UNIVERSUM: ХИМИЯ И БИОЛОГИЯ

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

Выпуск: 11(89)

Ноябрь 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. – № 11(89). Часть 1. М., Изд. «МЦНО», 2021. – 104 с. – Электрон. версия печ. публ. – <http://7universum.com/ru/nature/archive/category/1189>

ISSN : 2311-5459

DOI: 10.32743/UniChem.2021.89.11-1

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 24+28

© ООО «МЦНО», 2021 г.

Содержание	
Биологические науки	6
Общая биология	6
Биологические ресурсы	6
ВЛИЯНИЕ СРОКОВ И НОРМ ВЫСЕВА СЕМЯН НА НАКОПЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ СУХОЙ МАССЫ РАСТЕНИЙ ОЗИМОЙ РЖИ Тагаев Абдуллажон Махаматович	6
Ботаника	9
ОБРАБОТКА НИТРАГИНОМ СЕМЯН СОИ ПРИ ВТОРИЧНОМ ПОСЕВЕ И ВЛИЯНИЕ НОРМ ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА КОЛИЧЕСТВО КОРНЕВЫХ КЛУБНЕЙ РАСТЕНИЯ Холдарова Дилпуза Эргашбоевна	9
Микробиология	12
ВЛИЯНИЕ УРБАНИЗАЦИИ НА МИКРОБИОЦЕНОЗЫ ГОРОДСКИХ ПОЧВ Зайнитдинова Людмила Ибрахимовна Жураева Рохиля Назаровна Лазутин Николай Анатольевич Куканова Светлана Ивановна Хегай Татьяна Брониславовна Эргашев Рустам Бахтиер-угли	12
Экология (по отраслям)	21
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТАТИСТИЧЕСКИХ И КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МЕТОДОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ АНАЛИЗЕ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ <i>Formica s. str.</i> В СРЕДНЕМ ПОВОЛЖЬЕ Козлова Анастасия Александровна	21
Энтомология	27
ВРЕДНЫЕ ЦИКАДОВЫЕ РОДА <i>Asianidia Zachvatkin</i> ФЕРГАНСКОЙ ДОЛИНЫ Кожевникова Алевтина Григорьевна	27
Физико-химическая биология	29
Биохимия	29
ИЗУЧЕНИЕ ЦЕЛЛЮЛАЗНОЙ АКТИВНОСТИ ТЕРМИТОВ ПО ДЕГРАДАЦИИ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ Назаров Камолжон Каримович Рахимов Мирзахид Матназарович	29
Физиология и биохимия растений	33
БИОЭКОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ КАЛЕНДУЛЫ Хомидова Паризод Юсупова Навруза Каххорова Сурайё Юсупов Нурали Шералиевич	33
Физиология	36
ХАРАКТЕРИСТИКА АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПОДРОСТКОВ, В РАЗЛИЧНЫХ РАЙОНАХ ЮЖНОГО ПРИАРАЛЬЯ Ильясова Гулнара Кенесбаевна	36
Химические науки	40
Аналитическая химия	40
РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ М-КРЕЗОЛА В ЛЕКАРСТВЕННОМ ПРЕПАРАТЕ РАСТВОРЕННОГО ИНЪЕКЦИОННОГО ИНСУЛИНА Жалилов Маруфжон Жуманазарович Сманова Зулайхо Асаналиевна Кутлимуротова Нигора Хакимовна ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОВАРНЫХ КОДОВ НЕКОТОРЫХ СОРТОВ ЛЕЧЕБНЫХ МЫЛ ПО ИХ ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ Аскарлов Иброхим Рахмонович Акбарова Мохичехра Машрабовна	40
	44

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО СЕНСОРА ОКСИДА УГЛЕРОДА Сидикова Хулкар Гулямовна Эшкобилова Мавжуда Эргашбоевна Абдурахманов Эргашбой	48
РАЗРАБОТКА СОРБЦИОННО-СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЙ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИОНОВ ЖЕЛЕЗА (III) Юлчиева Севара Тожиматовна Исакулов Фахриддин Баходирович Набиев Абдурахим Абдухамидович Янгиева Сохиба Бахтияровна Сманова Зулайхо Асаналиевна	54
Биоорганическая химия	59
УГЛЕВОДНЫЙ СОСТАВ <i>Elaeagnus angustifolia</i> Артикова Гулзор Нарбаевна Раджабова Сунбула Ражаб кизи Матчанов Алимжон Давлатбаевич	59
ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫХ КОМПЛЕКСОВ АЛЬБЕНДАЗОЛА Умиров Нурилло Сайдуллаевич Абдурахманова Угилай Коххоровна Касимов Шодибек Исломович Эсанов Рахматилла Матчанов Алимжан Давлатбоевич	63
ВЛИЯНИЕ БИОСТИМУЛЯТОРОВ НА АНТИОКСИДАНТНЫЙ СТАТУС НОВЫХ СОРТОВ ХЛОПЧАТНИКА В УСЛОВИЯХ ЗАСОЛЕНИЯ Бабаева Дилдора Туйгуновна Ахунов Али Ахунович Эшимов Мухриддин Мирза угли Хашимова Нигора Рустамовна	70
РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА И ТЕХНОЛОГИИ ТАБЛЕТОК ПРАМИПЕКСОЛА С ПРОТИВОПАРКИНСОНИЧЕСКИМ ДЕЙСТВИЕМ Бекназарова Нурия Сейтбаевна Умаров Дониёр Бахтиярович Турабоев Шухрат Махмадалиевич Абрекова Наджие Наримановна Сагдуллаев Баходир Тахирович	75
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПАРФЮМЕРНОЙ ПРОДУКЦИИ МЕТОДОМ ГХ-МС Каримова Диловар Батировна Хужаев Вахобжон Умарович Исаков Мухаммаджон Юсупович	81
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОМПОНЕНТОВ <i>Phlomis canescens</i> Рахимова Хилолахон Рустамжоновна Ибрагимов Алиджан Аминович	85
КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО СТРОЕНИЯ И РЕАКЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ДОНАКСИНА, ВЫДЕЛЕННОГО ИЗ РАСТЕНИЯ <i>Arundo Donax L.</i> Мамарахмонов Мухаматдин Хомидович Жалолов Икболжон Жамолович Усмонова Асалхон Акмалжон кизи	89

Коллоидная химия	92
ТЕПЛОТЫ АДСОРБЦИИ МЕТАНОЛА НА ВЫСОКОКРЕМНИСТОМ ЦЕОЛИТЕ Cu^{2+} ZSM-5 Бахронов Хаёт Нурович	92
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ ТЕПЛОТЫ, ИЗОТЕРМА И ЭНТРОПИИ АДСОРБЦИИ Н-ПЕНТАНА В ЦЕОЛИТЕ CsZSM-5 Бахронов Хаёт Нурович Эргашев Ойбек Каримович	96
ЭНЕРГЕТИКА АДСОРБЦИИ ПАРОВ БЕНЗОЛА АКТИВИРОВАННЫМ УГЛЕМ Гуломова Гулнора Мухитдиновна Абдурахмонов Элдор Баратович	100

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ И НОРМ ВЫСЕВА СЕМЯН НА НАКОПЛЕНИЕ
БИОЛОГИЧЕСКОЙ СУХОЙ МАССЫ РАСТЕНИЙ ОЗИМОЙ РЖИ*Тагаев Абдуллажон Махаматович**ст. преподаватель (соискатель)**кафедры «Растениеводство сои и масличных культур»,
Андижанский институт сельского хозяйства и агротехнологий,
Республика Узбекистан, г. Андижан*INFLUENCE OF TERMS AND NORMS OF SOWING SEEDS ON THE ACCUMULATION
OF BIOLOGICAL DRY MASS OF WINTER RYE PLANTS*Abdullazhon Tagaev**Senior Lecturer (Applicant)**of the Department of Crop, Soybeans and Oil Crops,
Andijan Institute of Agriculture and Agricultural Technologies,
Republic of Uzbekistan, Andijan*

АННОТАЦИЯ

В статье указано, что накопление сухой массы ржи зависит от интенсивности процесса фотосинтеза и коэффициента транспирации, а также от применяемых агротехнических мероприятий при возделывании сельскохозяйственных культур. Данные свидетельствуют о том, что влияние времени посева и толщины проростков на накопление сухой массы растений ржи различно и что накопление сухой массы растения влияет на скорость фотосинтеза и коэффициент транспирации, а также агротехнические меры, используемые при выращивании сельскохозяйственных культур.

ABSTRACT

The article indicates that the accumulation of dry mass of rye depends on the intensity of the process of photosynthesis and the coefficient of transpiration, as well as on the agrotechnical measures used in the cultivation of agricultural crops. The data indicate that the influence of sowing time and the thickness of seedlings on the accumulation of dry mass of rye plants is different, and that the accumulation of dry mass of the plant affects the rate of photosynthesis and transpiration coefficient, as well as agrotechnical measures used in the cultivation of crops.

Ключевые слова: сухая масса, фотосинтез, транспирация, биологический урожай, севооборот, хозяйственный урожай, фенологические наблюдения, число пушек.

Keywords: dry mass, photosynthesis, transpiration, biological yield, crop rotation, economic yield, phenological observations, number of guns.

Введение

Накопление сухой массы растения варьируется в зависимости от интенсивности процесса фотосинтеза и коэффициента транспирации, а также агротехнических мероприятий, применяемых при выращивании сельскохозяйственных культур. Коэффициент

транспирации – это количество воды, используемой растением для производства сухого органического вещества. Коэффициент транспирации зависит от типа растений и в некоторых случаях от их навигации [2].

Порядок и методика проведения опыта

Исследования проводились в 2016–2019 гг. на светло-серых почвах Андижанской научно-опытной станции НИИ селекции, семеноводства и агротехнологии хлопчатника (АНИИССА). Влияние на урожайность зерна изучали в течение трехлетнего периода. Ротация – 1 : 1 (хлопок : зерно).

В опыте были установлены пять разных сроков посева (20 сентября, 1 октября, 10 октября, 20 октября, 1 ноября) и три разных нормы высева (3 миллиона, 4 миллиона, 5 миллионов).

Для фенологического мониторинга и расчета озимой ржи использовалось пособие «Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» [4].

1. В ходе эксперимента были выполнены следующие агрохимические анализы почвы:

а) количество гумуса (по методике И.В. Тюрина) [7];

б) общее количество азота и фосфора в почве (по методике Л.П. Гриценко, И.М. Мальцева);

в) подвижная форма нитратного азота калориметрическим методом; фосфор – Б. Мачигин, обменный калий определяли по методу П.В. Протасова.

2. Проведены следующие агрофизические исследования.

Объемный вес почвы 0–50-см слой, в начале и конце периода применения определяли по методике Н.А. Качинского.

Влагопроницаемость почвы определялась в начале и в конце внесения по методике Н.А. Качинского.

Во всех агрофизических исследованиях используется пособие «Методы агрофизических исследований» (Ташкент: СоюзНИКСИ, 1973).

3. Урожайность зерна и соломы озимой ржи статистически обработана по методикам П.Н. Перегудова и Б.А. Доспехова.

4. Затраты на выращивание озимой ржи на гектар, валовая и условная чистая прибыль, в определении уровня рентабельности – «Основные условия определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов НИР, новых технологий и технологий», 1987 [3].

Были взяты пробы почвы и проанализированы на агрохимический анализ почвы. При этом рост и развитие растения рассчитывали на 1-е и 2-е число каждого месяца. Агрофизические анализы проводили в начале и в конце вегетационного периода [5].

Результаты исследований и их анализ

В экспериментах, проведенных в 2016–2019 гг., мы также провели анализ и расчеты по вариантам, чтобы определить влияние сроков посадки и толщины проростков на накопление сухой массы растения.

Данные показывают, что влияние сроков посадки и толщины проростков на накопление сухой массы растения уникально, при этом анализ исследований, проведенных в 2016–2017 гг., показывает, что в период с 20 сентября по сентябрь 3 млн грн. при посеве 1-го варианта на проросшие семена накопление сухой массы растения на 1 марта составило 1,21 г/шт. (29,5 ц/га), 3,73 г/шт. (89,0 ц/га) за 1 апрель-сутки.

По состоянию на 1 мая показал 5,12 г/шт. (119,5 ц/га), за этот период 4 млн грн. и 5 млн. В 2–3 вариантах посева проросшими семенами этот показатель составлял 1,14–1,07 г/га (39,1–46,0 ц/га) 1 марта и 3,70–3,65 г/га 1 апреля (123,9–153,1 ц/га), а 1 мая – 5,10–5,03 г/шт. (166,8–205,4 ц/га) и составили 3 млн 0,07–0,14 г/шт. на 1 марта, 0,03–0,08 г/шт. на 1 апреля и 0,02–0,09 г/шт. на 1 мая по сравнению с посевным вариантом, но 9,6–16,6 ц/га на гектар; 35,0–64,1 ц/га; 47,3–85,9 ц/га.

В период с 1 по 10 октября 3 млн шт. при анализе вариантов (4–7) посева на растущие семена средняя урожайность 1 раза составила 1,05 г/га (25,9–25,8 ц/га), 1 апреля – 3,65–3,63 г/шт. 87,6–86,5 ц/га), 1 мая – 5,05–5,03 г/шт (117,9–116,3 ц/га), по сравнению с 20 сентября 0,16 г/шт (3,6–3,7 ц/га) 1 марта 0,08–0,10 г/шт (1,4–2,5 ц/га) 1 апреля, как установлено 0,07–0,09 г/га (1,6–3,2 ц/га) и 1 мая было менее эффективным. За этот период 4 млн шт. и 5 млн при анализе накопления сухой массы растения в вариантах 5–6 и 8–9, посеянных на проросшие семена 1 марта, 1,03–1,00 г/га (35,8–43,8 ц/га) и 1,03–1,00 г/га/штука (35,7–44,0 ц/га), 1 апреля 3,63–3,60 г/шт. (123,1–153,4 ц/га) и 3,60–3,58 г/шт. (120,9–152,5 ц/га) и 4,99–4,93 г/шт. (164,9–204,4 ц/га) на 1 мая соответственно и 4,95–4,93 г/га (160,9–203,1 ц/га) и 4 млн и 5 млн. 0,11–0,07 г/га (3,2–2,3 ц/га) и 0,11–0,07 г/га (3,4–2) на 1 марта по сравнению с вариантами, посеянными за счет проросших семян (0 ц/га), на 1 апреля 0,07–0,05 г/га (0,08 ц/га) и 0,10–0,07 г/га (3,0–0,5 ц/га), а на 1 мая 0,11–0,10 г/га (1,9–1,0 ц/га) и 0,15–0,10 г/га (5,9–2, до 3 ц/га).

Такая же закономерность наблюдалась и в вариантах посева вечером, т.е. 20 октября и 1 ноября, и в соответствии с нормами посева 20 сентября, 1 марта 0,14–0,09–0,09 г/шт. (4, 3–4, 3–4,5 ц/га) и 0,19–0,14–0,11 г/шт. (6,5–7,6–7,5 ц/га) на 1 апреля 0,12–0,12–0,09 г/шт. (7,0–9,7–7,7 ц/га) и 0,16–0,15–0,12 г/шт. (11,9–16 81,2 ц/га), на 1 мая 0,12–0,17–0,13 г/шт. (10,3–15,6–13,3 ц/га) и 0,17. Низкая сухая масса составила 0,18–0,13 г/шт. (17,2–24,7–25,2 ц/га).

Отмечено, что накопление сухой массы растений в вариантах посева 1 и 10 октября было выше, чем в вариантах посева 20 октября и 1 ноября, и близко к данным, полученным для вариантов посева 20 сентября.

Чтобы определить влияние факторов, использованных в эксперименте, на биологическую продуктивность растения, мы провели анализ вариантов.

Полученные результаты (2016–2017 гг.) показывают, что 3 млн при анализе вариантов проросших семян по времени при посеве 20 сентября корнеплод составил 2785,5 кг/га, стебель-лист – 5377,5 кг/га, зерно – 3787,0 кг/га, всего – 11950,1 кг/га, биологическая продуктивность – 119,5 ц/га, при соотношении соломы к зерну 1,42, при посеве этой нормы 1 октября корневая составляла 2554,9 ц/га, стебель-лист – 5306,3 кг/га, зерно – 3930,6 кг/га, всего – 11791,8 кг/га, биологическая урожайность составила 117,9 ц/га, соотношение соломы к зерну – 1,35, по сравнению с 20 сентября, биологическая урожайность – 1,6 ц/га, соотношение соломы к зерну – 0,07, при посеве 10 октября урожай корней составил 2431,6 кг/га,

стеблевых листьев – 5233,2 кг/га, зерна – 3964,6 кг/га, общий урожай – 11629,4 кг/га, биологический урожай – 116,3 ц/га, соотношение соломы к зерну – 1,32, биологическая урожайность по сравнению с 20 сентября – 3,2 ц/га, соотношение соломы к зерну если установлено, что она меньше 0,10, то вечером в вариантах посадки 20 октября и 1 ноября накопление биологической сухой массы растения составляет 2107,0–1822,2 кг/га корней, стеблей и листьев – 4916,3–4604. Соотношение соломы к зерну – 2 кг/га, зерну – 3901,8–3805,2 кг/га, всего – 10925,0–10231,7 кг/га, биологическая урожайность – 109,3–102,3 ц/га, 26–1,21, по сравнению с 20 сентября. Биологическая урожайность составила 10,3–17,2 ц/га, соотношение соломы к зерну на 0,16–0,21 меньше.

Заключение

Данные показывают, что влияние времени посадки и толщины проростков на накопление сухой массы растения является специфическим, накопление сухой массы растения варьируется в зависимости от интенсивности фотосинтеза и коэффициента транспирации, а также агрономических приемов, применяемых при возделывании сельскохозяйственных культур. Наш опыт также показывает, что накопление сухой массы ржи зависит от сроков посева и количества кустов растения. Об этом свидетельствуют приведенные выше данные.

Список литературы:

1. Абдурахмонов С., Тагаев А. Влияние сроков и норм посева семян на сроки развития озимой ржи // Вестник аграрной науки Узбекистана. – 2021. – Вып. 1 (85).
2. Бекназаров Б.О. Физиология растений. – Ташкент : Aloqa M, 2009. – 105 с.
3. Методика агрофизических исследований. – Ташкент : ПСУЕАИТИ, 1973.
4. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М. : Колос, 1964.
5. Основные положения определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов НИР, новой техники и изобретений, рационализаторских предложений. – М., 1987.
6. Тагаев А. Влияние сроков и норм сева на высоту, количество и количество продуктивных стеблей ржи озимой // Агронаука. – 2021. – № 5 (75).
7. Циткович И.К. Курс аналитической химии. 3-е изд. – М. : Высшая школа, 1972. – С. 376.

БОТАНИКА

ОБРАБОТКА НИТРАГИНОМ СЕМЯН СОИ ПРИ ВТОРИЧНОМ ПОСЕВЕ
И ВЛИЯНИЕ НОРМ ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ
НА КОЛИЧЕСТВО КОРНЕВЫХ КЛУБНЕЙ РАСТЕНИЯ*Холдарова Дилпуза Эргашбоевна**PhD (с. х. наук),**ст. преп. кафедры "Растениеводство сои и масличных культур"**Андижанского института сельского хозяйства и агротехнологий,**Республика Узбекистан, г. Андижан**E-mail: azamjonmagistr1991@gmail.com*NITRAGINE TREATMENT OF SOYBEAN SEEDS DURING SECONDARY SOWING
AND THE EFFECT OF MINERAL FERTILIZER APPLICATION RATES ON THE NUMBER
OF ROOT TUBERS OF THE PLANT*Dilpuza Holdarova**Ph.D., Senior Lecturer of the Department "Soybean and Oilseed crops"**Andijan Institute of Agriculture and Agrotechnologies,**Uzbekistan, Andijan*

АННОТАЦИЯ

В статье приведены сведения о количестве клубней, образовавшихся в корне растения при внесении минеральных удобрений в разных нормах при обработке нитрагином семян сои сорта «Орзу», выращиваемой в качестве вторичной культуры.

ABSTRACT

The article provides information on the number of tubers formed at the root of a plant when mineral fertilizers are applied at different rates when treating Desire soybean seeds with nitragin, grown as a secondary crop.

Ключевые слова: повторный посев, соя, нитрагин, инокуляция, минеральные удобрения, азот, фосфор, калий, клубни.

Keywords: reseeded, soybeans, nitragin, inoculation, mineral fertilizers, nitrogen, phosphorus, potassium, tubers.

Внедрение зернобобовых культур в качестве вторичной культуры после озимых зерновых культур в внедренные в стране системы краткосрочного севооборота послужат повышению урожайности хлопчатника и улучшению их качества. В результате сохраняется и повышается плодородие почвы, улучшается эффективность использования орошаемых земель. Это, в свою очередь, послужит обеспечению населения продуктами питания и кормами для скота. В связи с этим после внесения изменений в структуру посевов сельскохозяйственных культур в стране на площади, освобожденной под озимую пшеницу, проведен ряд исследовательских работ по интродукции вторичных и промежуточных культур, их эффективности в повышении плодородия почв и урожайности. Полученные результаты рекомендованы для различных почвенно-климатических условий республики.

По данным А. Иминова, Ш. Каримова и Д. Усмановой [2020], в системах краткосрочного

севооборота после посева озимых зерновых культур в качестве повторного рекомендуется посев бобовых культур (соя, маш). Семена бобовых культур (соя, маш) перед посевом обрабатываются азотфиксирующими клубневых бактерий. Внесение минеральных удобрений НРК 30:90:60 кг/га во время посева приводит к увеличению количества аммонификаторов, олигонитрофилов и микромицетов в почве. Это, в свою очередь, обеспечивает высокий урожай зерна.

По данным З.Исламова [2011], применение нитрагина в сочетании с минеральными удобрениями способствует увеличению количества клубневых бактерий, образующихся в корнях растения, обеспечивая урожайность на 3,3-5,4 ц/га выше, чем в контрольном варианте. Было показано, что чрезмерное количество азотных удобрений снижает или устраняет образование клубневых бактерий. Выяснилось, что урожайность увеличивается только за счет азотных удобрений.

По суждениям О.М. Шириняна, Н.Ф. Чайка [2005], высокое плодородие почвы, увеличение количества клубневых бактерий в корнях бобовых культур и свойство высокой азотофиксации обеспечивают высокую урожайность и значительное содержание белка в зернах сои. При этом определено урожайность зерна на 4-0,7 т / га, и содержание белка оказалось на 3-8% выше.

По данным Б. Мавлонова, А. Хамзаева, З. Бобокулова [2018], клубневые бактерии, обитающие в корнях бобовых, поглощают атмосферный азот и обогащают почву азотом. В условиях нашей республики бобовые культуры маш, соя и горох накапливают от 40 до 120 кг легкоусвояемого азота на гектар. Большая часть азота, усваиваемого бобовыми, остается в самом растении, а часть его возвращается в почву через остатки корней и стеблей после сбора урожая. Согласно полученным данным, полевой посев проводился на фоне обработанного и необработанного нитрагина в штамме *Bradyrhizobium japonicum* SB5 и минеральных удобрений, внесенных с разной нормой перед посевом семян сои в качестве повторного посева после озимой пшеницы.

По результатам анализа образования клубневых бактерий в корнях растения выяснилось, что согласно 4 варианту в период бутонизации сои применение минеральных удобрений в норме NPK 60:90:60 кг/га количество клубней составило 11,8 штук, а согласного

5 варианту при применении минеральных удобрений в норме NPK 90:90:60 кг/га количество клубней составило 9,2 штук. В контрольном варианте без внесения минеральных удобрений этот показатель составил 8,5.

В варианте, когда в предпосевной период семена сои были обработаны нитрагином без внесения минеральных удобрений количество клубней составило 12,6, тогда как в варианте 8, где семена были обработаны нитрагином и внесение минеральных удобрений составило NPK 30:90:60 кг / га, насчитано 18,9 штук клубней.

Выращенные для вторичных посевов семена сои, перед посевом обрабатывали нитрагином, а в варианте 9, где минеральные удобрения вносили из расчета NPK 60:90:60 кг / га, количество образованных клубней составило 15,4 штук.

Исходя из этого можно сказать, что чрезмерное использование азотных удобрений в сое, выращиваемом в качестве вторичной культуры, приводит к уменьшению количества клубневых бактерий, образующихся в корнях растений, что приводит к снижению способности растения накапливать биологический азот. Уменьшение количества клубней в корне растения происходит из-за использования избыточных азотных удобрений в подкормочный период. Указанные закономерности сохраняются и в период цветения (табл. 1).

Таблица 1.

**Влияние норм нитрагина и минеральных удобрений на образование
корневых клубней растения / в штуках (2010 г.)**

№	Норма минеральных удобрений, кг/га (NPK)	Фазы развития		
		бутонизация	цветение	образование стручков
1	Без минералов	8,5	11,6	13,5
2	P90K60	9,1	12,7	15,0
3	N30 P90K60	10,3	14,4	17,4
4	N60 P90K60	11,8	15,2	18,8
5	N90 P90K60	9,2	13,7	15,7
6	Нитрагин (без минералов)	12,6	17,3	21,6
7	P90K60 + Нитрагин	17,5	21,6	26,3
8	N30 P90K60+Нитрагин	18,9	22,5	28,9
9	N60 P90K60+ Нитрагин	15,4	19,1	24,0

По данным 4 варианта, полученным на фазе образования стручков сои, с применением минеральных удобрений NPK 60:90:60 кг/га, количество клубней в 2010 году составило 18,8 штук, а в 5 варианте с применением минеральных удобрений NPK 90:90:60 кг/га образовано 15,7 штук.

При контрольном варианте выращивания сои, без внесения минеральных удобрений этот показатель составил 13,5 шт. Это ещё раз свидетельствует о том,

что чрезмерное использование азотных удобрений приводит к уменьшению клубней в корнях растения.

Известно, что любая сельскохозяйственная культура в период всхождения поглощает из почвы значительное количество питательных веществ. После уборки или сбора урожая определенное количество питательных веществ возвращается в почву в виде органических веществ через стебли и корневые остатки растения.

Список литературы:

1. Иминов А.А, Холдарова Д.Э, Уразметов Н.Н. “Повторный посев-влияние внесения нитрагина и минеральных удобрений в тени на степень поражения хлопчатника Вилковой болезнью и урожайность хлопчатника. // “Экологический вестник” научно-практический журнал 2019 № 11/12 С.69-70 (06.00.00 №2)
2. Мавлонов Б., Хамзаев А., Бобокулов З. – “Значение бобовых культур в повышении плодородия почвы”. // Журнал сельского хозяйства Узбекистана. 2018. № 8. с. 36.
3. Исламова З. Нитрагин ва минерал ўғитларнинг соя ҳосилдорлигига таъсири. Агро илм, № 3 . 2011. с.15.
4. Иминов А., Каримов Ш., Усмонова Д. “Влияние на изменение микробиологических процессов в почве внесения известковых бактерий и минеральных удобрений, активно поглощающих азот в бобовых культурах”// Приложение “Агро-наука” к журналу “сельское хозяйство Узбекистана”. Ташкент- 2020. № 2. с. 33-34.
5. А.Иминов, Д.Холдарова, С.Хатамов "Плодородие почвы и влияние норм азотных и минеральных удобрений на плодородие зерна повторного посева". “Перспективы новых сортов зерновых колосовых, бобовых культур в Республике Узбекистан, внедрение новых сортов из-за рубежа и агротехнологий современного выращивания ресурсекамкор” Международная научно-практическая конференция Андижан, (2019 год 21-22 май) с. 377-383.
6. Иминов А.А, Холдарова Д.Э. “Влияние нормы нитрагиновых и минеральных удобрений на сухую массоаккумуляцию и урожайность зерновых” //“ Приложение к журналу "сельское хозяйство Узбекистана" Агро наука специальный выпуск Ташкент 2019 год с. 53-54. (06.00.00 № 1).

МИКРОБИОЛОГИЯ

DOI - 10.32743/UniChem.2021.89.11.12505

ВЛИЯНИЕ УРБАНИЗАЦИИ НА МИКРОБИОЦЕНОЗЫ ГОРОДСКИХ ПОЧВ

Зайнитдинова Людмила Ибрахимовна

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

Жураева Рохилия Назаровна

канд. биол. наук,
ст. науч. сотр. лаборатории Биоразнообразия микроорганизмов
Института микробиологии АН РУз.,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: roxila-14@mail.ru

Лазутин Николай Анатольевич

канд. биол. наук,
ст. науч. сотр. лаборатории Биоразнообразия микроорганизмов
Института микробиологии АН РУз.,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: nickolaz@bk.ru

Куканова Светлана Ивановна

канд. биол. наук,
ст. науч. сотр. лаборатории Биоразнообразия микроорганизмов
Института микробиологии АН РУз.,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: kukanova_s@mail.ru

Хегай Татьяна Брониславовна

мл. науч. сотр. лаборатории Биоразнообразия микроорганизмов
Института микробиологии АН РУз.,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: tt75@bk.ru

Эргашев Рустам Бахтиер-угли

мл. науч. сотр. лаборатории Биоразнообразия микроорганизмов
Института микробиологии АН РУз.,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: rustambek_5889@mail.ru

THE IMPACT OF URBANIZATION ON THE MICROBIOCENOSES OF URBAN SOILS

Lyudmila Zainitdinova

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

Rohilya Zhuraeva

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

Nikolay Lazutin

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

Svetlana Kukanova

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

Tatiana Khagai

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

Rustam Bakhtiyor-ugli Ergashev

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

АННОТАЦИЯ

Проведено микробиологическое обследование почв загрязненных территорий, имеющих различного рода загрязнения городскими стоками, расположенных в разной степени удаления от источника загрязнения (на примере Бозсуйской станции аэрации в г. Ташкент).

Дана качественная и количественная характеристика бактериального сообщества и выявлено микробное разнообразие. Показано, что данный компонент любой экосистемы при усиленно возрастающем техногенезе и урбанизации уязвим. Выделены преобладающие микроорганизмы данного сообщества, способные активно функционировать при концентрации хлоридов в среде до 10% и обладающие высоким ремедиационным потенциалом от биологического и химического загрязнения. Получены редкие формы, относящиеся к р. *Amycolatopsis*, обладающие способностью, в отличие от типичных представителей данного рода, образовывать водорастворимый пигмент синего цвета.

ABSTRACT

Microbiological examination of soils of polluted territories with various kinds of pollution by urban runoff, located at varying degrees of distance from the source of pollution (on the example of the Bozsui aeration station in Tashkent) was carried out.

Qualitative and quantitative characteristics of the bacterial community are given and microbial diversity is revealed. It is shown that this component of any ecosystem is vulnerable with an increasing technogenesis and urbanization. The predominant microorganisms of this community have been identified, which are able to function actively at a concentration of chlorides in the medium up to 10% and have a high remediation potential from biological and chemical contamination. Rare forms belonging to R. *Amycolatopsis* have been obtained, which, unlike typical representatives of this genus, have the ability to form a water-soluble blue pigment.

Ключевые слова: микробное биоразнообразие, микробиоценоз, загрязнения, антропогенное воздействие, почва.
Keywords: microbial biodiversity, microbiocenosis, pollution, anthropogenic impact, soil.

Введение

Почва является средой обитания бактерий, актиномицетов, грибов, простейших, микроскопических водорослей, вирусов. Все эти организмы составляют сложные и весьма изменчивые ассоциации. Рост городов и увеличение плотности населения в них неразрывно связаны с сильным антропогенным воздействием на окружающую среду и экологическую обстановку. Увеличение плотности населения способствует большему образованию загрязняющих веществ и отходов, что увеличивает вероятность повышенного воздействия загрязняющих веществ на экосистему в целом. По оценкам в глобальном масштабе к 2050 году

примерно 68% населения мира будет проживать в городских районах [14]. В условиях урбанизации часто упускается из виду важность естественных экосистемных процессов и необходимость изучения микробиоценозов с целью возможного воздействия и обработки избыточных городских стоков, и изучение возможности использования микроорганизмов для улучшения качества воздуха и воды [1].

Хорошо известно, что микроорганизмы относительно устойчивы к воздействию окружающей среды по сравнению с другими представителями живой природы. Однако исследования последних лет показали, что данный компонент любой экосистемы при усиленно возрастающем техногенезе и урбанизации

уязвим. Иными словами, в микробиоценозах происходит изменение количественного и качественного состава микроорганизмов, меняется их разнообразие и энзиматическая активность. Нарушения могут быть столь серьезными, что микроорганизмы окажутся не в состоянии осуществлять деструкцию органических остатков и высвобождать минеральные вещества для растений.

Расширение городских территорий по всему миру усиливает антропогенное воздействие на почву и подчеркивает важную роль городских территорий в обеспечении устойчивого будущего. Таким образом, городские почвы становятся все более важными в обеспечении широкого спектра экосистемных условий существования [16]. Города по всему миру начали улучшать существующую инфраструктуру с использованием новейших технологий для управления стоком ливневых вод, улучшения качества воздуха и обеспечения дополнительных социальных и экономических выгод, повышая при этом уровень различного рода отходов. В первую очередь повышение уровня загрязнителей сказывается на микробиоценозах почв, т.к. микроорганизмы, являющиеся очень чувствительными индикаторами и резко реагируют на различные изменения в окружающей среде, следствием чего является высокая динамичность микробиологических показателей [11, 6, 15, 10].

Высокое антропогенное воздействие и скорость урбанизации приводят к снижению способности городских почв восстанавливаться после негативного воздействия. Отражением антропогенного воздействия на экосистему служат морфологические и структурные изменения микробных популяций, изменение их биохимической активности. Микробные реакции на воздействие антропогенного фактора проявляются быстро, достаточно отчетливо, что позволяет в короткие сроки выявить наиболее ранимые экологические зоны, прогнозировать их состояние при сохранении антропогенного воздействия и помогут спрогнозировать мероприятия, необходимые для смягчения этого воздействия [4].

Загрязнение почв ведет к ухудшению их свойств, вызывает снижение биологической активности,

поэтому выявление отдельных групп микроорганизмов, способных противостоять токсичному воздействию и использование их адаптационных возможностей может способствовать очищению почв от продуктов техногенного загрязнения [18]. Имеющиеся в научной литературе данные позволяют заключить, что даже при очень сильном бактериальном загрязнении процесс самоочищения почв может происходить в течение нескольких месяцев [8]. В условиях сложной экологической обстановки в городе, в том числе в связи с нарушением свойств почв, сапротрофные микробные сообщества продолжают функционировать за счет своей высокой биологической и экологической пластичности [19]. Установлено также, что влажность влияет на количество и активность микробной биомассы, контролирует доступность кислорода для микроорганизмов, вызывает периоды микробного стресса в воде, а также может способствовать разрушению органического вещества, что приводит к увеличению доступности углерода для почвенных микроорганизмов [4]. Таким образом, следует обратить внимание на поддерживающих и восстанавливающих процессах, которые стимулируют функционирование почвы и почвенных экосистем [5, 3]. Возможно также, что для оценки микробного сообщества в перспективе необходимо определение источника органического вещества и выяснение взаимосвязи между растительностью, загрязненными почвами и микроорганизмами.

В связи с этим, целью данного исследования была характеристика бактериального сообщества и выявление микробного разнообразия почв загрязненных территорий, расположенных в разной степени удаления от Бозсуйской станции аэрации в г. Ташкенте.

Материалы и методы исследований

Пробы. Объектом исследований служили сероземные почвы разных по уровню загрязнения зон, расположенные как на территории самой очистной станции, так и непосредственно прилегающие к ней.

Было отобрано и проанализировано 5 образцов проб почвы (табл. 1).

Таблица 1.

Характеристика и координаты отбора проб

№	проба	Координаты отбора	Характеристика пробы
Пробы почв			
1.	2 проба	41°15'44.07"N 69°07.44'57"E	50 м от отстойника (зона высокого уровня загрязнения)
2.	3 проба	41°15'45.13"N 69°07.49'01"E	100 м от отстойника (удобрения)
3.	5 проба	41°15'42.41"N 69°08.17'7"E	200 м от отстойника (зона среднего уровня загрязнения)
4.	6 проба	41°15'42.98"N 69°08.21'18"E	250 м от отстойника (удобрения)
5.	7 проба	41°16'12.66"N 69°08.11'15"E	500 м от отстойника (зона низкого уровня загрязнения)

Микробиологическому анализу подвергали слой почвы (0 – 20 см). Почвенные образцы отбирали по методу «конверта» из 25 точечных проб.

Отбор почвенных образцов проводили в зимний период и период вегетации растений –весенний отбор.

Химический анализ. Перед анализом образцы почв были высушены на воздухе, измельчены и просеяны через сито (1 мм). До постоянного веса образцы сушились в сушильном шкафу при 105°C. Для анализа готовились водные вытяжки – 30 г почвы + 150 мл дистиллированной воды. Кислотность и электропроводность измерялись рН-ЕС-метром (Hanna) непосредственно в водных вытяжках (суспензиях) через 1 минуту после перемешивания

стеклянной палочкой. Анионы и катионы измерялись в фильтрованных пробах, фильтрование через фильтр «синяя лента». Нитраты и фосфаты измерялись фотометрически (Riele 520). Подвижные натрий и калий, а также содержание хлоридов измерялись с помощью ион-селективных электродов (Элит-031 (K⁺); Элит-261 (Cl⁻), Элис-112Na (Na⁺) потенциометрически на иономере Эксперт-001.3 (Россия) (табл. 2).

Таблица 2.

Химические показатели образцов почв с Бозсуйской станции аэрации (БСА), Ташкент

№	рН	ЕС (мС/см)	Минерал. комп. % от сухого веса	Потери при сжигании (900°C) - гумус, карбонаты, угл. газ и др. % от сухого веса	NO ₃ - (мг/кг СВ)	PO ₄ ³⁻ (мг/кг СВ)	Cl- (мг/кг СВ)	Na ⁺ , подвижные формы (мг/кг СВ)	K ⁺ , подвижные формы (мг/кг СВ)
2	7,8	0,27	86,00±0,010	14,00±0,010	14,92±0,83	8,21±0,07	1,08±0,12	45,80±0,26	651,67±12,58
3	7,9	0,33	85,76±0,039	14,24±0,039	5,23±0,19	8,13±0,02	11,22±0,58	26,33±0,35	72,50±0,50
5	7,9	0,13	86,29±0,050	13,71±0,050	6,11±0,28	2,08±0,01	3,35±0,10	7,92±0,13	225,00±0,50
6	7,8	0,2	84,37±0,019	15,63±0,019	5,61±0,02	8,31±0,03	11,32±0,43	12,38±0,03	44,43±0,47
7	7,9	0,13	86,68±0,034	13,32±0,034	5,48±0,26	4,77±0,01	4,80±0,21	13,52±0,23	327,00±1,00

Питательные среды. Для выделения микроорганизмов и определения микробного пейзажа в процессах деструкции пестицидов использованы питательные среды МПА, МПБ Чапека-Докса, Сабуро, Эндо (производства HiMedia Pvt Ltd Mumbai, India), а также среды Гилтая, Эшби, Постгейта.

Микроорганизмы. Структуру комплекса бактерий характеризовали с использованием физиолого-биохимических и морфологических показателей отдельных культур [26]. Родовую идентификацию проводили согласно определителю бактерий Берджи [23]. Родовую принадлежность микромицетов определяли по морфологическим и культуральным признакам [25, 28].

Культивирование выделенных микроорганизмов проводили в качалочных условиях при температуре 27°C в течение 7 суток.

Определение количества микроорганизмов в 1 г (1 мл) исходного субстрата проводили методом серийных разведений с высевом на твердые и жидкие среды [26]. Количество микроорганизмов в жидких средах определяли, используя таблицу Мак-Креди.

Результаты и обсуждение

Почвенные микроорганизмы (бактерии, актиномицеты, микроскопические грибы) играют ведущую роль в процессах саморегуляции природной экосистемы. Известным является тот факт, что численность микроорганизмов в почве постоянно изменяется. Они, участвуя, в биогеохимических циклах, либо исключают из биологического круговорота вещества, загрязняющие природу, либо накапливают. В качестве

основных источников загрязнения почвы можно выделить: химически загрязненные осадки, образующиеся вследствие сжигания ископаемого топлива, мусора и т. п., скопления бытовых и промышленных отходов. Известным является тот факт, что численность микроорганизмов в почве постоянно изменяется. Но в любом почвенном покрове есть определенный естественный уровень численности микробиоты, который можно рассматривать в качестве пула, иными словами, того запаса микроорганизмов почвы, который не обеспечивается энергетическим веществом, необходимым для непрерывного размножения, но находится в состоянии поддержания. На величину такого запаса не влияет сезонность, пул обуславливается особенностями самой почвы и факторами среды, влияющими на почвенные свойства [2].

Структура бактериального комплекса городской экосистемы изучена недостаточно. Известно, например, что в наземном ярусе и опаде доминируют грамотрицательные бактерии, а в почвенном ярусе на первый план выходят грамположительные бактерии родов *Bacillus*, *Artrobacter* и актиномицеты рода *Streptomyces*. Это характерно как для нарушенных экосистем, так и для городских урбанизированных территорий. Особую актуальность в исследованиях такого рода приобретает изучение количественно-качественного состава микробиоценозов. В качественном отношении микробные сообщества изучаемых площадок отличаются высоким биоразнообразием (рис.1).

Рисунок 1. Количественный анализ образцов почв Бозсуйской КНС (общее количество сапрофитных микроорганизмов и денитрификаторов)

Почва интенсивно аккумулирует значительную часть загрязняющих веществ, попадающих в нее, и сохраняет их в себе долгое время. Тяжелые металлы фиксируются верхними гумусосодержащими горизонтами наиболее прочно, то есть эти токсиканты накапливаются в самом плодородном слое. Почвенному покрову в пределах города принадлежат различные экологические функции. Основными и наиболее важными свойствами городской почвы являются плодородие, ее пригодность.

Микробиологическая активность почв определяет трансформацию, миграцию и аккумуляцию вещества, энергии в почве. Полученные результаты показывают, что биовосстановление, как правило, связано с несколькими ключевыми отрядами: *Pseudomonadales*, *Actinomycetales*, *Flavobacteriales*, *Bacilleas* и *Clostridiales*.

Нами показано, что в почвенных микробиоценозах всех исследованных образцов доминирующее положение занимает бактериальный комплекс, в котором выявлены микроорганизмы, среди которых преобладают бактерии родов *Bacillus* и *Pseudomonas*. Кокковые формы встречаются редко, в основном родов *Sarcina* и

Micrococcus. Таким образом, проведенное обследование показывает, что видовое разнообразие микроорганизмов в исследуемых почвах несколько снижено.

Согласно результатам химического анализа почвы, данных образцов имеют достаточно высокое хлоридное и фосфатное засоление (табл.2). Проведенные исследования позволили выявить микроорганизмы, которые могут расти при концентрации соли в среде до 10% и получить солеустойчивые формы бактерий, проявляющие физиологическую активность при 5-7% хлоридов, выделенные штаммы отнесены на основании изучения физиолого-биохимических признаков, а также масс-спектро스코пического анализа (Malditof) к *Bacillus cereus* и *Pseudomonas aeruginosa*.

Проведенное обследование загрязненных участков выявило наличие высокого титра азотфиксирующих микроорганизмов, отнесенных нами к роду *Azotobacter* (особенно в период вегетации растений) (рис. 2). Надо отметить, что олигонитрофилы являются довольно распространенными в почвах микроорганизмами, которые способны расти на субстрате с низкой концентрацией азотистых соединений и фиксировать свободный атмосферный азот (они принимают участие во всех важнейших биологических этапах разложения органики).

Рисунок 2. Количественный анализ образцов почв Бозсуйской КНС (олигонитрофилы)

Следует отметить, что в загрязненных городских почвах отмечается существенное изменение структуры микробных сообществ, характеризующееся снижением, по сравнению с фоновыми почвами, доли физиологически активных клеток бактерий. Нами показано, что значительную часть выявленных биоценозов составляют микромицеты, среди которых преобладают активные формы р. *Trichoderma*, а также представители родов *Aspergillus*, *Penicillium* повышение титра которых, как правило, является специфической реакцией микробиоты на урбанизацию.

Как известно, в почвах загрязненных городских зон активизируются представители р. *Penicillium*, а также темноокрашенные популяции *Azotobacter chroococcum*, что является специфической реакцией микробиоты на урбанизацию [22].

Анализ развития сульфатредуцирующих микроорганизмов показал присутствие их в данных почвах в незначительном количестве. Наблюдался лишь незначительный скачок в период весенней вегетации растений в образце среднезагрязненной почвы (рис. 3).

Рисунок 3. Количественный анализ образцов почв Бозсуйской КНС (сульфатредукторы)

Актиномицеты на начальном этапе поступления органических веществ разрушают труднодоступные структурные компоненты растительного и животного происхождения и вместе с бактериями выполняют в экосистеме функцию по переработке органического вещества, поступившего в почву. Актиномицеты представляют собой единое звено в трофической

цепи экосистемы, осуществляя функции микробов-редуцентов. Основная роль мицелиальных прокариот состоит в разложении сложных полимеров (лигнин, хитин, ксилан, целлюлоза, гумусовые соединения) [13, 9, 21, 12]. Увеличение численности почвенных актиномицетов происходит на поздних этапах микробной

сукцессии, когда биомасса грибов начинает снижаться [27].

В литературе неоднократно отмечалось участие актиномицетов в разложении и синтезе гумусовых веществ в почве [20, 29]. Имеются сведения об использовании актиномицетами полифенолов гуминовых кислот в присутствии доступных источников углерода. Отдельные представители родов *Nocardia*,

Micromonospora способны окислять гуматы, принимая участие в минерализации гумусовых веществ в почве. Актиномицеты участвуют в накоплении в почве биологически активных веществ [17] и формировании азотного баланса почв [24]. Выявлено, что исследуемые образцы почв широко представлены актиномицетами, в основном относящимися к роду *Streptomyces* (рис.4).

Рисунок 4. Количественный анализ образцов почв Бозсуйской КНС (актиномицеты)

В сильнозагрязненных городских почвах происходит существенное изменение структуры микробных сообществ, изменяется соотношение таксонов и возникают новые доминанты. Особенно при комплексном хозяйственно-бытовом загрязнении выявляются энтеробактерии в значительном количестве (роды *Escherichia*, *Enterobacter*).

Известно, что санитарно-гигиенический мониторинг имеет непосредственное отношение к микробиологическим свойствам почвы, поскольку с почвенной пылью воздушным путем переносятся споры грибов, актиномицетов, бактерий, а также другие устойчивые к инсоляции жизненные формы микроорганизмов.

При микробиологических исследованиях очень важно выявление такого санитарно-показательного микроорганизма, как кишечная палочка и сходных с ней бактерий. Кишечные патогенные бактерии широко распространены во всем мире. Их называют

бактериями группы кишечной палочки (БГКП) или колиформными микроорганизмами.

Кишечная палочка – показатель свежего фекального загрязнения. Остальные микроорганизмы этой группы – показатели относительно давнего фекального загрязнения воды. Кроме того, особенности почвы свидетельствуют о заражении кишечными бактериями, что, вероятно, связано с введением фекалий животных. При санитарно-микробиологических исследованиях бактерии группы кишечной палочки именуют общими колиформными бактериями – ОКБ. Как выявлено, такие бактерии в значительном количестве присутствовали в почвах, обработанных удобрениями, полученными после очистки стоков и используемыми для выращивания сельхоз. растений, здесь их титр достигал $5,2 \cdot 10^3$ и $1,5 \cdot 10^4$ КОЕ/г почвы в зимний период и увеличивается до $2,36 \cdot 10^4$ в период вегетации (рис. 5).

Рисунок 5. Количественный анализ образцов почв Бозсуйской КНС (бактерии группы кишечной палочки)

Присутствие бактерий группы кишечной палочки служит указанием на возможное загрязнение патогенными микроорганизмами, как бактериями, так и вирусами. Источником происхождения колиформных бактерий могут быть не только экскременты теплокровных животных, но также растительность и почва.

Во многих случаях исследуемая почва – это своеобразное депо и аккумулятор, обеспечивающий длительное сохранение как патогенов, так и почвенных микроорганизмов. Продолжительность сохранения патогенов в жизнеспособном состоянии определяется самоочищающей способностью почвы – ее совокупными физико-химическими, биохимическими, супрессивными и иными генетическими свойствами.

Таким образом, надо отметить, что для почв постоянную угрозу представляют неочищенные стоки, некомпостированные отходы животноводства и продукты жизнедеятельности человека, используемые в качестве местных органических удобрений. Их повсеместное обеззараживание и утилизации должны стать обязательной частью региональной социально-экологической политики.

Заключение

Антропогенные изменения в почве можно проследить, опираясь на результаты экологического мониторинга комплекса почвенных микроорганизмов. Состояние почвы городских территорий требует особого внимания, так как влияние антропогенных процессов на почвенную систему, приводит к изменению практически всех ее компонентов, начиная с агрохимических и физических свойств и заканчивая

микробиологическими и биохимическими показателями, лишая почвенный покров способности выполнять важные экологические функции. Длительное загрязнение почв вызывает изменение в численности основных групп почвенной микрофлоры. Уменьшается содержание бактерий и актиномицетов. Более устойчивы к загрязнению микроскопические грибы.

В результате проведенных исследований показано, что большим ремедиационным потенциалом от биологического и химического загрязнения обладают такие типичные представители микробиоты, как гетеротрофные микроорганизмы рр. *Bacillus* и *Pseudomonas* и актиномицеты. Причем загрязнение почвы исследованных рекреационных территорий, вызванное антропогенным воздействием, приводит в итоге к снижению видового разнообразия и изменению видового состава микробиоценоза почвы.

Почвы изучаемых площадок — это неотъемлемая часть природной среды, которая находится в динамическом равновесии со всеми компонентами природной среды. Стабильное и устойчивое микробное сообщество имеет большое значение для восстановления и функционирования экосистемы, в связи с этим необходимо обратить особое внимание на эффективное сохранение находящихся под угрозой экологических сообществ [7].

Полученные результаты убедительно раскрывают перспективы биомониторинга и возможного использования микроорганизмов в процессах очистки почв. Практическим подходом в будущем для очистки почв от различного рода загрязнений может стать внесение устойчивых к загрязнениям микроорганизмов, способных их разлагать.

Список литературы:

1. Aitkenhead-Peterson J.A., Steele M.K., Volder A. Services in natural and human dominated ecosystems // *Urban ecosystem ecology*. 2010. №. 55. – P. 373-390.
2. Bahrapour T. et al. Evaluation of soil biological activity after soil contaminating by crude oil // *International Journal of Agriculture: Research and Review*. 2012. Vol. 2. №. 6. – P. 671-679.

3. Baveye P.C., Baveye J., Gowdy J. Soil “ecosystem” services and natural capital: critical appraisal of research on uncertain ground // *Frontiers in Environmental Science*. 2016. №. 4. – P. 41.
4. Brianskaia I., Vasenev V., Brykova R. Soil organic carbon stability of urban soils and of floodplain soils under different hydrothermal conditions // *EGU General Assembly Conference Abstracts*. 2020. – P. 663.
5. Dominati E., Patterson M., Mackay A. A framework for classifying and quantifying the natural capital and ecosystem services of soils // *Ecological economics*. 2010. Vol. 69. №. 9. – P. 1858-1868.
6. Glick B.R. Using soil bacteria to facilitate phytoremediation // *Biotechnology advances*. 2010. Vol. 28. №. 3. – P. 367-374.
7. Harris R.M. B. et al. Noah’s Ark conservation will not preserve threatened ecological communities under climate change // *PLoS One*. 2015. Vol. 10. №. 4. – P. e0124014.
8. Hung H. et al. Atmospheric monitoring of organic pollutants in the Arctic under the Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP): 1993–2006 // *Science of the Total Environment*. 2010. Vol. 408. №. 15. – P. 2854-2873.
9. Jendrossek D., Tomasi G., Kroppenstedt R.M. Bacterial degradation of natural rubber: a privilege of actinomycetes? // *FEMS Microbiology letters*. 1997. Vol. 150. №. 2. – P. 179-188.
10. Joyner J.L. et al. Green infrastructure design influences communities of urban soil bacteria // *Frontiers in microbiology*. 2019. Vol. 10. – P. 982.
11. Kim M. et al. A novel biomonitoring system using microbial fuel cells // *Journal of environmental monitoring*. 2007. Vol. 9. №. 12. – P. 1323-1328.
12. Lynd L.R. et al. Microbial cellulose utilization: fundamentals and biotechnology // *Microbiology and molecular biology reviews*. 2002. Vol. 66. №. 3. – P. 506-577.
13. McCarthy A.J., Williams S.T. 17 Methods for Studying the Ecology of Actinomycetes // *Methods in Microbiology*. 1990. Vol. 22. – P. 533-563.
14. Ocampo J.A., Chowdhury A., Alarcon D. The World Economy through the Lens of the United Nations. – 2018.
15. Ojuederie O.B., Olanrewaju O.S., Babalola O.O. Plant growth promoting rhizobacterial mitigation of drought stress in crop plants: Implications for sustainable agriculture // *Agronomy*. 2019. Vol. 9. №. 11. – P. 712.
16. O’Riordan R., Jess Davies, Carly Stevens, John N Quinton. The ecosystem services of urban soils: A review // *Geoderma*. 2021. Vol. 395. – P. 115076.
17. Piepersberg W. Pathway engineering in secondary metabolite-producing actinomycetes // *Critical reviews in biotechnology*. 1994. Vol. 14. №. 3. – P. 251-285.
18. Satchanska G. et al. Culture-dependent approach for determining microbial diversity in soils from KCM/AGRIA region // *Comptes rendus de l’Academie bulgare des Sciences*. 2005. Vol. 58. №. 4. – P. 409-416.
19. Tobor-Kapłon M.A., Bloem J., De Ruiter P.C. Functional stability of microbial communities from long-term stressed soils to additional disturbance // *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*. 2006. Vol. 25. №. 8. – P. 1993-1999.
20. Trigo C., Ball A.S. Is the solubilized product from the degradation of lignocellulose by actinomycetes a precursor of humic substances? // *Microbiology*. 1994. Vol. 140. №. 11. – P. 3145-3152.
21. Williamson N., Brian P., Wellington E.M. H. Molecular detection of bacterial and streptomycete chitinases in the environment // *Antonie Van Leeuwenhoek*. 2000. Vol. 78. №. 3. – P. 315-321.
22. Артамонова В.С. Особенности микробиологических свойств почв урбанизированных территорий // *Сибирский экологический журнал*. – 2002. – Т. 9. – №. 3. – С. 349-354.
23. Дж Х. и др. Определитель бактерий Берджи // М.: Мир. – 1997. – Т. 1. – С. 1-429.
24. Калакуцкий Л.В., Шарая Л.С. Актиномицеты и высшие растения // *Успехи микробиологии*. – 1990. – Т. 24. – С. 26-65.
25. Литвинов М.А. Определитель микроскопических почвенных грибов. – Рипол Классик, 2013.
26. Нетрусов А.И., Егорова М.А., Захарчук Л.М., Колотилова Н.Н. Практикум по микробиологии Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. — М.: Академия, 2005. — 608 с.
27. Полянская Л.М., Звягинцев Д.Г. Содержание и структура микробной биомассы как показатели экологического состояния почв // *Почвоведение*. – 2005. – №. 6. – С. 706-714.
28. Саттон Д., Фотергилл А., Ринальди М. Определитель патогенных и условно патогенных грибов. – 2001.
29. Черников В.А. Диагностика гумусового состояния почв по показателям структурного состава и физико-химическим свойствам // М.: МСХА. – 1984.

ЭКОЛОГИЯ (ПО ОТРАСЛЯМ)

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТАТИСТИЧЕСКИХ
И КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МЕТОДОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ АНАЛИЗЕ ВИДОВОГО
РАЗНООБРАЗИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ *Formica s. str.* В СРЕДНЕМ ПОВОЛЖЬЕ*Козлова Анастасия Александровна**аспирант кафедры ботаники и зоологии,
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского,
РФ, г. Нижний Новгород
E-mail: akatoe-nn@yandex.ru*COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF STATISTICAL AND CARTOGRAPHICAL
METHODS USED IN SPECIAL DIVERSITY AND DISPERSAL PATTERNS
OF *Formica s. str.* IN THE MIDDLE VOLGA*Anastasia A. Kozlova**Postgraduate student of the Botany and Zoology department,
Nizhny Novgorod Lobachevski state university,
Russia, Nizhny Novgorod*

Автор выражает благодарность своему научному руководителю – кандидату биологических наук, доценту кафедры ботаники и зоологии Владимиру Александровичу Зрянину – за предоставленные данные и помощь в ходе исследовательской работы.

АННОТАЦИЯ

В данной работе рассматривается применение методов математической статистики (статистическая обработка данных по методу «хи-квадрата» Пирсона) и геоаналитики (цифровое картографирование на базе геоинформационных систем) в биомониторинге и биоиндикации на примере закономерностей расселения муравьев *Formica s. str.* по Среднему Поволжью. В качестве изначальной гипотезы выдвинуто положение, что лесорастительные и почвенные факторы оказывают прямое влияние на распределение муравейников по исследуемой территории. Данная гипотеза проверяется при сопоставлении результатов картографического и статистического анализа, приведенных в статье.

ABSTRACT

This article considers the methods of mathematical statistics (statistical data processing according to Pearson's chi-square method) and geoanalytics (digital mapping based on geographic information systems) in biomonitoring and bioindication on the example of *Formica s. str.* Dispersal patterns in the Middle Volga. As an initial hypothesis, it was put forward the position that various ecological factors (landscape, soil, forest-growing conditions) tend to have a direct impact on the anthills' territorial structure in examined regions. This hypothesis had been tested by comparing the results of cartographic and statistical analysis presented in the given article.

Ключевые слова: биоиндикация, рыжие лесные муравьи, цифровое картографирование, статистический анализ, ArcGIS, StatTech.

Keywords: bioindication, red wood ants, digital mapping, statistical analysis, ArcGIS, StatTech.

Введение

При анализе разнообразия, структуры и динамики популяций видов-биоиндикаторов в экологическом мониторинге используются методы, позволяющие оценить их качественные и количественные характеристики, обусловленные в большинстве случаев воздействием экологических факторов. Так, в настоящей работе в роли биоиндикаторов выступают рыжие лесные муравьи (подрод *Formica s. str.*), населяющие

лесные фитоценозы Среднего Поволжья. Данные виды выбраны не случайно – являясь активными биологическими защитниками леса, они позволяют контролировать численность хвое- и листогрызущих вредителей древесных растений, и, соответственно, служить маркером состояния всего фитоценоза в целом.

В предыдущих исследованиях было выявлено, что на распределение муравейников по исследуемой

территории оказывают влияние такие ключевые факторы, как принадлежность к определенному (опольному или полесскому) типу ландшафта, типу почвы, лесорастительные условия (преобладающая группа лесобразующих пород, средний возраст, полнота и бонитет леса) [9].

Целью настоящего исследования является выявление взаимосвязи между типом лесного сообщества, почвенными факторами и распределением популяций муравьев по Среднему Поволжью. При этом использованы два основных метода – картографический и статистический. В ходе работы были сопоставлены результаты цифрового картографирования лесных сообществ, заселенных муравьями, и результаты статистического анализа, определяющего случайность или закономерность их распределения. В дальнейшем совместное использование программ математической статистики и геоинформационных систем может служить основой для комплексного мониторинга состояния леса [1].

Материалы и методы

Основным материалом, применяемым в настоящем исследовании, явились результаты предыдущих полевых сборов (1991–2018 гг.) на территории лесных фитоценозов и ООПТ Нижегородской, Самарской, Саратовской областей, республик Марий Эл, Татарстан, Чувашия и сопредельной республики Мордовия, не входящей в административные границы Среднего Поволжья, но территориально близко расположенной и находящейся в сходных физико-географических условиях [2;5;6].

В качестве индикаторов было использовано 6 видов, составляющих подрод *Formica* s. str. – рыжий лесной муравей *Formica rufa*, северный лесной муравей *F. aquilonia*, малый лесной муравей *F. polychetena*, луговой муравей *F. pratensis*, волосистый лесной муравей *F. lugubris* и красноголовый муравей *F. truncorum*. Эти виды могут образовывать как одиночные муравейники, так и комплексы (соприкасающиеся кормовыми участками муравейники одного вида). В основу исследования была положена гипотеза, что расселение муравьев по фитоценозам определяется лесорастительными условиями [3] – на границах различных природных зон образуются «полосы сгущения», территориально совпадающие с локализацией крупных комплексов муравейников. Для подтверждения или опровержения гипотезы собранные данные полевых сборов были положены на цифровую карту, выполненную с помощью геоинформационных систем на базе платформы ArcGIS.

ArcGIS – платформа, позволяющая экспортировать на карту данные о конкретных объектах, отображенных в виде точек, линий или полигонов [7;8]. В настоящей работе на карту Среднего Поволжья нанесен полигональный слой с границами почвенных зон России и слой точек, каждая из которых отражает информацию о конкретном муравейнике или

комплексе (вид муравья, размер комплекса, год сбора, тип фитоценоза, почвенная зона, в которой обнаружен муравейник).

После экспорта данных на карту с помощью аналитических инструментов ArcGIS была измерена плотность поселений муравьев *Formica* s. str. в регионах. В дальнейшем локализация крупных сгущений муравейников была сопоставлена с границами почвенных и природных зон на исследуемой территории.

Для точного определения зависимости распространения муравьев на исследуемой территории от лесорастительных и почвенных условий был проведен статистический анализ данных с помощью программы StatTech, способной выполнять аналитические операции, основанные на точном критерии Фишера и «хи-квадрате» Пирсона [10]. Результаты статистической обработки в данной программе наглядно отображают случайность или закономерность распределения муравейников по Среднему Поволжью.

После разделения программой данных на два поля (независимый параметр – тип лесобразующей породы или почвы, зависимая переменная – вид муравья или тип поселения) были сформированы пары параметров и переменных для подсчета статистически значимой разницы между максимальными и минимальными значениями переменных в зависимости от параметров. Это значение характеризуется *p*-критерием значимости (если *p* меньше критического значения, то разница статистически значима). В текущем исследовании критическое значение *p* для всех переменных было определено как *p* < 0,05.

В дальнейшем результаты картографического анализа и статистической обработки данных были сопоставлены для подтверждения гипотезы о закономерности распределения муравейников *Formica* s. str. в Среднем Поволжье в зависимости от типа ландшафта и лесного сообщества.

Результаты

Первичным результатом стала смешанная карта Среднего Поволжья, отображающая географические ареалы каждого из исследуемых видов (см. рисунок 1). Она позволяет сделать вывод о неравномерности распределения видов и о наибольшей заселенности Нижегородской области, республик Марий Эл и Мордовия относительно других регионов. Кроме того, следует отметить специфичность некоторых видов к лесорастительным условиям. Так, наиболее «рассеяны» по исследуемой территории малый и рыжий лесной муравьи (*Formica polychetena* и *F. rufa* соответственно), в то время как северный лесной муравей (*F. aquilonia*) занимает большую по площади территорию, но явно тяготеет к южнотаежным и пограничным районам на северо-востоке Нижегородской области и республики Марий Эл.

Рисунок 1. Распределение муравейников *Formica s. str.* по фитоценозам Среднего Поволжья

Второй слой карты отображает принадлежность ареалов рыжих лесных муравьев к почвенным зонам. Следует отметить, что картина почвенных зон достаточно разнородна (за исключением типичных для

лесостепей и степей черноземов, сероземов и каштановых почв, преобладающих на юге Самарской области) и позволяет предсказать равномерность распределения по ней муравейников (см. рисунок 2).

Рисунок 2. Почвенная карта территорий, заселенных муравьями подрода *Formica s. str.*

Следующим шагом с целью подтверждения первоначальной гипотезы была проведена статистическая обработка первичных результатов в программе StatTech по методу «хи-квадрата» Пирсона (выявление статистически значимых различий между минимальной и максимальной величиной искомой переменной). При анализе зависимости видового разнообразия муравьев *Formica s. str.* от типа населяемого ими фитоценоза была обнаружена корреляция (критерий

значимости p между наиболее и наименее заселенным типами сообществ составил $p < 0.001$). Наиболее заселены муравьями в целом зоны смешанного леса, лесостепи, в меньшей степени – южной тайги. Также была обнаружена специфичность северного лесного муравья *F. aquilonia* к юнотаежной зоне, лугового муравья *F. pratensis* к смешанным лесам и лесостепи (см. таблицу 1, рисунок 3).

Таблица 1.

Корреляция между типом фитоценозов и видовым разнообразием муравьев *Formica s. str.* в Среднем Поволжье

Показатель	Категории	Тип фитоценоза					p
		лесостепь	лиственный лес	смешанный лес	степь	южная тайга	
Вид	<i>Formica aquilonia</i>	0 (0,0)	0 (0,0)	8 (8,6)	0 (0,0)	7 (41,2)	< 0,001
	<i>Formica lugubris</i>	0 (0,0)	0 (0,0)	2 (2,2)	0 (0,0)	0 (0,0)	
	<i>Formica polycтена</i>	1 (4,8)	0 (0,0)	3 (3,2)	0 (0,0)	0 (0,0)	
	<i>Formica polycтена</i>	5 (23,8)	3 (25,0)	16 (17,2)	0 (0,0)	3 (17,6)	
	<i>Formica pratensis</i>	5 (23,8)	1 (8,3)	25 (26,9)	2 (100,0)	4 (23,5)	

Показатель	Категории	Тип фитоценоза					p
		лесостепь	лиственный лес	смешанный лес	степь	южная тайга	
	<i>Formica rufa</i>	6 (28,6)	0 (0,0)	28 (30,1)	0 (0,0)	2 (11,8)	
	<i>Formica rufa</i>	3 (14,3)	7 (58,3)	4 (4,3)	0 (0,0)	0 (0,0)	
	<i>Formica truncorum</i>	1 (4,8)	0 (0,0)	7 (7,5)	0 (0,0)	1 (5,9)	
	<i>Formica truncorum</i>	0 (0,0)	1 (8,3)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)

Рисунок 3. Распределение муравьев *Formica s. str.* по фитоценозам Среднего Поволжья

При анализе зависимости видового разнообразия *Formica s. str.* от почвенных факторов столь значимых статистических различий выявлено не было (критерий p составил $p = 0.690$ при пороге статистической значимости $p < 0.05$), что объясняется менее

ключевой ролью почвенных факторов при расселении муравьев относительно климатических и лесорастительных (см. таблицу 2, рисунок 4).

Таблица 2.

Корреляция между типом почв и видовым разнообразием муравьев *Formica s. str.* в Среднем Поволжье

Показатель	Категории	Тип почвы								p
		аллювиальные	дерново-подзолистые	известковые	каштановые	подзолистые	серозем	серые лесные	чернозем	
Вид	<i>Formica aquilonia</i>	1 (9,1)	6 (11,3)	0 (0,0)	0 (0,0)	5 (15,6)	0 (0,0)	3 (8,6)	0 (0,0)	0,690
	<i>Formica lugubris</i>	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	2 (6,2)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	
	<i>Formica polystena</i>	1 (9,1)	1 (1,9)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	2 (5,7)	0 (0,0)	
	<i>Formica polystena</i>	2 (18,2)	9 (17,0)	1 (50,0)	0 (0,0)	7 (21,9)	0 (0,0)	8 (22,9)	0 (0,0)	
	<i>Formica pratensis</i>	5 (45,5)	13 (24,5)	0 (0,0)	1 (100,0)	6 (18,8)	0 (0,0)	9 (25,7)	3 (33,3)	
	<i>Formica rufa</i>	2 (18,2)	18 (34,0)	1 (50,0)	0 (0,0)	5 (15,6)	0 (0,0)	6 (17,1)	4 (44,4)	
	<i>Formica rufa</i>	0 (0,0)	2 (3,8)	0 (0,0)	0 (0,0)	4 (12,5)	1 (50,0)	5 (14,3)	2 (22,2)	
	<i>Formica truncorum</i>	0 (0,0)	4 (7,5)	0 (0,0)	0 (0,0)	2 (6,2)	1 (50,0)	2 (5,7)	0 (0,0)	
	<i>Formica truncorum</i>	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (3,1)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)

Рисунок 4. Распределение муравьев *Formica s. str.* по почвенным зонам Среднего Поволжья

Также в результате статистической обработки данных была проанализирована способность представителей отдельных видов *Formica s. str.* к комплексобразованию. Было выявлено, что принадлежность населяющей муравейник популяции к определенному виду является статистически важным критерием при оценке видового состава комплексов (критерий p составил $p < 0.001$). Наиболее склонны к формированию комплексов северный и малый лесной муравьи (*F. aquilonia* и *F. polycтена* соответственно), что объясняется их большей видовой специфичностью и, соответственно, группировкой в более крупные поселения на границе южнотаяжской и смешанно-лесной природных зон. Менее специфичный к лесорастительным условиям рыжий лесной муравей *F. rufa* имеет более широкий ареал, не приурочен к «полосам сгущения» и предпочитает селиться в одиночных муравейниках, аналогично поведению и лугового муравья *F. pratensis*. Волосистый лесной и тонкоголовый муравьи (*F. lugubris* и *F. truncorum*) представлены практически единично, что не позволяет сделать выводы о тенденциях их распределения по фитоценозам.

Выводы

Проанализировав результаты текущих исследований, можно прийти к заключению, что наиболее значимым экологическим фактором при оценке

видового разнообразия и закономерностей расселения рыжих лесных муравьев по Среднему Поволжью являются лесорастительные условия – была выявлена прямая корреляция между типом фитоценоза и населяющими его видами.

Влияние почвенных факторов присутствует, но не является единственно определяющим критерием – при статистической обработке данных была выявлена более выраженная зависимость от физико-географического расположения и климатических условий, чем от типа почв на исследуемой территории. Вероятно, это свидетельствует о необходимости рассмотрения эдафических факторов неразрывно с другими абиотическими.

Также следует отметить, что при мониторинге биоразнообразия, структуры и динамики популяций видов-биоиндикаторов геоаналитические и математико-статистические методы также стоит применять комплексно для возможности как получения наглядной биогеографической картины территории, на которой проводится мониторинг, так и прогноза дальнейшего состояния среды и поведения исследуемых видов на данной территории. При этом база геоданных, лежащая в основу данных методик, должна регулярно обновляться для повышения объективности результатов.

Список литературы:

1. Бельченко И.С., Смагин А.В., Попок Л.Б., Попок Л.Е. Анализ данных и математическое моделирование в экологии и природопользовании. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 313 с.
2. Зрянин В.А., Зрянина Т.А. Новые данные о фауне муравьев (*Hymenoptera, Formicidae*) Среднего Поволжья // Успехи современной биологии, 2007. Т. 127, № 2. – С. 226-240.
3. Кашпор Н.Н., Мартынюк А.А., Желдак В.И., Сидоренков В.М., Трушина И.Г., Кудряшов П.В., Солонцов О.Н. Схема лесного районирования Российской Федерации. // Лесной вестник, 2011. № 3. – С. 17-24.
4. Корочкина Н.И., Коноплева Е.Е., Зрянина Т.А. Популяционная структура *Formica aquilonia* (*Hymenoptera, Formicidae*) на границе бореальных и суббореальных ландшафтов в Поволжье // Зоологический журнал. 2014. Т. 93, № 4. – С. 559 – 569.
5. Ручин А.Б., Зрянин В.А. К фауне муравьев (*Hymenoptera: Formicidae*) республики Мордовия // Муравьи и защита леса. Материалы XIV Всероссийского мирмекологического симпозиума. 2013. С. 108 – 109.

6. Фридман Б.И. Современное состояние и перспективы изучения ландшафтных районов Нижегородской области. Нижегородский краеведческий сборник. Нижний Новгород, 2005. – Т. 1. С. 14-33.
7. Chapman A.D. Quality control and validation of point-sourced environmental resource data in Spatial Accuracy Assessment // Land Information Uncertainty in Natural Resources. – Lowell K. and Jaton A. eds. 1999. P. 409 – 418.
8. David W. Allen. Focus on Geodatabases in ArcGIS Pro. // ESRI Press, 2019. – 260 P.
9. Kozlova A.A. Cartographical analysis of *Formica* s. str. anthills complexes` dispersal in the Middle Volga regions // Journal of Agriculture and Environment. 2021. Vol. 18, № 3. 8 P.
10. Статистическая обработка данных [Электронный ресурс] – Режим доступа <https://stattech.ru/>

ЭНТОМОЛОГИЯ

ВРЕДНЫЕ ЦИКАДОВЫЕ РОДА *Asianidia Zachvatkin* ФЕРГАНСКОЙ ДОЛИНЫ*Кожевникова Алевтина Григорьевна**д-р биол. наук, проф. кафедры Защиты растений,
Ташкентский государственный аграрный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: gnadezhda03@gmail.com*HARMFUL CICADA GENUS *Asianidia Zachvatkin* OF THE FERGANA VALLEY*Alevtina Kojevnikova**Doctor of Biological Sciences,
Professor of the Department of Plant Protection
Tashkent State Agrarian University,
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В статье представлены материалы по изучению цикад рода *Asianidia Zachvatkin* в Ферганской долине, их морфологические и биологические особенности, систематическое положение, распространение, вредоносность и особенности их диагностики.

ABSTRACT

The article presents materials on the study of cicada's genus *Asianidia Zachvatkin* in Fergana Valley, their morphological and biological abilities, systematic position, distribution, harmfulness and peculiarities their diagnosis.

Ключевые слова: цикады, вид, видовой состав, *Asianidia Zachvatkin*, диагностика семейства, род, вид.

Keywords: cicadas, species, composition, *Asianidia Zachvatkin*, diagnosis, family, genus, species.

Введение. На сегодняшний день «основные проблемы мирового земельного фонда – снижение плодородия почв, эрозия почв, загрязнение, потеря биологической продуктивности, засоление и заболачивание орошаемых земель. По некоторым оценкам, человечество к настоящему времени потеряло 2 миллиарда гектаров плодородных земель, в том числе 5-6 миллионов гектаров сельскохозяйственных земель ежегодно только из-за эрозии и 1,5 миллиона гектаров из-за засоления и заболачивания». По этой причине разработка научно обоснованных мероприятий по повышению эффективности орошаемых земель приобретает важное значение [1, с. 98].

Основываясь на вышеизложенном, изучение вредителей сельскохозяйственных культур и защита от них растений, для получения качественного, предусмотренного урожая в настоящее время трудно переоценить.

Изучение цикадовых имеет большое теоретическое и практическое значение, поскольку большинство из них являются вредителями сельскохозяйственных культур [2, с. 3].

Как отмечает узбекский цикадолог профессор Г.К. Дубовский: «Нельзя сказать, что даже видовой состав этих вредителей в нашей Республике выявлен в достаточно полной степени. Свидетельством этому

служит тот факт, что из этой группы насекомых открываются и описываются новые для науки виды и даже новые роды, в том числе виды, являющиеся настоящими вредителями сельскохозяйственных растений» [3, с. 5].

Объект и методы исследования. Материалом для настоящей работы явились 20 летние стационарные и маршрутные сборы и исследования цикадовых, проводимых в условиях Ферганской долины,

В исследованиях использовались общепринятые в энтомологии методики [3, с. 25; 4, с. 28].

Результаты исследований. В результате исследований в Республике Узбекистан выявлен 71 вид цикад, повреждающих сельскохозяйственные культуры [5, с. 5].

Мы отмечаем, что высасывание соков цикадами вызывает истощение и недоразвитие растений, так как они лишаются питательных веществ, необходимых для построения своих тканей и органов. Особенно опасно, когда цикадовые в массовом количестве нападают на молодые растения и вызывают торможение роста, угнетение и гибель [6, с. 180].

Прежде чем производить и применять меры борьбы с вредителями необходимо, по возможности

точно определить вид цикады, численность, экономический порог вредоносности, относится ли этот вид к переносчикам вирусных заболеваний и каких, поскольку в этом случае небольшая численность вредителя становится опасной.

Род *Asianidia* Zachvatkin включает в себя мелких, светлых, изящной формы сосущих насекомых.

Голова остроугольно выдается вперёд. Темя выпуклое примерно одинаковой длины и ширины или несколько шире с продольно выраженной в разной степени интенсивности чёрточкой.

Фронтотрохитус выпуклый, антентрохитус удлинённый со срезанными на вершине углами.

Усики расположены в глубоких выемках под сложными глазами.

Переднеспинка выпуклая, передний её край округлый, задний почти прямой или немного вогнутый с закругленными боковыми углами.

Щиток треугольный с поперечной чёрточкой.

Крылья развиты, они намного длиннее брюшка, прозрачные. Надкрылья с красными продольными полосами.

Вредные цикадовые этого рода в Ферганской долине представлены следующими видами: *Asianidia asiatica* (Kusn.) и *Asianidia mesasiatica* (Dub.).

Asianidia asiatica (Kusn.) мелкая изящная желтоватая цикада. Крылья длинные. Надкрылья с красными, хорошо выраженными продольными полосами.

Ствол эдеагуса в профиль немного выгнутый, вершина его в виде треугольной лопаточки.

Размеры самца 2,5-2,6 мм, самки 2,7-2,8 мм.

Распространенный вид, обитает в Иране, Афганистане, Казахстане, Таджикистане, Узбекистане [7, с. 68].

Asianidia asiatica (Kusn.) вредит в Ферганской долине огурцам, люцерне, моркови. Это очень многоядный, влаголюбивый и теплолюбивый вид.

В начале весны перезимовавшие самки встречаются в оазисных районах почти повсеместно на появляющейся растительности. Позднее с наступлением жаркой погоды, *Asianidia asiatica* (Kusn.) стягиваются в затенённые и достаточно увлажнённые биотопы, встречаясь на влаголюбивых губоцветных и на других культурах [8, с. 9].

Asianidia mesasiatica (Dub.) внешне похожа на *Asianidia asiatica* (Kusn.), но окраска тела бледнее, красные полосы очень слабо окрашены или совершенно не выражены.

Ствол эдеагуса сравнительно широкий, слабо выгнутый, сверху жовольно тонкий, отростки его узкие, широко расставленные в стороны.

Размеры самца 2,8-2,9 мм, самки 3,0-3,1 мм.

Распространение: Казахстан, Таджикистан, Узбекистан.

По сведениям Г.К. Дубовского в Центральной Азии обнаружена в предгорьях Копет-Дага, Ферганской долине, Чирчик-Ангренском горнолесном массиве, Паркентском горнолесном заповеднике [3, с. 25].

В Казахстане, по сведениям И.Д. Митяева обнаружена на шиповнике и стевии [4, с. 28]. По нашим сведениям, вредоносна на моркови.

Выводы. Исследования показали, что в различных хозяйствах Ферганской долины из рода *Asianidia* Zachvatkin нами зарегистрированы виды цикад: *Asianidia asiatica* (Kusn.) и *Asianidia mesasiatica* (Dub.). Из них вид *Asianidia asiatica* (Kusn.) более многочисленный и вредоносный. Изучение этих видов имеет практическое значение.

Список литературы:

1. Асатов С.Р. Пути улучшения эколого-мелиоративного состояния орошаемых почв Бухарского оазиса Республики Узбекистан при дефиците воды //Ж. Актуальные проблемы современной науки. - № 4 (121) – Москва: - 2021. – С. 98. [Uz]
2. Кожевникова А.Г. Цикадовые (Auchenorrhyncha) – вредители хлопчатника в Узбекистане. Монография. - Изд-во «Инновацион ривожланиш нашриёт-матбаа уйи». – Ташкент: – 2020. – С. 3. [Uz]
3. Дубовский Г.К. Цикадовые (Auchenorrhyncha) Ферганской долины. - Фан. – Ташкент: – 1966. – С. 5, 25. [Uz]
4. Митяев И.Д. Цикадовые Казахстана (Homoptera, Cicadinea). – Наука. – Алма-Ата: - 2001. – С. 28. [Каз]
5. Кожевникова А.Г. Цикадовые (Auchenorrhyncha) – вредители сельскохозяйственных культур Узбекистана. // Дисс. докт. б. наук: 03.00.09. - Ташкент: – 2000. - С. 5. [Uz]
6. Кожевникова А.Г. Цикадовые злаковых культур Узбекистана и меры борьбы с ними // Ж. Актуальные проблемы современной науки. - № 6 (109) – Москва: - 2019. – С. 180. [Uz]
7. Кожевникова А.Г. Цикадовые (Auchenorrhyncha) – вредители сельскохозяйственных культур Узбекистана. Монография. - Изд-во «Fan va texnologiyalar». – Ташкент: – 2019. - С. 68. [Uz]
8. Яхонтов В.В. Список вредителей хозяйственных растений Бухарского округа и зарегистрированные на них хищников и паразитов //Тр. Шерабудинской опытн. с. – х. станции. – Т. 2. - 1929. – С. 9. [Uz]

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ

БИОХИМИЯ

ИЗУЧЕНИЕ ЦЕЛЛЮЛАЗНОЙ АКТИВНОСТИ ТЕРМИТОВ
ПО ДЕГРАДАЦИИ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ**Назаров Камолжон Каримович***канд. биол. наук, доц., завкафедрой «Биотехнология»,
Ташкентский государственный технический университет
Республика Узбекистан, г. Ташкент***Рахимов Мирзахид Матназарович***стажер-исследователь кафедры «Биотехнология»,
Ташкентский государственный технический университет
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: raximovm27@gmail.com*

STUDY OF CELLULASE ACTIVITY OF TERMITES ON CELLULOSE DEGRADATION

Komiljon Nazarov*Candidate of Biological Sciences
Associate Professor Head of the Department "Biotechnology",
Tashkent State Technical University
Republic of Uzbekistan, Tashkent***Mirzohid Rakhimov***intern-researcher of the Department of "Biotechnology"
Tashkent State Technical University
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

Термиты играют важную роль в деградации целлюлазных материалов в природе, и особое внимание уделяется активности и экспрессии термитных целлюлаз. Целью научного исследования является изучение целлюлатической ферментной активности термитов. При этом изучали активность ферментов с разных частей тела термитов.

ABSTRACT

Termites play an important role in the degradation of cellulose materials in nature, and special attention is paid to the activity and expression of termite cellulases. The purpose of the research is to study the cellulatic enzyme activity of termites. At the same time, the activity of enzymes from different parts of the body of termites was studied.

Ключевые слова: термит, целлюлаза, целлюлаза, эндо- α -1,4- глюканазы, целлобиогидролазы, β -глюкозидазы.

Keywords: termite, cellulase, cellulose, endo- α -1,4-glucanases, cellobiohydrolases, β -glucosidases.

Термиты наносят серьезный вред деревянным конструкциям культурно-исторических памятников, объектам стратегического назначения, гидротехническим сооружениям, населенным пунктам и административным зданиям. Одна семья термитов из 25 тысяч особей, обитающая в 100 см³ объема, в год потребляет в среднем до 50 тысяч см³ различного вида целлюлозы. Вместе с тем все это приводит к глобальному круговороту углерода и повышению в атмосфере концентрации парникового газа – диоксида

углерода. Все это осуществляется за счет пищеварительных секретов термитов и ферментов симбионтов, а также за счет активности биохимических процессов.

Скрытый образ жизни термитов, сильная защита от экологических факторов окружающей среды, функциональная специализация каст в термитнике и способность в краткие сроки восстанавливать свою популяцию затрудняют применение средств борьбы с ними. Исходя из этого, определение популяционной

экологии термитов и взаимоотношений с позвоночными/беспозвоночными и микроорганизмами, а также разработка современных биологических методов борьбы, контролирующих численность термитов, имеют актуальное значение.

Следует отметить недостаточность научных исследований для защиты населенных пунктов и других сооружений от вреда термитов, причин переселения и распространения термитов из природных условий в урбанизированные экосистемы. В настоящее время весьма актуальными проблемами являются определение распространения популяции термитов, а также физиолого-биохимических процессов, связанных с пищеварительными секретами и активностью ферментов симбионтов, выявление новых видов микроорганизмов-паразитов термитов, совершенствование методов борьбы, основанных на создании ядовитых приманок на основе патогенов-грибов и микроорганизмов.

Термиты имеют специализированную систему переваривания целлюлозы [1]. Различные целлюлазы участвуют в деградации целлюлозы у термитов и их симбионтов. Важным направлением исследований является изучение целлюлазной активности термитов. Три основных типа целлюлаз – это эндо- α -1,4-глюканазы, целлобиогидролазы и β -глюкозидазы, и деградация целлюлозы требует синергического действия трех типов гликозидгидролаз. Модели и характеры целлюлаз у термитов и их симбионтов были широко описаны [6], а целлюлазная активность целлюлаз и их распределение в пищеварительной системе были различными у различных видов термитов. В последнее время в основном изучались распределения различной активности целлюлазы в каждом сегменте кишечника термитов, и обнаружили, что экспрессия генов эндогенной целлюлазы переместилась из слюнных желез низших термитов в среднюю кишку высших термитов.

Последние исследования показывают, что распределение целлюлазной активности у термитов связано с их эволюционными уровнями [5; 3].

Материалы и методы. Термиты. В Узбекистане встречаются представители термитов рода *Anacanthotermes turkestanicus*, *Anacanthotermes ahngerianus*. Нашим объектом исследований являются термиты рода *Anacanthotermes turkestanicus*. Термиты были привезены из разных областей Узбекистана.

Получение сырого фермента. Для получения ферментных экстрактов рабочих или солдат промывали предварительно охлажденным 0,09%-ным нормальным физиологическим раствором. 1-й образец – пятнадцать комплектов головок (включая слюнные железы), 2-й образец – грудной и брюшной отделы тела термита, 3-й образец – целое тело термитов. Все образцы собирали в пробирки и гомогенизировали в 500 мл 0,1 М ацетатно-натриевого буфера (САБ) (рН = 5,6) на льду. Пробирки центрифугировали при 12000 об/мин в течение 15 мин при температуре 4 °С, а супернатанты доводили до объема 500 добавлением 0,1 М САБ и использовали в качестве ферментного экстракта. В качестве контроля использовали тот же объем 0,1 М САБ.

Анализ активности целлюлазы. В двух пробирках суспензировали по 50 мг окрашенного субстрата в 4 мл 0,1 М ацетатного буфера (рН = 4,5) при 40 °С, перемешивая на магнитной мешалке 5 мин. Затем в одну пробирку добавляли 0,1 мл раствора, содержащего 2–6 мг ферментного препарата, продолжая перемешивать. В другую пробирку также добавляли 0,1 мл указанного раствора ферментного препарата, и содержимое быстро пропускали через фильтр (контроль). Через 20 мин реакционную смесь в первой пробирке пропускали через фильтр и определяли оптическую плотность фильтрата при длине волны 490 нм для ОЦ-31 и 375 нм для НОЦ-ОХ против контрольной пробы.

Оптическую плотность гидролизатов измеряли на спектрофотометре Spekol-II (ГДР). Целлюлазную активность определяли по результатам трех параллельных измерений согласно формуле:

$$A \text{ (усл. ед./г)} = \frac{D \cdot 1000}{M},$$

где D – оптическая плотность гидролизата;

M – масса ферментного препарата, взятого для анализа.

За условную единицу активности принимали активность такого количества фермента, которое образует 1 ед. оптической плотности при 500, 490, 410 или 375 нм (в зависимости от типа красителя) за 20 мин.

Таблица 1.

Полная целлюлозная активность разных частей тела у испытуемых рабочих-термитов

№	Части тел термитов	После 1 часа	После 48 часов	После 72 часов
1	Термит	7,4	3,9	3,2
2	Головной отдел термита	4,7	4,2	4,2
3	Грудной и брюшной отделы термита	10,5	10	9,5

Фильтровальная бумага, градуировочная активность. Мы провели сравнительное определение активности из трех отделов тела термитов сырых ферментов по отношению к фильтровальной бумаге, которую определяли по образованию глюкозы и

восстанавливающих сахаров методом Шомоди – Нельсона [4]. За единицу активности принимали количество фермента, которое приводит к образованию 1 мкМ ВС за 1 мин из соответствующего субстрата. На таблице 1 и рисунке 1 представлены результаты

этих экспериментов, из которых видно, что наиболее активными оказались образцы грудно-брюшной части тела термитов.

Для подбора оптимальных параметров гидролиза были проведены эксперименты по гидролизу при pH 5,0 среды и температуре 55–60 °С. Начальная скорость ферментативного гидролиза существенно зависит от степени адсорбции ферментов на субстрате. В ряде случаев начальную скорость реакции можно увеличить, добавляя поверхностно-активные вещества (ПАВ), которые увеличивают смачиваемость целлюлозы, а соответственно, и биодоступность ее для ферментов. Мы провели исследование начальной скорости ферментативной реакции по выходу

глюкозы при добавлении различных концентраций ПАВ Тритона X-100. Наиболее эффективно увеличивает начальную скорость ферментативного гидролиза 0,5%-ный Тритон X-100. Более высокие концентрации Тритона X-100 эффекта не дают.

Во втором этапе наших исследований было запланировано решать задачи, в которые входило приготовление суспензий головного, грудно-брюшного отделов и целого тела термитов, в данном разделе были определены биodeградуемость фильтровальной бумаги при действии суспензии, полученной из разных частей тела термитов. Оптимальное соотношение: не фильтровальная суспензия – 1, 2, 3; фильтровальная (центрифугированная) суспензия – 4, 5, 6 и 7 чистый ферментный препарат (контроль).

1 – не фильтровальная суспензия целого тела термитов; 2 – не фильтровальная суспензия головного отдела термитов; 3 – не фильтровальная суспензия грудно-брюшного отдела термитов; 4 – фильтровальная (центрифугированная) суспензия целого тела термитов; 5 – фильтровальная (центрифугированная) суспензия головного отдела термитов; 6 – фильтровальная (центрифугированная) суспензия грудно-брюшного отдела термитов; 7 – чистый ферментный препарат (контроль)

Рисунок 1. Выход глюкозы (г/л) при ферментативном гидролизе фильтровальной бумаги с помощью различных суспензий, полученных из разных частей тела термитов: образец I, образец II, образец III

Обсуждение. Термиты играют важную роль в деградации целлюлозных материалов в природе, и особое внимание уделяется активности и экспрессии термитных целлюлаз [6]. Эффективное переваривание целлюлозы у термитов требует как эндогенных, так и кишечных микробных целлюлаз. Настоящее исследование показало, что грудная и брюшная части являются основным местом переваривания целлюлозы у термитов, что согласуется с сообщением. Что касается динамического сдвига у термитов, то наши результаты показали, что активность ЭГ и деградирующая активность фильтровальной бумаги были наиболее сильно сосредоточены в кишке изученных термитов, чем у других образцов (части тела, образцы I и II) термитов, что подтверждают исследование ЭГ [2], динамическое изменение целлюлазной активности подтверждают соответствующие отчеты A. Fujita, T. Miura, T. Matsumoto (2008) и G. Tokuda (2009). Они предположили, что основное положение

активности к голове/передней кишке с эволюцией древесных термитов и эволюционировавшие древесные термиты, такие как термиты Rhinotermitidae и Termitidae, могут иметь более высокую активность БГ в грудной части тела термита.

Что касается сравнения активности целлюлазы в целых телах термитов, то было высказано предположение, что деградирующая активность фильтровальной бумаги и процентное содержание СВН в полных целлюлозах увеличиваются со средним повышением эволюционного статуса.

Полученные данные показывают, что (рис. 1.) полученные суспензии от разных мест тела термитов после фильтрования наиболее гидролизуют целлюлозу в виде фильтровальной бумаги, чем суспензии без фильтрования. Это тоже доказывает, что наличие разных веществ в составе субстрата отрицательно влияет на биodeградацию образцов целлюлозы (в виде фильтровальной бумаги).

Из полученных данных можно сделать вывод о том, что целлюлазная активность в грудной и брюшной части термита постепенно уменьшается. Это явление можно объяснить тем, что в составе полученной суспензии имеются разные примеси и они могут

влиять на целлюлазную активность, так как неоднократно было доказано, что на активность целлюлазы могут влиять мультиномиальные факторы, такие как температура, субстрат, состояние и состав субстрата [7].

Список литературы:

1. Correlation of cellulase gene expression and cellulolytic activity throughout the gut of the termite *Reticulitermes flavipes* / Nakashima [et al.], 2002; Tokuda [et al.], 2007; Zhou [et al.], 2007.
2. Lo N., Tokuda G., Watanabe H. Evolution and function of endogenous termite cellulases // *Biology of Termites: a modern synthesis* / D.E. Bignell [et al.] (eds.). – London – New York : Springer Science + Business Media, 2011. – P. 51–67.
3. Major alteration of the expression site of endogenous cellulases in members of an apical termite lineage / G. Tokuda, N. Lo, H. Watanabe, G. Arakawa [et al.] // *Molecular Ecology*. – 2004. – № 13 (10). – P. 3219–3228.
4. Nelson M.I., Kelsey R.G., Shafizaden F. Enhancement enzymatic hydrolyses by Simultaneous attrition of cellulosed Substrates // *Bio-technol and Bioeng.* – 1982. – Vol. 24. – P. 293–294.
5. Tokuda G., Lo N., Watanabe H. Marked variations in patterns of cellulase activity against crystalline- vs. carboxymethyl-cellulose in the digestive systems of diverse, woodfeeding termites // *Physiological Entomology*. – 2005. – № 30 (4). – P. 372–380.
6. Watanabe H., Tokuda G. Cellulolytic systems in insects // *Annual review of entomology*. – 2010. – № 55. – P. 609–632.
7. Willis J.D., Oppert C., Jurat-Fuentes J.L. Methods for discovery and characterization of cellulolytic enzymes from insects // *Insect Science*. – 2010. – № 17 (3). – P. 184–198.

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ**БИОЭКОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ КАЛЕНДУЛЫ****Хомидова Паризод**

*магистр кафедры «Лекарственные и садовые растения»,
Андижанский институт сельского хозяйства и агротехнологии,
Республика Узбекистан, г. Андижан*

Юсупова Навруза

*магистр кафедры «Лекарственные и садовые растения»,
Андижанский институт сельского хозяйства и агротехнологии,
Республика Узбекистан, г. Андижан*

Каххорова Сурайё

*студент
Андижанского института сельского хозяйства и агротехнологии,
Республика Узбекистан, г. Андижан*

Юсупов Нурали Шералиевич

*ассистент,
Андижанский институт сельского хозяйства и агротехнологии
кафедры «Технологии хранения, переработки
и упаковки сельскохозяйственной продукции»,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: azamjonmagistr1991@gmail.com*

BIOECOLOGY AND TECHNOLOGY OF CALENDULA CULTIVATION**Khomidova Parizod**

*Master of the "Medicinal and garden plants",
Andijan institute of agriculture and agrotechnology,
Uzbekistan Andijan*

Yusupova Navruza

*Master of the "Medicinal and garden plants",
Andijan institute of agriculture and agrotechnology,
Uzbekistan Andijan*

Kakhkhorova Surayo

*Student
of the Andijan Institute of Agriculture and Agrotechnology,
Uzbekistan Andijan*

Yusupov Nurali Sheralievich

*Assistant of the "Technologies of storage, processing and packaging of agricultural products"
Andijan institute of agriculture and agrotechnology,
Uzbekistan Andijan*

АННОТАЦИЯ

В статье приведены сведения о биоэкологии ногтевого растения и экспериментально изучена технология выращивания на орошаемых землях. Фенология растений соблюдена. Описан порядок выполнения агротехнических мероприятий.

ABSTRACT

The article provides information on the bioecology of the nail plant and the technology of cultivation in irrigated areas has been studied experimentally. Plant phenology was observed. The order of implementation of agro-technical measures is described.

Ключевые слова: биоэкология ногтей, медицина, агротехника, семена, удобрения, лечебные свойства, ванна, примочка.

Keywords: bioecology of nails, medicine, agrotechnics, seeds, fertilizers, medicinal properties, bath, lotion.

Введение. В нашей стране ведется большая научная и практическая работа в области развития местных лекарственных растений. В настоящее время потребность фармацевтической промышленности в растительном сырье максимально удовлетворяется. Следует отметить, что имеющиеся в республике лекарственные растения используются при лечении и профилактике заболеваний человека для этого готовят различные лекарства или из них извлекают чистые лекарства. Он способствует восстановлению здоровья, долголетия и здорового образа жизни человека за счет предоставления нашим людям экологически чистых лекарств.

В последние годы в стране проводятся последовательные реформы в области защиты лекарственных растений, рационального использования природных ресурсов, создания плантаций по выращиванию лекарственных растений и их переработке.

Из более чем 4300 растений, относящихся к местной флоре, 750 видов являются лекарственными, из которых 112 видов зарегистрированы для использования в научной медицине, из которых 70 видов активно используются в фармацевтической промышленности.

В 2019 году было экспортировано обработанных лекарственных растительных продуктов на сумму 48 миллионов долларов.

В то же время анализ показывает необходимость создания цепочки добавленной стоимости за счет защиты лекарственных растений, организации их плантаций, переработки.

В целях создания благоприятной среды для дальнейшего развития выращивания и переработки лекарственных растений, увеличения экспортного

потенциала отрасли, а также интеграции образования, науки и производственных процессов: Календула лекарственная (ноготки лекарственные). Однолетнее травянистое растение 30-50 см (иногда 60 см) высотой. Корневая система- стержневая. Побеги толстые, прямостоячие, от основания ветвистые, верхняя часть покрыта железистыми волосками. Листья простые, очередные, удлинённые или овальные, перевернуто-яйцевидные, опушены редкими жёсткими волосками. Тип соцветия-корзинка. Цветет с июня до поздней осени. Плоды-семянки разной длины и формы, они созревают в июле- сентябре.

Исследовательская часть. Полевые опыты проводились по общепринятой методике Оз ПИТИ, а фенологические наблюдения - по методике Б.А. Доспехова. Опыты проводились в Андижанском государственном институте сельского хозяйства и агротехнологии.

Перед посевом семян ранней весной почву выровняли, очистили от сорняков, а при температуре почвы 20-22°C высаживали семена на глубину 2-3 см и вносили 10-12 кг семян на гектар. Семена высевают с междурядьями с интервалом 60 см, семена прорастают через 7-8 дней. После прорастания проростки делают травяными и одиночными, оставляя по 1-2 растения в каждом гнезде на расстоянии между рядами 15-20 см. Продукт содержит 7,6-7,8 мг% каротина, 0,02-0,4% эфирного масла, 0,33-Обнаружено 0,88% флаваноидов, 3,44% смол, до 4% слизи, 10,4-11,2% добавок, до 19% горького вещества-календулы, 6,84% яблочного пентадецила и небольшие количества салициловой кислоты, тритерпеноидов и алкалоидов.

a) Соцветие ноготков

b) Семена ноготков

Благодаря полезным свойствам ноготков лекарственных (календула лекарственная) они широко применяются в народной медицине. В народной медицине настойки из соцветий этого растения используются при лечении заболеваний печени, селезенки, желудка и кишечника. Средства из ноготков лекарственных широко используются в научной медицине. Различные настойки, таблетки, эмульсии из него изгатавливаются при лечении ряда заболеваний. Настойку из календулы лекарственной наносят на различные раны, ожоги в виде ванночек, примочек на нарывы, порезы, язвочки и высыпаний.

Результаты экспериментов и их анализ

Перед посевом почву вспахали на глубину 25-30 см перед зяблевой вспашкой, давая 20-30 т местных удобрений на гектар и 70% годовой нормы фосфорных удобрений. Ранней весной перед посадкой почву выравнивают, пропалывают и высаживают на глубину 2-3 см. После прорастания вносили 30 кг азотных и фосфорных удобрений на гектар.

Второй процесс внесения удобрений - 40 кг азота и 30 кг калийных удобрений на гектар в течение вегетационного периода. Последняя подкормка была завершена внесением 40 кг азота и 30 кг фосфора на гектар, когда растение было в полном цветении.

Если осенью посадить семена, то в апреле появляется вегетативная часть побега. На каждом побеге по 3-4 листа. Если осень тёплая, то часть семян зеленеют и зимуют. Озимые сеянцы зацветают через 35-40 дней, т. е. в начале мая.

Заключение. Исходя из вышеуказанного можно сказать, что в ходе исследования был проведен литературный анализ по данной тематике, дано морфологическое описание “календулы лекарственной” (ноготки), теоретически изучено её применения в народной медицине, экспериментально изучена технология выращивания календы лекарственной на орошаемых площадях и описан порядок выполнения агротехнических мероприятий.

Список литературы:

1. Методика проведения полевых экспериментов (сборник статей, под ред. Ш. Нурматова, К. Мирзажоннова, А. Авлийокулова и др.). - Ташкент: УзПИТИ, 2007. - 147 с.
2. Тохтаев Б.Ю. Интродукция лекарственных растений в Узбекистане. Проблемы и перспективы интродукции растений VI Материалы VI Республиканской научно-практической конференции (3-4 июля 2009 г.) Ташкент 2009. Б 6-9.
3. Х.Х. Холматов, З.Х. Габибов. Фармакогнозия. «Медицина» СССР, Ташкент, 1981, с. 420.
4. М. Набиев, В. Шальнев, А. Иброхимов. Благословения исцеления. Ташкент «Мехнат» 1989 с. 127.
5. Бердиев Э.Т., Хакимова М.Х., Махмудова Г.Б. Лесные лекарственные растения. Тошкент 2016 г. 221-б.
6. О'. Ахмедов, А. Эргашев, А. Абзалов, М. Юльчиева, Д. Мустафакулов. Технология и экология лекарственных растений. 2011 188 с.
7. Тохтаев Б.Ю. Интродукция лекарственных растений на засоленных землях Узбекистана. // Дис. док. биол. наука. -Ташкент, 2009. -307 с.
8. Холматов Х. «Лекарственные растения в Узбекистане» 1980 г.

ФИЗИОЛОГИЯ

DOI - 10.32743/UniChem.2021.89.11.12525

ХАРАКТЕРИСТИКА АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПОДРОСТКОВ, В РАЗЛИЧНЫХ РАЙОНАХ ЮЖНОГО ПРИАРАЛЬЯ

Ильсова Гулнара Кенесбаевна

PhD биологических наук, преподаватель,
Нукусский филиал Центра научно-методического обеспечения,
подготовки и переподготовки специалистов
по физической культуре и спорту Республики Узбекистан
Республика Узбекистан
E-mail: svetmamb@mail.ru

CHARACTERISTICS OF ANTHROPOMETRIC INDICATORS OF PHYSICAL DEVELOPMENT OF ADOLESCENTS, IN VARIOUS PARTS OF THE SOUTHERN PRIARAL

Gulnara Ilyasova

PhD biological sciences, teacher,
Nukus branch of the center of scientific and methodological support,
training and retraining of specialists in physical culture and sports of the Republic of Uzbekistan
Uzbekistan

АННОТАЦИЯ

В статье изучены качества антропометрических показателей сравнительный анализ массы тела мальчиков и девочек в возрасте от 11 до 14 лет проживающих в различных районах Южного Приаралья. По результатам анализа, массу тела мальчиков составила $30,8 \pm 0,9$, $31,9 \pm 1,4$ и $32,1,1,4$ и $32,1,1 \pm 2,1$, количеству массы тела мальчиков. У девушек темпы роста снижаются во всех областях, где обследование снижается (8,4%, 5,7% и 4,7%). Это позволит нам записывать значительные задержки в развитии детей в области Южного Приаралья. Установлено, что полученные данные физического развития подростков по всем обследованным территориям находятся ниже нормативных.

ABSTRACT

The article examines the comparative analysis of body weight of boys and girls aged 11 to 14 years living in various areas of the Southern Priaralye region as anthropometric indicators. According to the results of the analysis, the boys' body weight was 30.8 ± 0.9 , 31.9 ± 1.4 and $32,1,1,4$ and $32,1,1 \pm 2.1$, the number of boys' body weight. In girls, the growth rate decreases in all areas where the survey is reduced (8.4%, 5.7% and 4.7%). This will allow us to record significant delays in the development of children in the Southern Priaralye region. It was found that the obtained data on the physical development of adolescents in all surveyed territories are below the standard.

Ключевые слова: адаптация, организм подростков, физическое развитие онтогенез.

Keywords: adaptation, adolescent organism, physical development of ontogenesis.

Введение

В настоящее время одной из самых актуальных проблем в мире является охрана здоровья населения в результате воздействия различных антропогенных факторов окружающей среды, совершенствование здорового образа жизни подрастающего поколения. Немаловажно и то, что различные патологические изменения, происходящие в организме человека, ухудшение состояния здоровья подростков являются одним из факторов риска возникновения заболеваний сердечно-сосудистой и других функциональных систем организма подростка. Поэтому исследования физического развития детей и подростков имеют большое научное и практическое значение при разработке мер по профилактике заболеваний и улучшению состояния здоровья подрастающего поколения.

Многие ученые проводят научные исследования, направленные на выявление механизмов адаптации организма детей и подростков под воздействием различных физических нагрузок, что позволяет оценить оптимальный режим физической активности в процессе онтогенеза [1]. Тем не менее, проблема физической активности в подростковом возрасте является одной из самых насущных вопросов физиологии и гигиены человека [4].

Под термином «физическое развитие» обычно понимают комплекс функциональных показателей, определяющий резервные возможности физических сил и функциональных систем организма [3]. Применительно к детскому организму представление о физическом развитии должно быть расширено за счет оценки процессов его роста и развития, поэтому под

физическим развитием в данном случае понимают комплекс морфофункциональных признаков, характеризующих возрастную степень биологического развития ребенка [6].

Методы исследований

Для изучения морфофункционального состояния и особенностей полового созревания организма подростков 11-14 лет были избраны общеизвестные методы антропометрии и физиометрии.

Антропометрические измерения проводились по методикам, предложенным В.В. Бунаком [2], и включали в себя определение следующих параметров: масса тела (кг); длиннотные размеры (см); обхватные размеры (см); поперечные размеры (см); толщина кожно-жировых складок (см).

Длина тела измерялась медицинским ростометром (с точностью до 0,5 см); масса тела - на медицинских весах (с точностью до 50 г) [4].

Как известно, существуют два периода повышения скорости роста организма: первый приходится на период от 4 до 7 лет, второй – на более поздний период: у девочек 10-11,5 лет, а у мальчиков 13-15 лет. Первое увеличение скорости роста называется полуростовым скачком, второе – пубертатным скачком [5, 6]. Значительный прирост массы тела у

мальчиков и девочек отмечается во время периода полового созревания. В этот период (с 10 до 15 лет) масса тела девочек больше, чем масса тела мальчиков, а с 14 лет темпы прироста массы тела у мальчиков выше. У мальчиков наблюдается наиболее интенсивный прирост массы тела в период между 4-5 и 11-14 годами. У девочек наиболее интенсивный прирост массы тела отмечается между 4-5 и 10-11 годами. Данные официальной статистики и научных исследований свидетельствуют о том, что негативные тенденции изменения демографических показателей в Республике Узбекистан, в том числе состояния здоровья детского населения, сохраняются [4].

Обсуждение результатов

В наших исследованиях в качестве антропометрических показателей были использованы рост и масса тела детей в возрасте от 11 до 14 лет, проживающих в различных районах Южного Приаралья. В качестве контрольных значений использовали средние нормы, принятые Минздравом Республики Узбекистан. Полученные данные представлены в табл. 1. Для каждого показателя было проведено по 50 измерений. Значения роста и массы тела имеют минимальные и максимальные возрастные значения и это учитывалось при обработке полученных результатов.

Таблица 1.

Показатели роста у подростков в возрасте 11-14 лет, проживающих в разных районах Приаралья (M±m, n=150)

Мальчики (n=86)							
Возраст, лет	Норма	Муйнак	%	Караузяк	%	Нукус	%
11-12	135-147	134,1±0,05	99,3	137,0±0,09	101,4	138,6±1,3	102,6
13-14	155-170	147,0±1,2	95,8	148,5±2,6	95,8	150,2±3,03	97,5
Девочки (n=64)							
11-12	134-147	127,4±0,04	95,1	131,5±0,08	98,1	132,6±0,06	99,0
13-14	153-166	140,2±0,07	91,6	144,5±1,3	94,4	145,8±0,09	95,3

Проведенный анализ показал, что в возрасте 11 лет рост мальчиков, проживающих в Муйнакском и Караузякском районах и г. Нукусе региона Южного Приаралья составляет от 134,1±0,05 см до 138,6±1,3 см, что соответствует нижнему нормативному значению этого показателя (135 см при высшем 147 см). В возрасте 13-14 лет показатели роста составляют соответственно по районам 147,0±1,2, 148,5±2,6 и 150,2±3,03 см, т.е. ниже нормативных показателей роста в этом возрасте, которые составляют от 155 до 170 см.

Показатели роста у девочек в 11 лет во всех рассмотренных территориях проживания составили соответственно в среднем 127,4±0,04 для Муйнакского района, 131,5±0,08 см для Караузякского района и 132,6±0,06 см для г. Нукуса при нормативном значении 134-147 см. В возрасте 13-14 лет они составили в том же порядке по территории проживания

140,2±0,07, 144,5±1,3 и 145,6±0,09 см при существующих нормах роста для девочек 153-166 см. Из приведенных данных следует, что показатели роста у подростков в Муйнакском и Караузякском районах, а также г. Нукуса соответствуют или меньше нижнего нормативного значения.

В большей степени это проявляется у мальчиков к 14 годам (на 4,2, 4,2 и 2,5% соответственно территории проживания). Что касается девочек, то процессы роста у них замедленны, особенно у проживающих в Муйнакском районе (на 5%). К 14 годам, отставания в росте становятся более очевидными на всех обследованных территориях (на 8,4, 5,6 и 4,7% соответственно по местам проживания).

Прибавка роста тела у мальчиков в период с 11 до 14 лет составила 12,9 см в Муйнакском районе, 11,5 см в Караузякском районе и 11,6 см в г. Нукусе.

Известны возрастные нормы прироста тела для мальчиков подростков за этот период. Они составляют 20-23 см.

У девочек прирост тела в Муйнакском районе составил 12,8 см, в Караузякском районе 13,0 см и для г. Нукуса составил 13,2 см. Нормы прироста тела для девочек-подростков с 11 до 14 лет составляют 19 см. Более существенный рост по сравнению с мальчиками связан с особенностями физиологического развития девочек в препубертатный период. Таким образом, приведенные сведения позволяют констатировать отставания в развитии роста подростков, проживающих на вышеуказанных территориях Приаралья.

Далее нами проведен сравнительный анализ показателей массы тела мальчиков и девочек, проживающих в Муйнакском, Караузякском районах и г. Нукусе. Сведения приведены в табл. 2.

В качестве контрольных показателей использованы принятые нормативные показатели для каждого возраста и для мальчиков и для девочек. Как видно из приведенных данных показатели массы тела мальчиков в 11 лет на всех обследованных территориях находятся в пределах нижнего нормативного значения: $30,8 \pm 0,9$, $31,9 \pm 1,4$ и $32,1 \pm 2,3$ соответственно по годам.

Таблица 2.

Показатели массы тела у подростков в возрасте 11-14 лет, проживающих в разных районах Приаралья ($M \pm m$, $n=150$)

Мальчики ($n=86$)							
Возраст, лет	Норма	Муйнак	%	Караузяк	%	Нукус	%
11-12	30,0-38,4	$30,8 \pm 0,9$	102,6	$31,9 \pm 1,4$	106,3	$32,1 \pm 2,3$	107,0
13-14	45,4-56,8	$39,8 \pm 2,9$	87,7	$40,3 \pm 3,7$	88,8	$42,3 \pm 4,3$	93,2
Девочки ($n=64$)							
11-12	30,2-38,4	$24,5 \pm 0,8$	81,1	$25,2 \pm 1,5$	83,4	$27,9 \pm 2,2$	92,4
13-14	46,5-55,5	$35,8 \pm 1,2$	77,0	$36,3 \pm 2,8$	78,1	$37,9 \pm 3,4$	81,5

К 14 годам отставания в развитии становятся более заметными, так как значения массы тела у обследованных подростков оказались за пределами нижней нормы: в Муйнаке $39,8 \pm 2,9$ кг, Караузяке $40,3 \pm 3,7$ кг и г. Нукусе $42,3 \pm 4,3$ кг, т.е. ниже нормального веса на 13,3, 12,2 и 6,8% соответственно.

У девочек значения нормативного веса в 11 лет одинаковые с мальчиками. Измерения, проживающих на вышеуказанных территориях девочек позволили констатировать, что их вес ниже необходимого на 9,9, 17,6 и 7,6% (соответственно $24,5 \pm 0,8$ кг, $25,2 \pm 1,5$ и $27,9 \pm 2,2$ кг) по исследуемым районам Приаралья.

В возрасте 13-14 лет отставания в развитии становятся еще более выраженными. Весовые показатели девочек из Караузякского района Приаралья составили в среднем $35,8 \pm 1,2$ кг, что ниже контрольного значения на 23%. У девочек, проживающих в г. Нукусе вес их составил $36,3 \pm 2,8$ кг, что является ниже необходимого на 21,9% и в Муйнакском районе $37,9 \pm 3,4$ – на 18,5%. В сравнительном аспекте отставания в весовом отношении от нормативных показателей более заметны у девочек, чем у мальчиков. Наиболее отчетливо они проявляются у подростков, проживающих в Караузякском районе Каракалпакстана.

К 13-14 годам задержка в развитии массы тела становится довольно значительной и у девочек в большой степени.

Прибавка в массе тела у мальчиков, проживающих в Караузякском районе за период с 11 до 14 лет составила 9,0 кг, в Муйнакском районе 8,4 кг и г. Нукусе -10,2 кг. Их можно сравнить с существующими нормативными показателями возрастного прироста тела, которые составляют величину от 15,4 до 18,4 кг.

Выявлено, что полученные данные физического развития подростков по всем обследованным территориям находятся ниже нормативных. На территории г. Нукуса они несколько выше остальных. У девочек за период с 11 до 14 лет вес увеличился в Караузякском районе на 11,3 кг, в Муйнакском районе на 10 кг и г. Нукусе на 11,1 кг. В норме за период с 11 до 14 лет масса тела девочек должна увеличиться на 16,3-16,8 кг.

Таким образом, полученные сведения позволяют констатировать значительные отставания в развитии массы тела девочек, проживающих на вышеуказанных территориях региона Южного Приаралья.

Список литературы

1. Ариячин Н.И. Оценка биологического возраста по состоянию функциональных систем организма // Основные закономерности роста и развития детей и критерии периодизации. – Одесса, 1975. – С. 11–12.
2. Ванюшин Ю.С., Ситдилов Ф.Г. Критерии биологической надежности сердечно-сосудистой системы // Казанский медицинский журнал. – 2001. – Т. 82. – № 5. – С. 331–332.

3. Воронцов И.М. Закономерности физического развития детей и методы его оценки // Учебно-методич. пособие.- Л., 1986.- 56 с.
4. Завьялов С.И. Антропометрические размеры и физическое состояние школьников на рубеже XXI века. Методы определения и оценки. Научно-методическое пособие для методистов и преподавателей физической культуры. – Тула, 2001. – 67 с.
5. Камилова Р.Т. Унифицированная методика исследования и оценки физического развития детей и подростков. Ташкент: Изд-во им. Абу Али Ибн Сино, 1996.-22 с.
6. Сальников В.А. Возрастное и индивидуальное в структуре спортивной деятельности: Монография. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2000. – 160 с.

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

DOI - 10.32743/UniChem.2021.89.11.12483

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ М-КРЕЗОЛА
В ЛЕКАРСТВЕННОМ ПРЕПАРАТЕ РАСТВОРЕННОГО ИНЪЕКЦИОННОГО ИНСУЛИНА**Жалилов Маруфжон Жуманазарович***PhD докторант химического факультета
Национального университета Узбекистана имени Мирзо Улугбека,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: marufjon_jalilov@mail.ru***Сманова Зулайхо Асаналиевна***д-р хим. наук, профессор,
зав. кафедрой аналитической химии химического факультета
Национального университета Узбекистана имени Мирзо Улугбека,
Республика Узбекистан, г. Ташкент***Кутлимуротова Нигора Хакимовна***д-р хим. наук,
доц. кафедры аналитической химии химического факультета
Национального университета Узбекистана имени Мирзо Улугбека,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*DEVELOPMENT OF A METHOD FOR DETERMINATION OF M-CRESOL
IN A DRUG OF DISSOLVED INJECTION INSULIN**Marufjon Jalilov***PhD doctoral student, department of chemistry,
National University of Uzbekistan named after MirzoUlugbek,
Uzbekistan, Tashkent***Zulaykho Sumanova***Doctor of chemistry, professor,
Head of department of analytical chemistry, faculty of chemistry,
National University of Uzbekistan named after MirzoUlugbek,
Uzbekistan, Tashkent***Nigora Kutlimuratona***Doctor of chemistry, associate professor,
department of analytical chemistry, faculty of chemistry,
National University of Uzbekistan named after MirzoUlugbek,
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В статье приводятся результаты исследований по разработке методики определения метакрезола в лекарственном препарате растворенного инъекционного инсулина. Выбраны реагенты для реакции комплексообразования ионов железа (III) с м-крезолом; определены $\lambda_{\text{макс}}$ оптического поглощения комплекса реагента (FeCl_3) с м-крезолом и влияние pH на аналитический сигнал. Линейность градуировочного графика зависимости оптической плотности от концентрации м-крезола наблюдается в диапазоне 0,625 - 12,5 мг в 8 мл раствора при $\lambda_{\text{макс}} = 567$ нм, коэффициент корреляции R^2 0,981.

ABSTRACT

This article presents the results of the development of a methodic for the determination of metacresol in a medicinal product of dissolved injectable insulin. The choice of the reagent for the complexation reaction, finding the λ maximum of the complex of the reagent (FeCl_3) with m-cresol, the effect of pH on the analytical signal was studied. The straightness of the optical density in the determination of m-cresol in the concentration range of 0.625–12.5 mg / 8 ml with a correlation coefficient (R_2) of 0.981 at λ max 567 nm has been proved.

Ключевые слова: м-крезол, инсулин, консерванты инсулина, сорбционная спектроскопия.

Keywords: m-cresol, insulin, insulin preservatives, sorption spectroscopy.

Инсулин производится поджелудочной железой и регулируется в зависимости от уровня сахара в крови и других гормонов в организме. У здорового человека производство и высвобождение инсулина - это строго регулируемый процесс, позволяющий организму сбалансировать свои метаболические потребности [1].

Суточные колебания уровня глюкозы в крови контролируются путем введения комбинации инсулинов быстрого и пролонгированного действия. Инсулин быстрого действия (растворенный) обеспечивает высокую дозу инсулина во время еды, в то время как инсулин пролонгированного (нерастворенный) действия обеспечивает преобладающий базальный уровень инсулина между приемами пищи, особенно в течение ночи [2].

М-крезол используется как бактерицид при биотехнологической переработке фармацевтических препаратов; консервант в фармацевтических препаратах [инъекционные растворы инсулина], пестицид для обработки стеблей плодовых деревьев и растений. Воздействие на людей возможно при использовании м-крезола в качестве консерванта в фармацевтических растворах для инъекций.

м-Крезол, обычно используемый как бактерицидный препарат в агро- и биотехнологиях, зачастую применяется в качестве консерванта в фармакологических препаратах, в частности в растворах инсулина для инъекций. Это может оказывать отрицательное воздействие на организм человека.

Смесь м-крезола, п-крезола и м/п-крезола всасываются через дыхательные и желудочно-кишечные тракты, а также через кожу и распределяются по всему телу. Первичный путь метаболизма всех изомеров крезолола - конъюгация с глюкуроновой кислотой и неорганическими сульфатами. Все изомеры, в основном, выводятся почками в виде вышеупомянутых конъюгированных форм. Оральная LD_{50} неразбавленного м-крезола у крыс составляла 242 мг/кг массы тела. Клинические признаки включают гипоактивность, слюноотделение, тремор и судороги. Смертности, клинических признаков токсичности не наблюдалось после воздействия концентрации насыщенных паров м-крезола или п-крезола. Однако вдыхание аэрозолей может привести к смерти. Так, сообщалось, что средние летальные концентрации п-крезола у крыс составили 29 мг/м³ и 58 мг/м³ для м-крезола. [3]

Разработаны различные методики определения м-крезола в песке [4], сточных водах [5-6], в инсулине [3] и пр. с помощью газовой, жидкостной

хроматографий, электрохимическими, спектроскопическими [7] и другими методами.

Экспериментальная часть

Реагенты и аппаратура. Исходные растворы реагента FeCl_3 и $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ «х.ч.» готовили растворением точной навески, предварительно растворяя в концентрированной соляной кислоте и доводя до метки ультрачистой водой (УЧВ), необходимую концентрацию получали разбавлением исходного раствора. Концентрацию растворов устанавливали комплексонометрически по методике [8]. Стандартные растворы м-крезола готовили по стандартной методике. Навеску 1,08 мг м-крезола растворяли в 0,01 М HCl кислоты в 1 л мерной колбе, емкостью 1 л.

Навески взвешивали на микровесы Sartorius серии Cubis MSA66S с максимальной нагрузкой до 61 г и дискретностью 0,001 мг аналитических весов Sartorius MSA66S максимальное количество навески 61 г. (Германия).

pH растворов измеряли на pH-метре Seven ExcellencepH/mV/TEMP Mettler Toledo (Германия). Спектры поглощения измеряли на двухлучевом спектрофотометре UV-1800 Shimadzu (Япония), кюветы 10 мм кварцевые. УЧВ для приготовления растворов получали с использованием прибора HealForceWaterPurificationSystemSmart-N (Китай).

Оптическую плотность растворов до и после сорбции на носителе измеряли на UV-1800, pH растворов измеряли на pH-метре Seven ExcellencepH/mV/TEMP MettlerToledo.

Методика проведения исследования. Приготовленные растворы реагента FeCl_3 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, м-крезола хранились при температуре 2-8°C. Заранее экспериментальным путём была установлена оптимальная концентрация реагента, которая позволяет визуализировать спектры поглощения. Оптимальный UV-Vis-спектр получен при разбавлении исходного раствора реагента УЧВ до 1,254 мг/мл. К отдельно взятым 2 мл раствора реагента (Re) добавляли от 0,1 до 6 мл раствора м-крезола и доводили общий объем до 8 мл УЧВ. После тщательного перемешивания (2 мин), измерялись спектры поглощения в диапазоне 190-1100 нм для определения λ макс. Измерения проводили относительно УЧВ. Для точности измерения установлены следующие параметры скорость измерения «Medium» (среднее) и «SamplingInterval» (интервал измерения) 1,0 нм. Приведенные параметры устанавливали экспериментально для выявления более презентабельных и точных результатов.

Результаты и их обсуждение

Оптимизация условий комплексообразования проводилась определением максимального аналитического сигнала при варьировании концентрации

м-крезола и реагента в растворе. Аналитическим сигналом служила интенсивность поглощения цвета в УФ- и видимых диапазонах.

Рисунок 1. Спектр поглощения комплекса реагента *Re-1* с м-крезолом

Линейность зависимости оптической плотности от концентрации полученного комплекса проверяли путем приготовления нескольких образцов из исходного раствора м-крезола в диапазоне 0,625- 12,5 мг/8 мл, после чего, абсорбция была измерена при этих

концентрациях. По полученным данным строили калибровочную кривую зависимости оптической плотности от концентрации полученного комплекса (Табл. 1.).

Таблица 1.

Исследования линейности для различных концентраций м-крезола

№	Объём, мл	Концентрация м-крезола, мг/8 мл	Оптическая плотность, Abs
1	0,25	0,625	0,0020
2	0,5	1,25	0,0040
3	1,0	2,5	0,0080
4	1,5	3,75	0,0105
5	2,0	5,0	0,0120
6	2,5	6,25	0,0150
7	3,0	7,5	0,0165
8	3,5	8,75	0,0190
9	4,0	10,0	0,0200
10	4,5	11,25	0,0220
11	5,0	12,5	0,0240

Интерпретация данных таблицы 1 представлена на рисунке 2.

Рисунок 2. Калибровочная кривая м-крезола

Коэффициент корреляции (R^2) составил 0,981 в диапазоне концентраций 0,625–12,5 мг /8 мл.

Выводы

Исследовано комплексообразование м-крезола с солями железа (III). Установлено оптимальное соотношение реагентов и снят УФ-спектр в диапазоне 200-1100 нм. Максимальное поглощение наблюдается в видимом диапазоне при $\lambda_{\text{max}} = 567$ нм. Изучено влияние pH на величину оптического поглощения. Разработана простая методика определения м-крезола

в препаратах растворенного инсулина. Линейность калибровочного графика наблюдается в диапазоне 0,925 – 12,5 мг м-крезола в 8 мл водного раствора. Коэффициент корреляции R^2 составил 0,981, что свидетельствует о приемлемой с метрологической точки зрения, точности анализа.

Разрабатываемая методика может быть предложена как чувствительный метод после оптимизации некоторых параметров и изучения влияний мешающих компонентов для определения м-крезола в фармацевтике.

Список литературы:

1. Hormonehealth: WhatIsInsulin [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <https://www.hormone.org/your-health-and-hormones/glands-and-hormones-a-to-z/hormones/insulin> (дата обращения: 30.09.2021).
2. Whittingham J.L., Edwards D.J., Antson A.A., Clarkson J.V., Dodson G.G. Interactions of Phenol and m-Cresol in the Insulin Hexamer, and Their Effect on the Association Properties of B28 Pro f Asp Insulin Analogues // Biochemistry –1998. –37. –P 11516–11523.
3. Rane SS, Ajameri A, Mody R, Padmaja P. Validation of a simple RP-HPLC method developed for the quantification of meta-cresol in parathyroid hormones formulation // Pharm Methods. – 2011 Jul. – 2(3). – P 203–8. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: doi: 10.4103/2229-4708.90366.(дата обращения: 30.09.2021).
4. Russel M., Zhenxiang S., Changrui L., Hao Z., Lifan L., Marios S., Yong Z. Development of a detection method based on dielectric spectroscopy for real-time monitoring of meta-cresol contamination in beach-sand // Sensors and Actuators A. – 2017. – V 268. – P 16–26 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://doi.org/10.1016/j.sna.2017.10.049> (дата обращения: 30.09.2021).
5. Kamel R.M., Shahat A., Anwar Z.M., El-Kady H.A., Kilany E.M. Efficient dual sensor of alternate nanomaterials for sensitive and rapid monitoring of ultra-trace phenols in sea water // Journal of Molecular Liquids. –V 297, –2020. – 111798, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2019.111798>. (дата обращения: 30.09.2021).
6. Zhao L., Lee H.K. Determination of Phenols in Water Using Liquid Phase Microextraction with Back Extraction Combined with High-Performance Liquid Chromatography. // Journal of Chromatography.2001. –Vol.931. – No.1-2. – P. 95–105. [Электронный ресурс]. URL: [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(01\)01199-2](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(01)01199-2) (дата обращения: 27.03.2021).
7. Fiamegos Y.C., Stalikas C.D., Pilidis G.A., Karayannis M.I. Synthesis and Analytical Applications of 4-Aminopyrazolone Derivatives as Chromogenic Agents for the Spectrophotometric Determination of Phenols. //Analytica Chimica Acta, 2000. –Vol. 403. – No 1-2. – P. 315–323. [Электронныйресурс].URL: [https://doi.org/10.1016/S0003-2670\(99\)00644-3](https://doi.org/10.1016/S0003-2670(99)00644-3) (дата обращения: 27.03.2021).
8. Булатов М.И., Калинин И.П. Практическое руководство по фотометрическим методам анализа. – Ленинград: Химия, 1986. – С. 62-63.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОВАРНЫХ КОДОВ НЕКОТОРЫХ СОРТОВ ЛЕЧЕБНЫХ МЫЛ ПО ИХ ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ

Аскарров Иброхим Рахмонович

*д-р хим. наук, профессор,
Андижанского Государственного Университета,
Республика Узбекистан, г. Андижан*

Акбарова Мохичехра Маширабовна

*преп. кафедры химии
Андижанского государственного университета,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: farhodabdugaffarov@mail.ru*

DETERMINATION OF COMMODITY CODES BASED ON CERTAIN MEDICINAL SOAPS AND THEIR CHEMICAL COMPOSITION

Ibrokhim Askarov

*Dr.chem. scientist, professor of Andijan State University,
Republic of Uzbekistan, Andizhan*

Mokhichehra Akbarova

*teacher of the Department of Chemistry of Andijan State University,
Republic of Uzbekistan, Andizhan*

АННОТАЦИЯ

В статье представлена информация о предложении товарных кодов на основе химического состава определенных лекарственных мыл и их внедрении в практику.

ABSTRACT

The article provides information on the offer of commodity codes based on the chemical composition of certain medicinal soaps and their implementation in practice.

Ключевые слова: мыло, ЭДТА, лечебное мыло, тимол, биологически активные соединения.

Keywords: soap, EDTA, therapeutic soap, thymol, biologically active compounds.

Сегодня во всех странах мира проводится масштабная работа по борьбе и предотвращению пандемии Covid-19. Важна роль гигиенических средств в профилактике этого заболевания [1].

Мыло издавна используется в качестве гигиенического и косметического средства и предназначено в первую очередь, для профилактики различных заболеваний, а также для поддержания санитарии среды обитания человека. По назначению мыла делятся на хозяйственное, туалетное (парфюмерное), техническое, лечебное и специальное.

Мыловарение началось после внедрения в XIX веке по методу французского химика Н. Леблана

производства соды. Сегодня мыло образуется при переработке масел и жиров и производится в виде порошка, пасты и жидкости. Основным сырьем предприятия являются растительные и животные жиры и продукты их гидрогенизации - саломасы. Триацилглицерины сырья, содержащие жирные кислоты изначально гидролизуют, который является основным процессом производства мыла. Полученные свободные жирные кислоты обрабатываются щелочью и превращаются в соли жирных кислот - мыла [2].

Мыло получают нейтрализацией жирных кислот карбонатами щелочей и щелочами:

Мыло также можно получить обработкой жирных кислот в нейтральной среде:

В этом процессе использование карбоната калия и гидроксида калия вместо гидроксида натрия и карбоната натрия приводит к образованию жидкого мыла.

Также возможно получить мыло из этаноламина и жирных кислот. Этот процесс протекает следующим образом:

Независимо от метода производства мыла, процесс должен проводиться в присутствии избытка щелочи, чтобы в процессе производства не образовывалось кислое мыло.

В основе образования кислого мыла лежит следующая реакция:

Сегодня мыловаренная промышленность производит хозяйственное мыло с жирностью 60%, 70% и 72%, а также туалетное мыло с жирностью 73-80% [3].

Известно, что моющие свойства мыла основаны на том факте, что его гидрофобная часть (углеводородные радикалы) взаимодействует с поверхностной частью загрязнителя, в то время как гидрофильная часть (карбоксильная группа) реагирует с водой и переносит загрязнения в сочетании с гидрофобной частью в раствор [4].

В зависимости от химического состава мыла обладают свойством создавать щелочную среду в растворе. Чрезмерная щелочность или постоянное использование мыла может вызвать сухость, зуд и воспаление кожи [5]. Поэтому в нормативных документах указано, что количество свободной щелочи, образующейся при растворении мыла в воде, не должно превышать 0,05%.

Помимо жирных кислот и их солей, мыла содержат диоксид титана, динатриевую соль ЭДТА, борную кислоту, бензойную кислоту, лимонную кислоту, триэтаноламин, поваренную соль, ланолин, церезин, карбоксиметилцеллюлозу, цитрат натрия, цитронеллол, линалоол, бутилфенилорганические и неорганические соединения.

Люди стали использовать парфюмерное мыло в качестве повседневного средства личной гигиены.

Но не все каждый день используют мыло, которое проявляет целебные свойства. Производители мыла также могут добавлять эфирные масла, лечебные масла, травы и другие натуральные ингредиенты в соответствии с требованиями потребителя.

Производители предлагают потребителям многие виды лечебного мыла. Лекарственное мыло имеет большое значение для здоровья человека, и оно показывает эффективные результаты при лечении многих кожных заболеваний, таких как экзема, дерматит, псориаз, угри [6].

Лечебное мыло содержит растительные и животные компоненты, а также экстракты некоторых минералов, обладающих лечебными свойствами. Среди них есть растения, которые отличаются природным ароматом и лечебными свойствами. При производстве лечебного мыла часто добавляют экстракты оливы, кокоса, рапса, лавра, пальмы, ромашки, одуванчика, календулы, мяты, шалфея, рябины, расторопши, бегонии, валерианы и многих других лекарственных растений [7].

В настоящее время промышленность также производит лечебное мыло, содержащее карболовую кислоту (фенол), йод, формалин, тимол, различные смолы, ментол, салициловую кислоту, камфору и другие биологически активные соединения (таблица 1) [8].

Таблица 1.

Мыло с некоторыми лечебными свойствами и их применение

№	Название мыла	Количество биологически активного вещества в составе мыла	Использование
1	Карболовое кислотное (фенол) мыло	Содержим 3% карболовой кислоты	Дезинфицирующее средство
2	Йодное мыло	Содержит 5% йода	Используется при лечении кожных заболеваний
3	Формалиновое мыло	Содержит 5% формалина	Антисептик
4	Смоляное мыло	Содержит 5 % хвойной смолы	Улучшает кожное кровообращение
5	Тимоловое мыло	Содержит 3% тимола	Антисептик и противоглистное средство
6	Ментоловое мыло	Содержит 5% ментола	Антисептик, используется при невралгии
7	Салициловое мыло	Содержит 5% салициловой кислоты	Антисептик восита
8	Камфоровое мыло	Содержит 10% камфоры	Используется при ревматизме и охлаждении кожи

Масштабный экспорт и импорт мыла как товара во всем мире свидетельствует о широком практическом значении этой продукции. Мыло в настоящее время является одним из наиболее распространенных средств гигиены и занимает большую часть рынка моющих средств.

Требования к товару в международных экономических отношениях в основном ориентированы на его качественные показатели. Информация о других свойствах продукта производителем не указана. Это приводит к тому, что товар не получает правильный код согласно ТН ВЭД. В результате на товары устанавливаются неверные таможенные ставки.

В 2017 году предложен новый паспорт по специальности «товарная химия». Этот предложенный паспорт был рассмотрен Высшей аттестационной комиссией при Кабинете Министров Республики Узбекистан после обстоятельного обсуждения среди высококвалифицированных специалистов и перерегистрирован решением № 242/4 от 28 сентября 2017 года по специальности 02.00.09 [9].

На основе этой новой специальности проводятся исследования по изучению технологии, методов производства, условий их влияния на окружающую среду, выхода на мировые рынки, то есть продукт будет изучаться комплексно. В новой области науки многим товарам были предложены новые коды, основанные на их химическом составе, и теперь эти коды используются на практике.

В результате развития химической промышленности сегодня синтезировано множество синтетических пенообразующих соединений. Из таких соединений в мыла добавляют лаурилсульфат натрия (SLS) $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{OSO}_3\text{Na}$ и лауретсульфат натрия (SLES) $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_2(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_p\text{OSO}_3\text{Na}$ и многие аналогичные синтетические соединения [10].

Если содержание этих соединений в мыле превышает 0,5%, оно вызывает зуд и сыпь на коже и повреждает слизистые оболочки глаз.

Поэтому среди потребителей растет спрос на мыло, не содержащее синтетических соединений,

то есть содержащие только натуральные ингредиенты, образующие пену и обладающие свойствами ухода за кожей.

Из литературных данных известно, что соединения ферроцена обладают высокой биологической активностью. Исследования показали, что большинство из них обладают антимикробным и противовирусным действием. Имея это в виду, мы разрабатываем новый рецепт лечебного мыла на основе сложного эфира, синтезированного с п-ферроценил-фенолом и стеариновой кислотой.

Мыльные изделия в ТН ВЭД (товарная номенклатура внешней экономической деятельности) находятся на 3401 позиции 34 группы товарной номенклатуры, из них 3401 11 000 товаров на мыльные изделия - мыло туалетное (также лекарственные), 3401 11 000 1 - мыло туалетное (также лекарственные), 3401 11 000 9 - прочие, 3401 19 000 0 остальные обозначены кодами брендов. Эти торговые марки являются общими для мыльных продуктов и не предоставляют полной информации о продукте. Например, при производстве мыла с лечебными свойствами разница в цене на биологически активные соединения, добавленные к мылу, также влияет на цену мыла. Естественно, что это отразится и на таможенной ставке, и пошлина должна взиматься соответственно.

Присвоение товарам кодовых знаков на основе их химического состава является важным фактором в поиске положительного решения этой проблемы.

Исходя из вышеизложенных соображений, мы предлагаем ввести товарный код 3401 11 000 9 для мыла, содержащего антисептические агенты, 3401 19 000 1 для мыла, содержащие производные ферроцена, обладающие лечебными свойствами.

Мы считаем, что предлагаемые новые коды товаров могут стать ключевым фактором в предотвращении экономических преступлений в этой сфере, а также в установлении правильных таможенных ставок для этого вида товаров.

Список литературы:

1. M.R. Chirani, E. Kowsari, T. Teymourian et al. Chirani Environmental impact of increased soap consumption during COVID-19 pandemic: Biodegradable soap production and sustainable packaging. *Science of the Total Environment* 796 (2021) 1490133
2. Арутюнян М.С., Корнена Е.П., Янова Л.И. и др. Технология переработки жиров. – М.: Пищепромиздат, 1999. – 452 с.
3. Н.П. Матвейко, В.В. Садовский, Н.М. Носова. Экологический аспект применения мыла. *Известия ТулГУ. Естественные науки*. 2016. Вып. 1. Стр 12-28.
4. Органическая химия: учебник для вузов: В 2 кн. / В.Л. Белобородов, С.Э. Зубарян, А.П. Лузин, Н.А. Тюкавкина; Под ред. Н.А. Тюкавкиной. – 2-е изд., стереотип.- М.: Дрофа, 2003. –кн.1: Основной курс. – 640 с.
5. О влиянии мыла на кожу // inFlora [Электронный ресурс]. Минск, 2009. URL: <http://www.inflora.ru/cosmetics/cosmetics232.html> (дата обращения: 18.03.2012).
6. Джоунз Р.Д. Действие антибактериального мыла на микрофлору кожи // *Вестник дерматологии и венерологии*. – 2000. – № 1. – С. 91–104.
7. В.Е. Амелеченко, В.Л. Флейшер, В.С. Болтовский. Получение косметического туалетного мыла, обладающего улучшенными потребительскими свойствами. *Труды БГТУ*. 2014. № 4, С. 74-76.
8. М.М. Акбарова. Лечебное мыло и его роль в здоровье человека. *Народная медицина плюс*. 2021. № 3 (8) с. 25-26.
9. Аскарров И.Р. Химия товаров и его роль в системе химической науки. Материалы VI Республиканской научно-практической конференции по проблемам и перспективам химии и товарной химии Андижан-18-19 сентября 2019 года. с. 34-37.
10. М.М. Акбарова. Химический состав некоторых синтетических моющих средств и практическое значение их модификации. *Научный вестник НамГУ-2021*. № 5, с. 93-98.

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО СЕНСОРА ОКСИДА УГЛЕРОДА

Сидикова Хулкар Гулямовна

преподаватель,
Джизакский государственный педагогический институт,
Республика Узбекистан, г. Джизак

Эшкobilова Мавжуда Эргашбоевна

PhD, и/o доцента,
Самаркандский архитектурно-строительный институт,
Республика Узбекистан, г. Самарканд

Абдурахманов Эргашбой

профессор,
Самаркандский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Самарканд
E-mail: ergash50@yandex.ru

METROLOGICAL CHARACTERISTICS SEMICONDUCTOR CARBON OXIDE SENSOR

Xulkar Sidikova

Teacher,
Jizzakh State Pedagogical Institute,
Republic of Uzbekistan, Jizzakh

Mavjuda Eshkobilova

PhD, and about. Docent
Samarkand Architectural and Construction Institute,
Republic of Uzbekistan, Samarkand

Ergashboy Abdurakhmanov

Professor,
Samarkand State University,
Republic of Uzbekistan, Samarkand

АННОТАЦИЯ

Изучены метрологические и эксплуатационные характеристики разработанных селективных полупроводниковых сенсоров для экспрессного определения оксида углерода (I) в широком интервале его концентрации в атмосферном воздухе и технологических газах. Разработанные полупроводниковые сенсоры характеризуются высокой экспрессностью, портативностью, простотой в изготовлении и эксплуатации. Значение относительного стандартного отклонения (Sr) за счет не измеряемых компонентов, не превышает 0,05. Изменение расхода газовой смеси в исследуемом интервале (5 - 50 л/ч) не оказывает существенного влияния на значение выходного сигнала сенсора. Выходной сигнал сенсоров также не зависит от расположения в пространстве и угла наклона датчика.

ABSTRACT

The work has developed a selective semiconductor sensor, which provides the rapid determination of carbon monoxide in a wide range of its concentration in atmospheric air and process gases. The developed semiconductor sensors are characterized by high speed, portability, ease of manufacture and operation. The value of the relative standard deviation (Sr) due to not measured components does not exceed 0.05. A change in the flow rate of the gas mixture in the investigated interval (5 - 50 l / h) does not significantly affect the value of the sensor output signal. The output signal of the sensors also does not depend on the location in space and tilt angles.

Ключевые слова: полупроводниковый сенсор, монооксид углерода, газовые смеси метана и водорода, аналитические и метрологические характеристики, динамические характеристики, селективность, стабильность.

Keywords: chemical sensor, carbon monoxide, metrological and analytical characteristics, semiconductor supply voltage sensor, dynamical characteristics, selectivity, stability, hydrogen, methane.

Введение

Область применения химических сенсоров оксида углерода охватывает множество технологических, медицинских и экологических задач, где необходим постоянный контроль компонентов газовых сред [1-3]. Одним из перспективных направлений создания портативных газоанализаторов горючих веществ (в частности оксида углерода) основано на использовании полупроводниковых сенсорных элементов. Газовые сенсоры на основе полупроводниковых элементов привлекают значительное внимание специалистов в силу их исключительно высокой чувствительности к составу газовой фазы, простотой конструкции и возможностью интеграции в системы информации [4, 5]. Нами в работах [6,7] представлен полупроводниковый сенсор оксида углерода, содержащий газочувствительную плёнку, синтезированную методом золь-гель технологии на основе тетраэтоксилана и оксидов металлов.

Целью данной работы является исследование некоторых метрологических и аналитических характеристик полупроводниковых сенсоров оксида углерода.

Материалы и методы. С использованием подобранных катализаторов и оптимизированных условий получения газочувствительных материалов были изготовлены сенсоры для селективного определения оксида углерода в присутствии водорода и метана. Принцип действия разработанного полупроводникового сенсора оксида углерода (I) основан на изменении электропроводности газочувствительного слоя в результате сорбции CO и его взаимодействия с поверхностным кислородом.

Изготовленные сенсоры (ППС-CO 1 М и ППС-CO₂ М) обеспечивают контроль микро- и макроконцентраций оксида углерода в газовых смесях. Испытаниям подвергались образцы полупроводниковых сенсоров, работающих в составе переносных и стационарных автоматических газоанализаторов: "ПГА-CO1М" и "ПГА-CO2М", используемых для контроля содержания оксида углерода в атмосферном воздухе и технологических газах.

1-полупроводниковый сенсор; 2-милливольтметр; 3- источник постоянного тока; 4- пульт управления; 5-редуктор; 6-баллон со стандартным газом; 7-трехходовой кран; 8-генератор чистого воздуха; 9-генератор-разбавитель; 10-компрессор.

Рисунок 1. Схема установки для испытания полупроводникового сенсора

Эксперименты по установлению значений параметров разработанного сенсора проводили на установке схема, которой приведена, на рисунке 1.

Результаты и их обсуждение. Программа испытания сенсора в рабочем режиме включала специальные эксперименты, связанные с подбором величины напряжения питания, установлением времени готовности прибора, динамических и градуировочных характеристик, а также выявлением степени его селективности.

Величина сигнала и селективность полупроводникового сенсора зависят от напряжения питания нагревателя сенсора, изменение которого приводит к непостоянству температуры на поверхности газочувствительных элементов сенсора. В опытах использовали ПГС с содержанием CO 700 мг/м³ и 0,50 % об., полученные при этом результаты представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1.

**Зависимость аналитического сигнала сенсора (ППС-СО 1М) от напряжения питания
(Cco-700 мг/м³, n=5, p=0,95)**

№ п/п	Напряжение питания сенсора, В	Сигнал сенсора, мВ		
		$\bar{x} \pm \Delta x$	S	$S_r \cdot 10^2$
1	0,70	2,3±0,1	0,08	0,59
2	1,00	2,7±0,1	0,08	0,79
3	1,25	5,4±0,1	0,08	0,71
4	1,50	16,2±0,2	0,16	0,50
5	1,75	33,8±0,2	0,16	0,10
6	2,00	40,5±0,2	0,16	0,07
7	2,25	39,2±0,3	0,24	0,07
8	2,50	35,1±0,4	0,32	0,08
9	2,75	31,1±0,3	0,24	0,06
10	3,00	28,4±0,3	0,24	0,09

Таблица 2.

**Зависимость аналитического сигнала сенсора (ППС-СО 2М) от напряжения питания
(Cco 0,5 % об, n=5, p=0,95)**

№ п/п	Напряжение питания сенсора, В	Сигнал сенсора, мВ		
		$\bar{x} \pm \Delta x$	S	$S_r \cdot 10^2$
1	1,25	1,35±0,01	0,01	0,60
2	1,50	2,03±0,02	0,02	0,79
3	1,75	3,38±0,03	0,02	0,71
4	2,00	4,73±0,03	0,02	0,51
5	2,25	23,5±0,04	0,03	0,10
6	2,50	35,1±0,03	0,02	0,07
7	2,75	44,6±0,04	0,03	0,07
8	3,00	52,7±0,05	0,04	0,08
9	3,25	50,7±0,04	0,03	0,06
10	3,50	47,3±0,05	0,04	0,08

Как следует из приведенных данных, наиболее высокие сигналы сенсоров ППС-СО 1 М и ППС-СО 2 М наблюдаются при значениях питания, равных 2,0 и 3,0 В, соответственно. Поэтому, все последующие опыты по определению микро- и макроконтратции оксида углерода проводились при этих оптимизированных значениях питания сенсоров.

Динамические характеристики сенсора оксида углерода ППС-СО. Одним из основных требований, предъявляемых к сенсорам пожаро- и взрывоопасных компонентов, является обеспечение экспрессности определения компонента, (т.е. небольшое время переходного процесса), для чего были изучены их динамические характеристики.

Перед началом испытания сенсора необходимо установить значение выходного (фоновый) сигнала, для чего в течение 10 мин для пяти последовательно подключенных полупроводниковых сенсоров оксида углерода подавался очищенный воздух, и сигналы

регистрировались с помощью КСП-4 и цифрового вольтметра В7-35. В экспериментах использовались ППС с концентрацией оксида углерода 250 мг/м³ и 1,0 % об. Проверка динамических характеристик сенсора сопровождалась непрерывной записью переходного процесса на диаграммной ленте самопишущего прибора, скорость движения которой, была выбрана такой, при которой график переходного процесса был адекватным ГОСТу 133220-81 "Газоанализаторы, промышленные автоматические". Общие технические параметры сенсора укладывались на отрезке диаграммной ленты, длиной 15 см.

Изменение концентрации на входе сенсора отмечалось, на диаграммной ленте и было взято за начало отсчета времени. Результаты определения динамических характеристик полупроводниковых сенсоров ППС-СО 1 М и ППС-СО 2 М приведены в таблице 3.

Таблица 3.

Динамические характеристики полупроводникового сенсора оксида углерода (n=5, P=0,95)

№ п/п	Концентрации оксида углерода, мг/м³ (об.%)	Динамические характе- ристики сенсора*	Время, с.				
			ППС-1	ППС-2	ППС-3	ППС-4	ППС-5
ППС-СО 1 М, C _{CO} , мг/м³							
1	250	t _{0,1}	1	2	1	1	2
2	250	t _{0,65}	5	4	6	5	5
3	250	t _{0,9}	9	8	8	9	9
4	250	t _n	12	12	11	12	12
ППС-СО 2 М, C _{CO} , об.%							
5	1,00	t _{0,1}	1	1	2	2	2
6	1,00	t _{0,65}	5	6	6	5	6
7	1,00	t _{0,9}	8	9	8	8	9
8	1,00	t _n	11	12	10	12	12

*t_{0,1} - время начала реагирования, с; t_{0,65} – постоянное время, с; t_{0,9} - время установления показаний, с; t_n - полное суммарное время измерения, с.

Как видно из приведенных данных, у разработанных сенсоров время начала реагирования (t_{0,1})- 1-2 с, постоянное время (t_{0,65}) не более 6 с, а время установления показаний (t_{0,9})- достигается до 9 с и полное время измерения (t_n) 11-12 с. Приведенные данные показывают возможность экспрессного определения оксида углерода разработанными сенсорами.

Градуировочная характеристика ППС-CO.
Зависимость полезного аналитического сигнала ППС-CO от концентрации оксида углерода устанавливалась в широком интервале его концентрации пропуская через разработанный сенсор газовой

смеси оксида углерода в воздухе. В проведенных экспериментах каждая точка проверки по диапазону измерения характеризовалась шестью значениями: три- при прямом и три - обратном циклах измерения. Аналитический сигнал сенсоров контролировался вольтметром В7-35 после установления постоянного значения (не менее 1 мин, после подачи в прибор стандартной смеси). Результаты проведенных экспериментов по определению градуировочной характеристики полупроводниковых сенсоров оксида углерода приведены в таблицах 4 и 5.

Таблица 4.

Зависимость аналитического сигнала сенсора (ППС-CO1М) от количества определяемого компонента (C_{CO}) в ПГС (n=5, P=0,95)

№ п/п	Содержание СО в смеси, мг/м ³	Сигнал сенсора, мВ		
		x±Δx	S	Sr*10 ²
1	100	5,4±0,1	0,16	0,57
2	250	12,2±0,1	0,08	0,14
3	500	23,0±0,1	0,16	0,21
4	1000	44,6±0,2	0,08	0,07
5	1500	60,8±0,1	0,16	0,08
6	2000	79,7±0,2	0,24	0,12
7	2500	98,6±0,3	0,16	0,06
8	3000	122,0±0,2	0,16	0,57

Таблица 5.

Зависимость аналитического сигнала сенсора (ППС-CO1М) от количества определяемого компонента (C_{CO}) в ПГС

№ п/п	Содержание СО в смеси, мг/м ³	Сигнал сенсора, мВ		
		x±Δx	S	Sr*10 ²
1	0,2	28,4±0,2	0,08	1,85
2	0,5	58,1±0,1	0,08	0,82
3	0,75	81,0±0,2	0,08	0,43
4	1,00	122,5±0,1	0,16	0,45
5	1,50	189,8±0,2	0,08	0,16
6	2,00	247,4±0,3	0,16	0,25
7	2,50	290,1±0,2	0,24	0,30

Как следует из приведенных данных, в изученном интервале зависимость сигнала полупроводниковых сенсоров ППС-СО 1М и ППС-СО 2М от концентрации оксида углерода в ПГС имеет прямолинейный характер.

Проверка стабильности значений входных сигналов ППС-СО. Ресурс работы газоанализатора тесно связано со стабильностью его сигнала. Как известно, полупроводниковые сенсоры характеризуются с высокой стабильностью сигнала. Проверка постоянства величин входных сигналов по времени контролировалась при непрерывной работе в течение 2000 час. Измерение входного сигнала в течение

регламентированного интервала времени фиксировали на диаграммной ленте самопишущего прибора. При обработке результатов испытаний не учитывались случайные единичные выбросы выходного сигнала при длительности каждого выброса не более 10 с. Опыты по изучению стабильности работы сенсора оксида углерода проводились при нормальных условиях 740 ± 20 мм рт. ст. В экспериментах использовали ПГС с содержанием оксида углерода 650 мг/м^3 и $1,50 \text{ об.}\%$.

Результаты 2000-часового эксперимента представлены в таблице 6., из которых следует, что выходной сигнал ППС-СО в течение регламентированного интервала времени сохраняется стабильно.

Таблица 6.

Результаты определения стабильность ППС-СО (n=5, P=0,95)

№ п/п	Время, час	ППС-СО 1М ССО=650мг/м ³			ППС-СО 2М ССО=1,50об.%		
		$\bar{x} \pm \Delta x$	S	Sr·102	$\bar{x} \pm \Delta x$	S	Sr·102
1	1	26,5	0,108	0,55	155,9	1,953	1,69
2	24	25,7	0,217	1,15	153,8	1,953	1,71
3	96	26,6	0,108	0,55	153,5	1,845	1,69
4	220	27,0	0,325	1,63	155,4	0,868	0,76
5	350	26,7	0,217	1,09	155,3	2,171	1,92
6	450	26,7	0,435	2,19	153,6	2,279	2,01
7	550	25,4	0,217	1,16	154,6	0,76	1,61
8	650	25,8	0,435	2,27	153,2	0,651	0,58
9	750	25,7	0,217	1,15	152,8	0,868	1,81
10	850	26,7	0,435	2,19	154,4	1,736	1,51
11	1000	25,7	0,217	1,15	153,6	1,845	1,97
12	1200	25,8	0,217	1,13	156,1	0,852	0,73
13	1400	25,9	0,325	1,7	155,7	0,821	0,57
14	1600	26,1	0,325	1,69	153,6	2,175	1,79
15	1800	25,7	0,325	1,71	153,8	1,165	1,01
16	2000	26,7	0,325	1,65	154,4	1,736	1,51

Таблица 7.

Результаты, полученные при определении максимального расхождения сенсора оксида углерода

Сенсор	U _{max} , мВ	U _{min} , мВ	Δt _г	Допуск. по ГОСТу
ССО=650 мг/м ³	27,0	25,4	1,6	5,0
ССО=1,50 об.%	155,9	152,8	3,1	5,0

Проведенные нами расчеты показывают, что значение Δt_г за регламентированный интервал времени равно 3,1 % (таблица 7.). Изменение значения выходного сигнала за регламентированный интервал времени оценивалось максимальным расхождением сигнала сенсора:

$$\Delta t_g = (U_{p_{\max}} - U_{p_{\min}}) 100 / U_{\text{шк}} \quad (1),$$

где Δt_г-предел допускаемого изменения выходного сигнала за регламентированный интервал времени; U_{p_{max}} и U_{p_{min}}- максимальные и минимальные расхождения сигнала; U_{шк}-шкала прибора (КСП 0-50 мВ).

Проведенные нами расчеты показывают, что значение Δt_г за регламентированный интервал времени равно 2,5 %.

Селективность полупроводникового сенсора оксида углерода. В объектах, где требуются контроль содержания оксида углерода помимо оксида углерода, содержится также и ряд горючих и негорючих веществ. Селективность работы сенсора оксида углерода определяли в присутствии горючих компонентов (водорода, паров бензина и метана), присутствующих вместе в контролируемых объектах. Эксперименты проводили при температуре 20 °С и давлении 730±10 мм рт.ст., на вход сенсора подавалась

газовая смесь в течение 5 мин с последующим фиксированием показаний прибора. Испытания прибора проводили по 5 параллельным определениям для каждой газовой смеси. Результаты, полученные при установлении селективности разработанных сенсоров

оксида углерода, представлены в таблице 4.8. Как следует из приведенных данных, разработанный сенсор позволяет селективно определять оксид углерода в атмосферном воздухе и технологических газах в присутствии метана, водорода и паров бензина.

Таблица 8.

Результаты установления селективности при определении оксида углерода ($n = 5$, $P = 0,95$)

№ п/п	Введено газовой смеси, об.% (мг/м³)	Найдено оксида углерода, об.% (мг/м³)		
		$\bar{x} \pm \Delta x$	S	Sr·10²
ППС-СО 1 М C _{CO} , мг/м³				
1	СО 1650+возд	1642±7,4	5,985	0,46
2	СО 1650+CH ₄ 1000+возд	1653±9,6	5,655	0,47
3	СО 1650+H ₂ 1000+возд	1645±7,8	5,755	0,44
4	СО 1650+CO ₂ 1000+возд	1652±8,7	5,722	0,46
	СО 1650+бенз. 0,50+возд	1635±7,0	5,655	0,45
ППС-СО 2 М C _{CO} , об.%				
5	СО 0,75+СО 0,90+возд.	0,70±0,02	0,019	3,22
6	СО 0,75+CH ₄ 0,90+возд	0,71±0,01	0,018	1,58
7	СО 0,75+H ₂ 0,90+возд	0,72±0,02	0,016	3,09
8	СО 0,75+CO ₂ 0,90+возд	0,71±0,01	0,018	1,58

Погрешность сенсоров при определении компонентов газовой смеси не превышает 0,5 %.

Заключение. Таким образом, в результате проведенных опытов разработан селективный полупроводниковый сенсор оксида углерода, обеспечивающий экспрессное определение оксида углерода в широком интервале его концентрации в атмосферном воздухе и технологических газах. Разработанные полупроводниковые сенсоры характеризуются высокой экспрессностью, портативностью, простотой в изготовлении и эксплуатации. Значение относительного стандартного отклонения (Sr) за счет

не измеряемых компонентов, не превышает 0,05. Изменение расхода газовой смеси в исследуемом интервале (5 - 50 л/ч) не оказывает существенного влияния на значение выходного сигнала сенсора. Выходной сигнал сенсоров также не зависит от расположения в пространстве и углов наклонов, что позволяет отнести разработанные сенсоры (согласно ГОСТу-13320-82) к типу независимых.

Список литературы:

1. Васильев А.А. Физико-химические принципы конструирования газовых сенсоров на основе оксидов металлов и структур металл / твердый электролит / полупроводник // Автореферат диссертации кандидата технических наук. – Москва, 2004.
2. Оксид углерода (СО), его воздействие на человека и приборы, контролирующие его содержание в воздухе // ГАЗОАНАЛИТИКА.РФ, 2021- Оксид углерода (СО) - газоанализаторы, gaz-rf@mail.ru. Дата обращения 14.09.20.
3. Обзор датчиков угарного газа//<https://osensorax.ru>. Дата обращения 23.04.21.
4. Анищенко Ю.В. Многокомпонентный газоанализатор с полупроводниковым датчиком // Автореферат диссертации кандидата технических наук. – Томск, 2010.
5. Абдурахмонов Э., Сидикова Х.Г., Эшқобилова.М., Султонов М.М., Даминов F. Н. Химический сенсор для мониторинг оксида углерода из состава транспортных выбросов // SCIENCE AND EDUCATION ISSN 2181-0842/ VOLUME 1, ISSUE 1 . APREL 2020.
6. Абдурахманов Э., Сидикова Х.Г., Муродова, З.Б., Эшқобилова М.Э. Development of a selective sensor for the determination of hydrogen // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (IOP EES) IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 839 (2021) 042078 IOP Publishing. doi:10.1088/1755-1315/839/4/042078
7. Абдурахманов Э., Сидикова Х.Г., Муродова З.Б., Эшқобилова М.Э. Development of a selective carbon monoxide sensor // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (IOP EES) IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 839 (2021) 042086. IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/839/4/042086

РАЗРАБОТКА СОРБЦИОННО-СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЙ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИОНОВ ЖЕЛЕЗА (III)

Юлчиева Севара Тождиматовна

докторант,
Ташкентский государственный технический университет имени И. Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Исакулов Фахриддин Баходирович

независимый исследователь,
Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Набиев Абдурахим Абдухамидович

PhD, завкафедрой
Ташкентского химико-технологического университета,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Янгиева Сохиба Бахтияровна

стадер-исследователь,
Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Сманова Зулайхо Асаналиевна

зав. кафедрой, проф.,
Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

DEVELOPMENT OF A SORPTION-SPECTROPHOTOMETRIC METHOD FOR DETERMINATION OF IRON (III) IONS

Sevara Yulchieva

Doctoral student,
Tashkent State Technical University named after I Karimov,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Fahriddin Isakulov

independent researcher,
National University of Uzbekistan named after
Mirzo Ulugbek,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Abdurahim Nabiev

Head of the Department,
Tashkent University of Chemical Technology,
Republic of Uzbekistan, Tashkent,

Sohiba Yangieva

independent researcher,
National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Zulayho Smanova

Head of Department, Prof.,
National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

Показана возможность использования 1-(4-антипирилазо)-2-нафтол-3,6- дисульфокислого натрия, иммобилизованного на полиакрилонитрильном волокне, в качестве реагента для определения железа (III). Оптимизированы условия иммобилизации и комплексообразования. Разработанная сорбционно-фотометрическая методика определения железа (III) применена к анализу природных вод ($Sr < 0,03$), продолжительность которого не более 15 мин.

ABSTRACT

The possibility of using 1-(4-antipyrilazo) -2-naphthol -3,6-sodium disulfonic, immobilized on polyacrylonitrile fiber, as a reagent for the determination of iron (III) has been shown. The conditions for immobilization and complexation have been optimized. The developed sorption-photometric technique for the determination of iron (III) was applied to the analysis of natural waters ($Sr < 0.03$), the duration of which was no more than 15 minutes.

Ключевые слова: спектрофотометр, железо, реагент, тяжелый металл, полимер, иммобилизация, анализ, сорбент.
Keywords: spectrophotometer, iron, reagent, heavy metal, polymer, immobilization, analysis, sorbent.

Задача определения тяжелых и токсичных металлов в различных объектах окружающей среды является одной из центральных проблем современной аналитической химии и экологии, продиктованная токсичным действием этих экотоксикантов на все живое, а следовательно, их негативным влиянием в целом и на экологическое равновесие в частности. В настоящее время рекомендуется много различных методов определения тяжелых и токсичных металлов, обладающих существенными недостатками, большинство из которых в силу различных обстоятельств недоступны современному аналитическому мониторингу из-за недостаточной оснащенности химических лабораторий соответствующей аппаратурой, нехваткой реактивов, дороговизной и недоступностью материалов для проведения анализа [9].

В последние десятилетия наиболее интенсивно развиваются физические (прежде всего спектральные) методы анализа, отличающиеся высокими метрологическими характеристиками, производительностью и занимающие достойное место в химическом анализе. Однако многие отраслевые лаборатории ориентируются преимущественно на использование спектрофотометрии, что объясняется обеспеченностью соответствующими аппаратными оформлениями, экономичностью, а также простотой и надежностью. Спектрофотометрический метод анализа, как известно, является одним из наиболее широко применяемых в практике анализа методик [8]. Однако ограничение спектрофотометрического метода в практическом использовании для экологических исследований очевидно из-за невысокой чувствительности и очень низкого предела допустимых концентраций (ПДК) для различных элементов в объектах окружающей среды. Поэтому разработка чувствительных, надежных, простых и экономически выгодных методов определения тяжелых и токсичных металлов является актуальной задачей современной аналитической химии. Одним из существующих методов, удовлетворяющих этим требованиям, является спектрофотометрия с применением иммобилизованных органических реагентов (ОР) [2].

Широкая распространенность тяжелых и токсичных металлов в природе и их токсичность, а также массовость проводимых контролирующими службами анализов различных объектов (воды, почвы, пищевых продуктов и т.д.) на содержание исследованных

ионов выявляет необходимость разработки дешевых тест-методов для простого, экспрессного и чувствительного определения указанных экотоксикантов в объектах окружающей среды во внелабораторных полевых условиях. В настоящее время предложено много различных методов и приемов, из которых наиболее простыми и доступными в практическом плане являются сорбционно-спектроскопические [10].

За последние годы в этом аспекте особое место занимают сорбционные методы, позволяющие селективно определить не только общее валовое содержание железа, но также и отдельно-дифференцированно определить основные формы его нахождения [5]. В работах [7; 3] предложены сорбенты на основе органических и неорганических полимеров для определения железа (III).

Целью работы является сорбционно-спектроскопическое определение железа (III) с использованием волокнистого полимерного носителя с иммобилизованным 1-(4-антипирилазо)-2-нафтол-3,6-дисульфокислым натрием, который был синтезирован на кафедре аналитической химии химфака НУУз.

Экспериментальная часть

Растворы, реагенты и сорбенты. Стандартный раствор железа (III), содержащий 0,1 мг железа в 1,0 мл, готовили растворением 0,7238 г навески его азотнокислой соли (х.ч.) в дистиллированной воде с добавлением 2–3 мл HNO_3 (плотность 1,40) и доводили общий объем до 1 литра. Растворы же солей других металлов (0,1 и 0,01 М) готовили по известным в литературе методикам [4]. Рабочие растворы соответствующих ионов металлов получали непосредственно перед выполнением исследований разбавлением исходных растворов. Серию буферных растворов готовили из 1,0 М HCl , $NaOH$, NH_4Cl , NH_4OH , HAc и $NaAc$ марки ос.ч. и х.ч. [6].

В качестве носителя для иммобилизации использовали сорбент полиакрилонитрильного типа, модифицированный гексаметилендиамин (ГМДА). Носитель применяли в форме дисков диаметром 2 см и массой 30 мг. Синтезированный реагент 1-(4-антипирилазо)-2-нафтол-3,6-дисульфокислый натрий (ААНС) получали с содержанием основного вещества 85,5% в препарате, чистоту которого проверяли хроматографическим методом. При проведении исследования были использованы 0,2–0,01%-ные растворы реагента.

Аппаратура. Спектры поглощения реагента и его комплекса с железом (III) регистрировали на спектрофотометрах СФ-46 и КФК-3. Спектры отражения снимали на колориметре «Пульсар» (ОКБА «Химавтоматика», Чирчик), который за одну вспышку импульсной лампы дает результаты на 24 фиксируемых длинах волн (320–760 нм). Необходимое значение pH устанавливали с помощью pH метра pH/mV/TEMP METER P 25 «EcoMet» (Южная Корея).

Методика проведения исследования. Работу проводили в статическом и динамическом режимах. В статическом режиме в колбы на 50,0 мл вводили по 10,0 мл 0,5%-ного раствора реагента (pH 6–7), опускали диск носителя в него, перемешивали в течение 5–8 мин. Придерживая стеклянной палочкой носитель, сливали реагент, промывали дистиллированной водой иммобилизованный носитель и опускали его в анализируемый раствор. В динамическом же режиме через иммобилизованный диск со скоростью 10 мл/мин пропускали анализируемый раствор, а затем приступали к проведению исследования.

Реагент ААНС представляет собой порошок темно-красного цвета, хорошо растворимый в воде и образующий окрашенные соединения с ионами многих металлов. В кислой среде он взаимодействует

Результаты и их обсуждение

В качестве носителя для иммобилизации ААНС опробованы волокнистые материалы, модифицированные различными анионообменными группами. Наилучший аналитический эффект достигнут при сорбции на волокнистом носителе, модифицированном гексаметилендиамин (ГМДА) (сорбент СМА-1) с последующим комплексообразованием на твердой фазе, при этом установлено, что на таком носителе ААНС достаточно прочно удерживается и поэтому для дальнейших исследований выбрана система СМА-1 – ААНС.

На основании ИК-спектроскопических и потенциометрических исследований предложено следующее химическое строение полимерного волокна при обработке ГМДА, при этом получено волокно, содержащее как слабоосновные, так и сильноосновные функциональные группы [10].

с ионами кобальта, никеля, титана, а при pH 3–7 – также и с ионами ртути и железа. Структурная формула азокрасителя доказана ИК-спектроскопическими исследованиями.

Иммобилизацию реагента на используемых сорбентах проводили из водных растворов, а для удаления незакрепившегося реагента промывали дистиллированной водой и хранили носители в чашках Петри. Количество иммобилизованного реагента в промывных водах определяли фотометрическим методом по его остаточной концентрации. При изучении

степени удерживания реагента в диапазоне pH 1–7 эффективность иммобилизации составляет 80–90%.

Влияние концентрации и времени иммобилизации изучено в диапазоне $1 \cdot 10^{-6}$ – $1 \cdot 10^{-3}$ М ААНС и 3–30 мин соответственно (табл. 1).

Таблица 1.

Спектрофотометрические характеристики ААНС, закрепленного на сорбенте СМА-1

Реагент	Носитель	Время иммобилизации, мин	рН	$\lambda_{\text{мах.}}$ реагента, нм	$\lambda_{\text{мах.}}$ комплекса, нм	Концентрация реагента, М	
						в растворе	на носителе
ААНС	СМА-1	6	6–7	520	630	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$8,0 \cdot 10^{-5}$

Эксперименты показали, что реакция железа (III) с ААНС на твердом сорбенте также контрастна, как и в растворе ($\Delta\lambda=110$ нм). Сравнение спектров иммобилизованного и исходного органического реагентов показало, что функционально-аналитические группы, ответственные за комплексообразование

в иммобилизованном и нативном реагентах, аналогичны, что указывает на сохранение структуры реагента в иммобилизованном состоянии (табл. 2).

Таблица 2.

Характеристические частоты и их отнесение в ИК-спектрах реагента и комплекса (см⁻¹)

Соединение	ν -SO ₃ H	ν -N=N-	ν -OH	ν -CN	ν -O-Fe
Реагент	1200	1628	3550	2244	—
Иммобилизованный реагент	1172	1629	3450	2244	—
Комплекс	1171	1600	3441	2204	598

Сопоставление ИК-спектров комплекса с органическим реагентом показало, что в спектре комплекса имеется полоса при 598 см⁻¹, отсутствующая в ИК-спектре реагента, отнесенная, согласно [1], к колебаниям, ответственным за валентные колебания связи -O-Fe.

При пропускании через диски иммобилизованного реагента растворов железа с различными объемами получены близкие по точности результаты (табл. 3).

Таблица 3.

Результаты определения железа из различных объемов (n = 3; P = 0,95; C_{Fe} = 50 мкг)

Объем пробы, мл	50,0	100,0	200,0	500,0	800,0	1000
Найдено железа, мкг	49,8	49,6	49,7	49,6	49,1	48,7
Коэффициент концентрирования	99,6	99,2	99,4	99,2	98,2	97,4

Найдено, что объем анализируемого раствора в определенных количествах не оказывает существенного влияния на степень и количество извлечения металла и коэффициент его концентрирования.

При сравнении результатов анализа, полученных в растворе и на иммобилизованном сорбенте, показано, что при иммобилизации рН комплексообразования сдвигается в более кислую область и предел обнаружения уменьшается на порядок (табл. 4).

Для оценки селективности реакций были проведены многочисленные опыты по выяснению влияния посторонних ионов на результаты определения ионов железа. Были найдены предельно допустимые количества посторонних элементов, т.е. те концентрации, при которых погрешность определения не превышает $\pm 2\%$. По полученным данным находили предельно допустимые отношения постороннего элемента к определяемому иону, которые принимали за фактор селективности (табл. 4).

Таблица 4.

Сравнительная характеристика некоторых аналитических параметров иммобилизованного реагента ААНС, полученного в растворе и на носителе

Система	$\lambda_{\text{мах}}$, нм	$\lambda_{\text{мах}}$, нм	pH	Предел обнаружения, мкг/мл	Концентрация мешающих катионов, мкг
Раствор	476	616	4–5	0,02	Pb (10), Cd (20), Co (40), Al (80), Zn (50), Cu (2), Ni (50) и др.
Носитель	520	620	3–4	0,008	Ca, Mg (1000), Cd (500), Co, Ni (350), Al (300), Cr (250), Hg (70), Pb (50) Cu (20), Zn (100)

Как видно из табл. 4, иммобилизованный органический реагент (ИМОР) позволяет определять железо в присутствии меди (1:20), свинца, ртути (1:50) и других катионов.

Результаты проведенного исследования позволили предложить систему СМА-1 – ААНС для использования в качестве чувствительного слоя сен-

сорного датчика на ионы железа, которая была применена для определения в образцах сточных вод промышленных зон.

Определение железа (III) с использованием иммобилизованного ААНС на волокнистых материалах позволяет избирательно без элюирования определить его, что значительно повышает экспрессность выполнения анализа с понижением предела обнаружения на порядок.

Список литературы:

- Беллами Л. Новые данные по ИК-спектрам сложных молекул. – М. : Мир, 1971. – 318 с.
- Брыкина Г.Д., Марчак Т.В., Крысина Л.С. Сорбционно-фотометрическое определение железа (III) с помощью модифицированного анионообменника АВ-17 // Журн. аналит. химии. – 1983. – Т. 38. – № 8. – С. 1463–1469.
- Дедкова В.П., Швиева О.П., Саввин С.Б. Тест-метод определения железа (II), кадмия, свинца из одной пробы на волокнистом сорбенте ПАНВ-АВ-17 // Журн. аналит. химии. – 2006. – Т. 61. – № 8. – С. 880–885.
- Коростелев П.П. Приготовление растворов для химико-аналитических работ. – М. : Химия, 1962. – С. 213–214.
- Ксерогели, модифицированные 1-(2-пиридилазо)-2-нафтолом и ксиленоловым оранжевым. Индикаторные трубки для определения меди (II) и железа (III) в растворах / Е.И. Моросанова, А.А. Великородный, И.В. Никулин, Е.А. Пуганова [и др.] // Журн. аналит. химии. – 2000. – Т. 55. – № 5. – С. 539–545.
- Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. – М. : Химия, 1979. – 480 с.
- Мясоедова Г.В., Никашина В.А., Молочникова Н.П. Свойства новых типов волокнистых сорбентов с амидоксимными и гидразиновыми группами // Журн. аналит. химии. – 2000. – Т. 55. – № 6. – С. 611–615.
- Унифицированные методы мониторинга фоновое загрязнение природной среды. – М. : Гидрометеоздат, 1986. – 182 с.
- Упор Э., Мохай М., Новак Д. Фотометрические методы определения следов неорганических соединений. – М. : Мир, 1985. – 359 с.
- 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). – P. 135–138.

БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

УГЛЕВОДНЫЙ СОСТАВ *Elaeagnus Angustifolia***Артикова Гулзор Нарбаевна**

(PhD) докторант Института биоорганической химии АН РУз.,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: artikova.gulzor88@mail.ru

Раджабова Сунбула Раджаб қизи

ассистент,
Ташкентский Химико-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: rajabobasunbulla@gmail.com

Матчанов Алимжон Давлатбаевич

д-р хим. наук, ст. науч. сотр.
Института биоорганической химии АН РУз.,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: olim.0172@mail.ru

CARBON COMPOSITION OF *Elaeagnus angustifolia***Gulzor Artikova**

Doctoral student
of the Institute of Biorganic chemistry AS RU.,
Uzbekistan, Tashkent

Sunbula Radjab qizi Radjabova

Assistant,
Tashkent Chemical-Technological Institute,
Uzbekistan, Tashkent

Alimjon Matchanov

Doctor of chemical science, senior researcher
of the Institute of Biorganic chemistry AS RU.,
Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

Приведены данные по изучению углеводного состава растения *Elaeagnus angustifolia* L. Для изучения углеводного состава, определение массовой доли сахарозы, глюкозы, фруктозы и сорбита проводилась методом ВЭЖХ с рефрактометрическим детектором. Изучение качественного и количественного моносахаридного состава показало, что преобладающими в водорастворимом полисахаридном комплексе являются фруктоза 27,37% и глюкоза 35,44%.

ABSTRACT

The data on the study of the carbohydrate composition of the plant *Elaeagnus angustifolia* L. To study the carbohydrate composition, the determination of the mass fraction of sucrose, glucose, fructose and sorbitol was carried out by HPLC with a refractometric detector. The study of the qualitative and quantitative monosaccharide composition showed that fructose 27.37% and glucose 35.44% are predominant in the water-soluble polysaccharide complex.

Ключевые слова: *Elaeagnus angustifolia* L., моносахариды, глюкоза, фруктоза, ВЭЖХ.

Keywords: *Elaeagnus angustifolia* L., monosaccharides, glucose, fructose, HPLC.

Введение

Углеводы, как белки и пептиды, являются важнейшими составными частями живого организма, играют исключительно важную роль в природе и человеческой жизнедеятельности. В настоящее время еще не существует способов синтеза углеводов, зато ежегодно образуется огромное количество естественных растительных полимеров, из которых эти продукты могут быть получены в результате гидролиза. Древесина, благодаря ее большим запасам и постоянному возобновлению, является уникальным источником углеводов [1].

Лох узколистный лекарственный – растение, включенное в большинство мировых фармакопей. Он широко используется в народной медицине при заболеваниях желудочно-кишечного тракта, так как обладают вяжущим, противовоспалительным и обволакивающим действием. Их используют как отхаркивающее (при бронхитах), мочегонное (при отеках), как антигельминтное и витаминное средства. Настой плодов проявляет гипотензивный, а также легкий анальгезирующий эффекты. В Средней Азии из порошка околоплодника готовят детское питание. В иранской народной медицине плоды использовались как обезболивающее и противовоспалительное средство у пациентов с ревматоидным артритом, а также для ускорения процесса заживления ран [2].

В Армении из плодов лоха узколистного получен лекарственный препарат пшатин, являющийся концентратом полифенольных соединений, применяющийся при колитах и других заболеваниях пищеварительного тракта [3, 4].

Клетчатка плодов способствует выведению из организма токсичных веществ, избытка холестерина, тяжелых металлов, стимулирует процессы выделения желчи [5]. На основе масла семян лоха предложены составы мягких лекарственных форм, регенеративная и противовоспалительная активности которых экспериментально доказаны.

В настоящее время пристальное внимание в области фармации и медицины направлено на поиск новых источников биологически активных веществ различного происхождения, в том числе и растительного. В качестве перспективного источника рассматривается древесное растение *Elaeagnus angustifolia*.

Исходя из вышеизложенных, целью данной работы является углубленное изучение плодов лоха узколистного, произрастающего в различных климатических условиях Республики Узбекистан.

Экспериментальная часть

В связи с тем, что миграция различных химических составов из сырья в извлечения сильно различается и то, что полисахаридного состава плодов растений также влияют и климатические условия и вещественный состав почвы, были исследованы различные органы этих растений, в частности мякоть и кожура плодов. Объектом для исследования служили 12 сорта лоха: Ходжейли райони (№1); Нукус (№2); Нукус райони (№3); Самарканд 7 форма (№4); Фаргона 6 форма (№5); Самарканд 7,2 форма (№6); Тошкент 16 форма (№7); Сирдарё 8 форма (№8); Тошкент 22 форма (№9); Тошкент 11 форма (№10); Тошкент 2 форма (№11); Тошкент 17 форма (№12).

Испытания на содержание полисахаридов

Для изучения углеводного состава, определение массовой доли сахарозы, глюкозы, фруктозы и сорбита проводилась методом ВЭЖХ с рефрактометрическим детектором.

Точная навеска около 2,5-3,0 гр, экстрагируют 100 мл дистиллированной воды с помощью магнитной мешалки при 35-40°C температуры в течение 3 часов. Затем экстракт с колбой помещают в ультразвуковую баню в течение 10 мин и после чего отфильтровывают через фильтр с диаметром пор 0,20 мкм (для нерастворимых в воде веществ) или с диаметром пор 0,45 мкм в вials 1-1,5 см³ этого раствора. Сначала проводят определение количественного содержания растворов стандартных образцов сахарозы, глюкозы, фруктозы и мальтозы.

Приготовление стандартных градировочных растворов смеси сахаров (сахароза, глюкоза, фруктоза и мальтоза).

Стандартные градировочные растворы смеси сахаров (сахарозы, глюкозы, фруктозы и сорбита) готовят для одновременной градировочной зависимости по трем точкам, от большей массовой концентрации или массовой доли сахарозы, глюкозы, фруктозы и сорбита к меньшей на основе стандартного раствора N 1 в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1.

Приготовление стандартных градировочных растворов смеси сахаров (сахарозы, глюкозы, фруктозы и мальтозы)

№ п/п	№ стандартного раствора	Вместимость мерной колбы, мл.	Способ приготовления	Массовая концентрация, г/дм ³ , массовая доля, %
1	1 (основной)	100	Взвешивают по 2,0 г сахарозы, глюкозы, фруктозы и сорбита в мерной колбе вместимостью 50 мл с записью результата до четвертого знака после запятой, растворяют в 40 мл воды переносят в мерную колбу вместимостью 100 мл, доводят водой до метки и тщательно перемешивают раствор №1	2,0

№ п/п	№ стандартного раствора	Вместимость мерной колбы, мл.	Способ приготовления	Массовая концентрация, г/дм ³ , массовая доля, %
4	2	50	Отбирают 25 мл из раствора N 1, переносят в мерную колбу, доводят водой до метки и тщательно перемешивают, раствор №2	1,0
3	3	50	Отбирают 25 мл из раствора N 2, переносят в мерную колбу, доводят водой до метки и тщательно перемешивают	0,5

Стандартные градировочные растворы смеси сахаров готовят непосредственно перед проведением измерений. Для приготовления градировочного раствора N 1 (основного) взвешивают точной навески по 2,0 г сахарозы, глюкозы, фруктозы и сорбита в мерной колбе с записью результата до четвертого знака после запятой, растворяют в 50 мл воды, количественно переносят в мерную колбу вместимостью 100 мл, доводят водой до метки и перемешивают. Для приготовления градировочных растворов N 2 и 3 отбирают пипетками соответствующие аликвоты из градировочного раствора N 1 в соответствии с таблицей 3, помещают их в мерные колбы и доводят водой до метки, тщательно перемешивая. Порядок элюирования сахаров и сорбита следующий: сахароза, глюкоза, фруктоза, сорбит.

Условия хроматографического анализа:

- Хроматограф Agilent 1260 Infinity (USA)
- Колонка аналитическая: *Eclipse XDB. 8 mkm 4,6x250 mm*
- Элюент: раствор Са-ЭДТА 0,03-0,1 ммоль/дм³
- Температура колонки: 70°C - 90 °C
- Детектирование: рефрактометрическое
- Скорость потока подачи элюента: 1,0 см³/мин
- Объем вводимой пробы 10 мкл

Анализ проб: Каждую пробу анализируют по три раза в условиях повторяемости в соответствии с требованиями ГОСТ ИСО 5725-1 и ГОСТ ИСО 5725-2. Регистрируют площади пиков моносахаров. В случае если площадь соответствующего пика выходит за границы диапазона градуировки хроматографа, готовят новую менее или более разбавленную пробу и анализ повторяют.

Обработка и оформление результатов определения

Массовую концентрацию или массовую долю сахарозы, глюкозы, фруктозы и сорбита в пробе продукта рассчитывают раствором смеси сахаров (сахарозы, глюкозы, фруктозы или сорбита)

$$c(X) = \frac{c_{ст} \cdot S_x \cdot m_{общ}}{S_{ст} \cdot m(x)}$$

где: $c(X)$ - массовая концентрация (массовая доля) сахарозы, глюкозы, фруктозы или сорбита в анализируемой пробе, г/дм³; $c_{ст}$ - массовая концентрация (массовая доля) сахарозы, глюкозы, фруктозы или сорбита в стандартном растворе, г/дм³; S_x - площадь пика анализируемого вещества, V_2 - вместимость мерной колбы, взятой для разбавления, см³; $S_{ст}$ - площадь пика анализируемого сахара в стандартном растворе, V_1 - объем пробы, отобранный для измерения по 6.2.1-6.2.2, см ; $m_{общ}$ - масса пробы после разбавления, г, $m(x)$ - масса пробы до разбавления, г. Расхождение между параллельными определениями (в процентах от среднего значения) не должно превышать $\pm 2\%$ предела повторяемости (сходимости %) при вероятности 0,95.

Результаты и их обсуждение

В составе полисахаридного комплекса плодов лоха идентифицированы глюкоза, манноза, галактоза, фруктоза, ксилоза и рамноза, R_f которых соответственно равны 0,18; 0,20; 0,21; 0,23; 0,25; 0,41 в системе бутанол-уксусная кислота-вода (Бумажная хроматография (БХ), 4:1:5). В системах растворителей этилацетат-муравьиная кислота-уксусная кислота-вода (18:1:4:3) и этилацетат-пиридин-уксусная кислота-вода (5:5:1:3) идентифицировали галактуроновую кислоту (БХ, R_f 0,271), содержание редуцирующих сахаров в плодах лоха узколистного составляет 50,67-55,75%, а общего сахара (сахарозы)- 60,0 $\pm$ 5,0%. Гравиметрическим методом было определено общее содержание пектинов (водорастворимых и нерастворимых в воде) в плодах лоха узколистного, которое составило 3,58 $\pm$ 0,3% [6].

Статистически достоверные результаты определения технологического выхода и физические свойства углеводных фракций представлены в табл.2. Полученные данные свидетельствуют о высоком содержании углеводов. Растворимость в воде этой фракции, как и водорастворимых углеводов, косвенно предполагает их высокую биологическую доступность в организме человека. Полисахариды лоха узколистного могут представлять интерес по аналогии с полисахаридами алтея, льна, солодки, подорожника, обуславливающими отхаркивающее и противовоспалительное действие соответствующих лекарственных препаратов [7].

Таблица 2.

Количественное определение содержания моносахаридов плодов лоха узколистного методом ВЭЖХ с рефрактометрическим детектором

№	Наименование образца	Фруктоза %	Глюкоза %	Сахароза %	Мальтоза %	Сумма %	№	Наименование образца	Фруктоза %	Глюкоза %	Сахароза %	Мальтоза %	Сумма %
1	№1, мякоть	26,26	33,1	0,078	0,011	59,45	13	№7, мякоть	27,89	24,48	1,26	-	53,64
2	№1, кожура	20,7	24,48	0,02	0,032	45,23	14	№7, кожура	27,95	24,69	1,33	0,17	54,14
3	№2 мякоть	27,37	34,62	0,065	0,092	62,15	15	№8, мякоть	24,74	30,18	0,14	0,09	55,15
4	№2 кожура	23,01	28,79	0,023	0,064	51,89	16	№8, кожура	19,28	22,43	0,11	0,15	41,97
5	№3, мякоть	27,68	35,44	0,045	0,077	63,24	17	№9, мякоть	21,7	26,3	0,47	0,09	48,56
6	№3, кожура	26,32	32,93	0,016	0,088	59,35	18	№9, кожура	20,36	25,72	0,20	0,10	46,39
7	№4 мякоть	30,43	27,59	0,19	0,11	58,32	19	№10, мякоть	28,49	26,85	1,02	0,11	56,46
8	№4, кожура	28,30	25,20	0,15	0,50	54,16	20	№10, кожура	28,67	26,73	1,32	0,21	56,92
9	№5, мякоть	23,66	26,62	0,04	0,04	50,35	21	№11, мякоть	27,81	23,31	1,74	-	52,86
10	№5, кожура	21,57	24,94	0,08	0,16	46,74	22	№11, кожура	27,63	26,88	0,30	0,04	54,84
11	№6 мякоть	29,71	28,46	0,08	0,19	58,44	23	№12, мякоть	29,02	26,58	2,39	0,21	58,19
12	№6, кожура	26,72	24,08	0,04	0,35	51,19	24	№12, кожура	27,76	24,45	4,30	0,03	56,54

Выводы

• полученные данные свидетельствуют о высоком содержании углеводов. Растворимость в воде этой фракции, как и водорастворимых углеводов, косвенно предполагает их высокую биологическую доступность в организме человека.

Таким образом, дана количественная оценка биологически активных веществ, содержащихся в различных органах лоха узколистного, произрастающего в различных климатических условиях Республики Узбекистана.

Список литературы:

1. Н.Н. Трофимова*, О.Б. Бичевина, В.А. Бабкин Углеводный состав Целлолигина лиственницы // Химия растительного сырья. 2004. №3. С. 11–14.
2. Жамгарян А.Г., Баласанян М.Г. Исследование антиноцицептивной активности экстрактов из различных частей лоха узколистного // № 45, с. 22-25.
3. Е.С. Аксенов, Н.А. Аксенова, Декоративные растения, Т.1. Деревья и кустарники. Энциклопедия природы. России, АБФ/АВФ, Москва (2000), сс. 305-308.
4. Н.В. Козловская, Труды ботанического института им. В.Л. Комарова Академии наук СССР. Сер.1, Вып.12, Москва – Ленинград (1958), сс. 84-131.
5. Багиров И.М. Фармакогностическое изучение растений семейства Лоховые: дис. канд. фарм. наук. ГОУ ВПО Первый Московский Государственный Медицинский Университет имени И.М. Сеченова. Москва, 2010. 163 с.
6. Е.А. Абизов, О.Н. Толкачев, С.Д. Мальцев, Е.В. Абизова «Состав биологически активных веществ в плодах лоха узколистного-интродуцированного в Европейской части России» Химиико-фармацевтический журнал. Том 42. № 12, 2008.
7. Машковский М.Д. Лекарственные средства. М., 1986. 776 с.

DOI - 10.32743/UniChem.2021.89.11.12521

ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫХ КОМПЛЕКСОВ АЛЬБЕНДАЗОЛА

Умиров Нурилло Сайдуллаевич

ст. преподаватель факультета химии,
Гулистанский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Гулистан
E-mail: n-umirov@mail.ru

Абдурахманова Угилай Коххоровна

д-р биол. наук, зав. кафедрой химии,
Гулистанский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Гулистан
E-mail: ugi_lay.912@mail.ru

Касимов Шодибек Исломович

ст. преподаватель факультета химии,
Гулистанский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Гулистан,
E-mail: shukrona141603@mail.ru

Эсанов Рахматилла

ст. науч. сотр. экспериментально-технологической лаборатории,
Институт биоорганической химии Академии наук Республики Узбекистан,
Республика Узбекистан, г. Ташкент,
E-mail: EsanovR@mail.ru

Матчанов Алимжан Давлатбоевич

д-р хим. наук, зав. экспериментально-технологической лабораторией,
Институт биоорганической химии Академии наук Республики Узбекистан,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: olim_-0172@mail.ru

CHROMATOGRAPHIC ANALYSIS OF SUPRAMOLECULAR COMPLEXES OF ALBENDAZOLE

Umirov Nurillo

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

Ugilay Abdurahmanova

Doctor of Biological Sciences,
Head of the Department of Chemistry,
Gulistan State University,
Republic of Uzbekistan, Gulistan

Kasimov Shodibek

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

Esanov Rakhmatilla

Senior Researcher, Experimental and Technological Laboratory,
Institute of Bioorganic Chemistry,
Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Alimjan Matchanov

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

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена получению супрамолекулярных комплексов альбендазола с глицирризиновой кислотой и ее моноаммониевой, монокалиевой солями в различных молярных соотношениях и их идентификации на основе высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ), а также изучению физико-химических свойств полученных комплексов. Было показано, что содержание альбендазола в супрамолекулярных комплексах соответствует теоретически рассчитанным значениям с погрешностью $\pm 0,169\%$.

ABSTRACT

The article is devoted to the preparation of supramolecular complexes of albendazole with glycyrrhizic acid and its monoammonium, monopotassium salts in various molar ratios and identification based on high performance liquid chromatography (HPLC), as well as to the study of physicochemical properties. It was shown that the content of albendazole in the supramolecular complexes corresponds to the theoretically calculated values with an error of $\pm 0,169\%$.

Ключевые слова: альбендазол, глицирризиновая кислота, монокалиевая соль глицирризиновой кислоты, моноаммониевая соль глицирризиновой кислоты, супрамолекулярный комплекс, температура плавления, ультрафиолетовый и инфракрасный спектр, высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ).

Keywords: albendazole, glycyrrhizic acid, glycyrrhizic acid monocalic salt, glycyrrhizic acid monoammonium salt, supramolecular complex, liquefaction temperature, ultraviolet spectrum, infrared spectrum, high performance liquid chromatography (HPLC).

Введение. На сегодняшний день распространенной патологией являются мелкие черви-глисты (гельминты), живущие за счет органов и тканей человека и животных. По статистике, каждый третий житель Европы заражен гельминтами. Паразиты могут принимать две формы: в кишечнике и вне кишечника (ткани). Кишечные черви приспособлены к паразитизму в тонком и толстом кишечнике, желчных протоках. Относительно более опасны тканевые формы глистных инвазий. Основными компонентами глистогонных препаратов, применяемых в настоящее время во всем мире против гельминтов, являются вещества, относящиеся к группе бензоимидазолов. Большинство противогельминтных препаратов, используемых против большинства гельминтов, относительно плохо растворимы и нерастворимы в воде, а также обладают токсическим действием.

Одним из веществ с такими глистогонными свойствами является альбендазол. Поэтому изучение свойств основных составляющих таких препаратов, повышение их растворимости, снижение токсических свойств являются сегодня одной из самых актуальных проблем.

Работа посвящена получению супрамолекулярных комплексов альбендазола с глицирризиновой кислотой и ее солями в различных молярных соотношениях, а также их идентификации и изучению физико-химических свойств на основе высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с целью повышения растворимости в воде.

Анализ литературы по теме (Literature review). Глицирризиновая кислота (ГК) является основным компонентом корня солодки – *Glycyrrhiza*, некоторые ее соли обладают поверхностно-активными, гелеобразующими свойствами и проявляют синергетическую активность [3].

В нормальных условиях ГК и ее соли способны к гелеобразованию при концентрациях выше $0,1\%$.

По литературным данным, более 45000 молекул воды соответствуют одной молекуле ГК при гелеобразовании [6].

Обнаружено, что 9,2%-ный водный раствор глицирризиновой кислоты образует стабильный гель, но идея о том, что молекула глицирризиновой кислоты образует внутреннее молекулярное пространство, на практике оказалась энергетически невыгодной. Было высказано предположение, что образование мицелл разной формы молекулой глицирризиновой кислоты приводит к формированию псевдомицелл, что, в свою очередь, вызывает структурирование молекул воды и образование гелей.

Моноаммониевая соль глицирризиновой кислоты (МАСГК) также образует мицеллы в водных растворах. Образование мицелл происходит из-за присутствия гидрофобно-гидрофильных фрагментов в молекуле МАСГК. Образование геля зависит от структуры мицелл. То есть в мицеллах МАСГК гидрофильная часть повернута наружу, а гидрофобная часть – внутрь [2].

Известно, что биологическая эффективность большинства лекарств зависит от их водорастворимости. Поскольку большинство биологических процессов, происходящих в организме, происходят в водной среде, это приводит к ограничению биологической эффективности нерастворимых в воде лекарств. Следовательно, большинство биологически активных веществ образуют водорастворимые супрамолекулярные комплексы [10].

Глицирризиновая кислота образует сложные вещества (клатраты) с рядом фармаконов. Обычно такие комплексы находятся в соотношении 2:1. Например, клатрат ацетилсалициловой кислоты с моноаммониевой солью глицирризиновой кислоты не только проявляет противовоспалительную активность, но и имеет самый высокий уровень индукции интерферона в дозах 2–10 мг/кг [7].

Альбендазол – это химическое соединение с глистогонным действием, относящееся к группе бензимидазолов, общая формула которого – $C_{12}H_{15}N_3O_2S$. Согласно номенклатуре IUPAC [5- (пропилтио)-1Н-бензимидазол-2-ил] карбаминовой кислоты метиловый эфир. Альбендазол – белый или беловатый порошок, растворимый в диметилсульфоксиде, сильных кислотах и щелочах. Плохо растворим в метиловом спирте, этилацетате и хлороформе, почти не растворим в воде [11; 8; 1; 4; 5].

Сегодня альбендазол и некоторые его лекарственные формы (Зентел, Гельмадол, Немазол, Саноксаль и др.) используются в лечении гельминтозов благодаря их высокому терапевтическому эффекту.

Альбендазол и его лекарственные формы плохо растворяются в воде и в физиологической среде, что отрицательно сказывается на их биологической восприимчивости. Поэтому длительное применение таких препаратов при лечении гельминтозов необходимо, но не допускается из-за относительно высокой токсичности альбендазола и его производных [9].

Повышение биодоступности и снижение токсичности альбендазола, а также получение его водорастворимых производных и определение их химической структуры являются одними из актуальных задач биоорганической химии.

Целью данной работы является получение водорастворимых супрамолекулярных комплексов альбендазола с глицирризиновой кислотой и ее солями в различных молярных соотношениях, изучение некоторых физико-химических характеристик и анализ на основе высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Анализ и результаты (Analysis and results).

Получены супрамолекулярные комплексы альбендазола с глицирризиновой кислотой и ее моноаммонийной, монокальциевой солями в соотношениях 1:9, 1:15, 1:20. Температуры плавления полученных комплексных соединений отличаются от температур плавления исходных реагентов. Плавление сопровождается разложением при температуре выше 200 °C (таблица 1).

Таблица 1.

Температуры плавления супрамолекулярных комплексов ГК и его солей с альбендазолом

Комплексы	Соотношения комплексов	Температура плавления, °C (с разложением)
Альбендазол	–	208–210
ГК	–	225–228
МАСГК	–	227–230
Альбендазол : ГК	1 : 9	189–193
Альбендазол : ГК	1 : 15	200–203
Альбендазол : ГК	1 : 20	200–202
Альбендазол : МАСГК	1 : 9	190–193
Альбендазол : МАСГК	1 : 15	203–205
Альбендазол : МАСГК	1 : 20	202–204
Альбендазол : МАСГК	1 : 9	215–218
Альбендазол : МАСГК	1 : 15	215–224
Альбендазол : МАСГК	1 : 20	223–226

Константы устойчивости комплексов изучали в ближней ультрафиолетовой области при длинах волн от 200 до 300 нм на основе метода изомолярных серий.

Результаты исследования показывают, что значения линейных оптических плотностей увеличиваются с увеличением содержания глицирризиновой кислоты и ее солей в полученных супрамолекулярных комплексах, что можно объяснить усилением образования мицеллярной структуры с увеличением концентрации ГК и ее соли в растворе. Кроме того, при анализе

ИК-спектроскопии комплексов было обнаружено, что валентные колебания –ОН группы глицирризиновой кислоты проявляются при 3365–3363 cm^{-1} . В ИК-спектрах супрамолекулярных комплексов альбендазол : ГК 1:9 обнаружены валентные колебания, принадлежащие группе –ОН, в виде широких плеч в областях 3338–3325 cm^{-1} .

Этот сдвиг и появление пика в виде широкого плеча свидетельствуют об образовании водородных связей при комплексообразовании.

Также можно наблюдать, что частота колебаний, принадлежащих карбонильной группе $C_{11}=O$, у С-кольца молекулы глицирризиновой кислоты сдвигается от $1656\text{--}1653\text{ см}^{-1}$ до $1646\text{--}1644\text{ см}^{-1}$.

Этот сдвиг также указывает на то, что вклад карбонильных групп в образование водородных связей (таблица 2) значителен.

Таблица 2.

ИК-спектры супрамолекулярных комплексов ГК и его солей, полученных с альбендазолом

№	Комплексы	Соотношения комплексов	Валентные колебания OH групп (см^{-1})	$C_{11}=O$ частота колебаний, связанных с карбонилем (см^{-1})	Валентные и деформационные колебания метильных, метиленовых групп (см^{-1})
1	ГК		3363,86	1654,92	1122,57 1168,86 1192,01 1213,23
2	Альбендазол : ГК	1 : 9	3332,99	1645,28	1166,93 1213,23 1255,66
3	Альбендазол : ГК	1 : 15	3340,71	1645,28	1166,93 1211,30 1257,59 1327,03
4	Альбендазол : ГК	1 : 20	3334,92	1645,28	1166,93 1213,23 1257,59
5	Альбендазол : МАСГК	1 : 9	3207,62	1653, 11	1172,72 1213,23 1261,45
6	Альбендазол : МАСГК	1 : 15	3209,55	1651,07	1170,79 1213,23 1261,45
7	Альбендазол : МАСГК	1 : 20	3230,77	1658,78	1260,02 1213,23 1261,45

Однако изменение значений частот валентных и деформационных колебаний, принадлежащих метильным, метиленовым группам, также позволяет сделать вывод о том, что гидрофобно-гидрофильные взаимодействия происходят между неполярными частями молекулы.

Для качественного и количественного анализа полученных супрамолекулярных комплексов

использован метод высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Для этого сначала определяли время и площади удерживания альбендазола, ГК и ее солей в колонке стандартных образцов. Результаты повторялись пятькратно с определением среднего значения.

Условия хроматографии:

хроматограф – Agilent Technologies 1260 Infinity;

детектор – диодно-матричный детектор и флуоресцентный детектор (290 нм и $E_x = 230$, $E_m = 460$);
 колонка – Eclipse XDB – C18, 3 мкм, 4,6×150мм;
 объем инъекции – 10 мкл;
 скорость потока подвижной фазы – 1,0 мл/мин;

мобильная фаза (градиент) – ацетонитрил: ацетатный буфер pH = 2,92 (70%: 30%) 0–6 мин, (65%:35%) 6–9 мин, (55%:45%) 9–15 мин, (70%:30%) 15–20 мин.

Рисунок 1. Хроматограмма стандартного образца альбендазола (диодно-матричный детектор и флуоресцентный детектор)

Рисунок 2. Хроматограмма стандартного образца моноаммониевой соли глицирризиновой кислоты

Рисунок 3. Хроматограмма супрамолекулярного комплекса альбендазола с моноаммониевой солью глицирризиновой кислоты при молярном соотношении 1:15 при 254 нм и $E_x = 230$ нм, $E_m = 460$ нм

Качественная оценка альбендазола в супрамолекулярном комплексе (рис. 1–3) показывает соответствие времени удерживания в колонке диапазоне 3,98–4,02 мин. В количественном отношении это 1908,0 мг/% относительно расчетного значения концентрации стандартного образца. Это 98,3% от теоретически рассчитанной массы альбендазола.

Другой особенностью альбендазола на хроматограмме была способность давать флуоресценцию

(рис. 1). Поэтому результаты, полученные на флуоресцентном детекторе методом хроматографии, представлены в количественном анализе. ГК и его соли определенно не обладают этим свойством. Поэтому при их идентификации предпочтительно использовать только диодно-матричные или детекторы СФ.

Приведена сравнительная таблица результатов, полученных экспериментально, с теоретически рассчитанными результатами (таблица 3).

Таблица 3.

Результаты количественного анализа альбендазола в комплексных соединениях

№	Комплексы	Теоретически рассчитанное количество, мг/%	Практические данные, мг/%	%
1	Албендазол : ГК 1:9	3450.0	3387.0	98,2
2	Албендазол : ГК 1:15	2030.0	1966.0	97.0
3	Албендазол : ГК 1:20	1580.0	1553.0	98,3
4	Албендазол : МАСГК 1:9	3190.0	3150.0	98,7
5	Албендазол : МАСГК1:15	1940.0	1938.6	99,9
6	Албендазол :МАСГК 1:20	1460.0	1439.8	98.6
7	Албендазол : МАСГК 1:9	3190.0	3154.0	98,9
8	Албендазол :МАСГК 1:15	2010.0	1949.0	97.0
9	Албендазол: МАСГК 1:20	1520.0	1494.4	98,3

Из данных, приведенных в таблице 3, видно, что количество альбендазола в составе всех полученных комплексных соединений определено в количестве

97,0–99,9% относительно теоретически рассчитанных количеств.

Результаты статистической обработки представлены в таблице 4.

Таблица 4.

Результаты статистической обработки полученных результатов

Показатели	Обозначение	Измеряемая величина	Формулы
Дисперсия	S^2	3,300	$s^2 = \frac{\sum d_i^2}{n - 1}$
Стандартное отклонение	S	1,817	$s = \sqrt{s^2}$
Стандартное отклонение среднего результата	$S_{\bar{x}}$	0,812	$s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}}$
Число степеней свободы	f	4	$f = n - 1$
Доверительная вероятность	p	0,01	
Коэффициент Стьюдента	t	4,03	Табличное значение критерия Стьюдента для P = 0,05 и f
Полуширина доверительного интервала	$\Delta \bar{x}$	3,274	$\Delta \bar{x} = t_{(p,f)} * s_{\bar{x}}$
Относительная ошибка среднего результата	ε	0,169%	$\varepsilon = \frac{\Delta \bar{x}}{\bar{x}} * 100\%$
Граничные значения доверительного интервала среднего результата	$\bar{x} \pm \Delta \bar{x}$	$\pm 3,274$	

Таким образом, на основе полученных результатов можно сделать вывод, что при определении альбендазола в составе супрамолекулярных комплексов ГК и ее солей можно эффективно использовать метод ВЭЖХ с достаточной точностью. В частности, показано, что использование флуоресцентного детектора для обнаружения альбендазола является более точным и дает среднюю ошибку в пределах $\pm 0,169\%$.

Выводы и предложения (Conclusion/Recommendations):

- впервые получены водорастворимые супрамолекулярные комплексы альбендазола с глицирризиновой кислотой и ее моноаммониевой, монокалиевой солями в различных мольных соотношениях;

- физико-химические свойства полученных комплексов, химическая структура и природа связей проанализированы методом ИК-спектроскопии, и показано, что образование супрамолекулярных комплексов альбендазола с глицирризиновой кислотой и ее солями осуществляется за счет водородных связей и гидрофобных взаимодействий;

- качественный и количественный анализ альбендазола с использованием высокоэффективной жидкостной хроматографии дает среднестатистическую ошибку с точностью до $\pm 0,169\%$. Показано, что для обнаружения альбендазола можно использовать флуориметрический детектор;

- показана эффективность использования данного метода при стандартизации лекарственных форм на основе альбендазола.

Список литературы:

1. Архипов И.А. Антигельминтики: фармакология и применение. – М., 2009. – 405 с.
2. Гемостатическая активность геля «Глилагель» на основе лагохилина с моноаммониевой солью глицирризиновой кислоты / А.Д. Матчанов, Ф.Н. Ташпулатов, Ф.А. Собирова, А.В. Филатова [и др.] // Экспериментальная и клиническая фармакология. – 2020. – Т. 83. – № 11. – С. 20–22.
3. Глицирризиновая кислота / Г.А. Толстиков, Л.А. Балтина, Э.Э. Шульс, А.Г. Покровский // Биоорганическая химия. – М., 1997. – Т. 23. – № 9.
4. Квантово-химическое моделирование структуры и стереохимической нежесткости альбендазола / Г.А. Дущенко, И.Е. Михайлов, А.В. Казарникова, Е.Н. Пономарева // Вестник южного научного центра. – 2015. – Т. 11, № 3. – С. 46–52.
5. Механохимическая модификация свойств антигельминтных препаратов / С.С. Халиков, М.С. Халиков, Э.С. Метелева, С.А. Гуськов [и др.] // Химия в интересах устойчивого развития. – 2011. – № 19. – С. 699–703.
6. Синтез молекулярных комплексов моноаммониевой соли глицирризиновой кислоты с бензойной и салициловой кислотами и исследование вязкости их водных растворов / Х.А. Юлдашева, М.Г. Мухамедиев, Д.Н. Далимов, М.Б. Гафуров [и др.] // Химия и химическая технология. – 2011. – № 1. – С. 24–26.
7. Физико-химические свойства водных растворов клатратов моноаммониевой соли глицирризиновой кислоты с бензойной и салициловой кислотами / Д.Н. Далимов, М.Г. Мухамедиев, Г.Р. Хамидова, М.Б. Гафуров [и др.] // Современные проблемы науки о полимерах. – Ташкент, 2011. – С. 164–165.
8. Шувалова Е.П. Инфекционные болезни. – М., 2001. – 1225 с.
9. Экологически безопасные антигельминтные препараты в ряду бензимидазолов: синтез, свойства, применение / С.С. Халиков, И.А. Архипов, А.И. Варламова, М.С. Халиков [и др.] // Юг России: экология, развитие. – 2016. – Т. 11, № 1. – С. 178–192.
10. Noguchi M., Kubo N., Hayashi T. // Chem. Pharm. Bull. – 1978. – Vol. 26. – P. 3652–3656.
11. Pat. 01224321. Jpn. 1987 (C. A. V.112. 185843z) / Kurono M., Katsumata S., Misowa Y., Fukahori K. [et al.].

ВЛИЯНИЕ БИОСТИМУЛЯТОРОВ НА АНТИОКСИДАНТНЫЙ СТАТУС НОВЫХ СОРТОВ ХЛОПЧАТНИКА В УСЛОВИЯХ ЗАСОЛЕНИЯ

Бабаева Дилдора Туйгуновна

канд. биол. наук, ст. науч. сотр.,
Институт биоорганической химии АН РУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: dildora.babaeva.11@mail.ru

Ахунов Али Ахунович

д-р биол. наук, профессор,
Институт биоорганической химии АН РУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: ali.akhunov@gmail.com

Эшимов Мухриддин Мирза угли

мл. науч. сотр.,
Институт биоорганической химии АН РУз
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: muhriddineshimov92@gmail.com

Хашимова Нигора Рустамовна

д. д-р биол. наук, вед. науч. сотр.,
Институт биоорганической химии АН РУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: nigora65@list.ru

INFLUENCE OF BIOSIMULANTS ON ANTIOXIDANT STATUS OF NEW COTTON VARIETIES UNDER SALT STRESS CONDITIONS

Dildora Babaeva

PhD in Biology
Senior Researcher, Institute of Bioorganic Chemistry
of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

Ali Akhunov

Doctor of Biological Sciences, Professor
Institute of Bioorganic Chemistry
of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

Eshimov Mukhriddin Mirza o'g'li

junior researcher,
Institute of Bioorganic Chemistry
of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

Nigora Khashimova

Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher,
Institute of Bioorganic Chemistry
of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

Авторы выражают благодарность Центру геномики и биоинформатики за безвозмездное предоставление семян биотехнологических сортов хлопчатника Порлок-1 и Равнак-1 в проведении научных экспериментов.

АННОТАЦИЯ

Изучено влияние различных концентраций 10^{-6} , 10^{-7} , 10^{-8} М биостимулятора ДАГ-1 на функционирование про-/антиоксидантной системы в 7-суточных проростках хлопчатника - Порлок-1 и Равнак-1 в условиях солевого стресса. В качестве эталона использован коммерческий стимулятор Biodux. На основе изучения содержания H_2O_2 , малонового диальдегида (МДА), активности ферментов-антиоксидантов супероксиддисмутазы (СОД), пероксидазы (ПО), каталазы (КАТ) выявлено, что Порлок-1 предобработанный биостимулятором ДАГ-1 в концентрациях 10^{-6} и 10^{-7} М был адаптирован действию солевого стресса. Препарат Biodux стимулировал про-/антиоксидантную систему исследуемых сортов хлопчатника, однако на фоне 100 мМ NaCl предобработка эталонным стимулятором не оказывала антиоксидантного действия. Сопоставление про- и антиоксидантных процессов в сортах хлопчатника показало, что предобработка семян хлопчатника биостимулятором ДАГ-1 индуцирует антиоксидантную систему и смягчает воздействие солевого стресса.

ABSTRACT

The effect of various concentrations of 10^{-6} , 10^{-7} , and 10^{-8} M biostimulant DAG-1 on the functioning of the pro / antioxidant system in 7-day-old cotton seedlings of varieties - Porlok-1 and Ravnak-1 under conditions of salt stress. The commercial stimulant Biodux was used as a reference. Based on the study of the content of H_2O_2 , malondialdehyde (MDA), the activity of the antioxidant enzymes superoxide dismutase (SOD), peroxidase (PO), catalase (CAT) it was found that pretreatment with the biostimulant DAG-1 at concentrations of 10^{-6} and 10^{-7} M reduced salt stress in Porlok-1. Biodux stimulated the pro- / antioxidant system of all studied cotton varieties; however, at 100 mM NaCl the pretreatment with the reference stimulator did not have an antioxidant effect. Comparison of pro- / antioxidant processes in different biotechnological cotton varieties showed that pretreatment of cotton seeds with a biostimulant DAG-1 induces an antioxidant system and mitigates salinity stress.

Ключевые слова: хлопчатник, антиоксиданты, биостимуляторы, перекись водорода, малоновый диальдегид.

Keywords: cotton, antioxidants, biostimulants, hydrogen peroxide, malondialdehyde.

Изменение климата вызывает потери производительности культур, что является серьезной проблемой для сельскохозяйственного сектора. Генмодифицированные культурные растения, могут не устоять при множественных стрессах на полевом уровне [1]. В качестве альтернативного решения для «подготовки» растений к будущим стрессам широко распространено использование биостимуляторов растений для повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

Среди различных категорий биостимуляторов - один из успешных в хлопководстве Узбекистана - препарат ДАГ-1. Новый биостимулятор влияет на устойчивость и адаптивность хлопчатника к стрессам различного рода за счет стимулирования антиоксидантной системы растений.

Солевой стресс вызывает накопление АФК. Чтобы поддерживать баланс между продукцией и поглощением АФК, в растениях выработаны системы утилизации АФК. Основными компонентами обезвреживающих АФК являются ферменты СОД, КАТ, ПО [2].

Мы предположили, что предпосевная обработка семян биостимулятором ДАГ-1 может смягчать воздействие солевого стресса. Следовательно, изучение про-/антиоксидантного статуса хлопчатника в условиях засоления является важным для оценки действия препаратов природного происхождения и химических средств на уровень продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ), H_2O_2 , активности ферментов-антиоксидантов - СОД, ПО, КАТ.

Материалы и методы

Семена хлопчатника ген-нокаутного сорта Порлок-1 и сорта маркер ассоциированной селекции (МАС) Равнак-1 были предоставлены Центром

геномики и биоинформатики, препарат ДАГ-1 (супрамолекулярный комплекс глицирризиновой и салициловой кислот), был разработан в Институте биоорганической химии имени А.С. Садыкова АН РУз. В качестве эталона использовали промышленный стимулятор Biodux (арахионовая кислота – цис-5, 8, 11,14-эйкозатетраеновая кислота).

Семена хлопчатника оголяли концентрированной серной кислотой, промывали под струей холодной воды и выдерживали 8 ч в различных концентрациях (10^{-6} , 10^{-7} , 10^{-8} М) препарата ДАГ-1, а также в 0,03 % растворе эталонного стимулятора Biodux. Семена, завернутые в бумажные «рулоны», помещали в отдельные сосуды с раствором NaCl (100 мМ) и проращивали в термостате при 26°C в течение 7-суток. Проростков гомогенизировали в присутствии жидкого азота. Сумму белков экстрагировали 0.1 М фосфатным буфером, pH 6.6, содержащем 0.5 М NaCl (1:3), в течение 1 часа на магнитной мешалке при 4°C. Центрифугировали при 5000 об/мин в течение 20 мин.

Общую активность СОД определяли по методу Гианнополитиса и Райса [3]. Активность ПО определяли по методу Бояркина [4]. Содержание белка определяли по методу Лоури [5]. Активность КАТ определяли по методу Sinha [6]. Содержание МДА оценивали по методу В.В. Рогожин [7]. Определение содержания H_2O_2 проводили методом Великовой [8].

Полученные данные были подвергнуты дисперсионному анализу (ANOVA) с использованием пакета программ OriginPro 7.0. Данные представлены как средняя стандартная ошибка трех повторностей.

Результаты и обсуждение

Исследования показали неоднозначность результатов по функционированию про-/антиоксидантной системы в 7-суточных проростках сортов хлопчатника

Порлок-1 и Равнак-1 при солевом стрессе и воздействии малых концентраций (10^{-6} - 10^{-8} М) биостимулятора ДАГ-1 на фоне 100 мМ NaCl, которые связаны с сортоспецифичностью ответных реакций. В сравнительном аспекте было исследовано влияние промышленного стимулятора Biodux. Как видно из

приведенных результатов в табл.1, разные генотипы имеют разный уровень H_2O_2 . Высокий уровень H_2O_2 наблюдался у сорта Равнак-1 (ДАГ-1 (10^{-7} М)). Воздействие 100 мМ NaCl в сортах хлопчатника снижало уровень H_2O_2 .

Таблица 1.

Содержание H_2O_2 и МДА в 7-суточных проростках хлопчатника предобработанных стимуляторами ДАГ-1 (10^{-6} , 10^{-7} , 10^{-8} М), Biodux на фоне 100 мМ NaCl, ($n=3$, $M \pm m$)

Варианты опыта	H ₂ O ₂ мкмоль/г сырого веса		МДА мкмоль/г сырого веса	
	Порлок-1	Равнак-1	Порлок-1	Равнак-1
Контроль	0,18	0,26	51,60	47,12
NaCl 100 мМ	0,12**	0,23**	67,31	80,77
ДАГ-1 (10^{-6} М)	0,19	0,27	62,82*	47,24*
ДАГ-1 (10^{-6} М) + NaCl 100 мМ	0,13**	0,18	62,00*	62,82*
ДАГ-1 (10^{-7} М)	0,26	0,33	56,09*	38,14**
ДАГ-1 (10^{-7} М) + NaCl 100 мМ	0,08**	0,16**	69,55	85,26
ДАГ-1 (10^{-8} М)	0,20	0,23	67,31	51,60*
ДАГ-1 (10^{-8} М) + NaCl 100 мМ	0,18	0,11**	53,85*	53,85*
Biodux	0,20	0,08**	65,71*	67,31*
Biodux + NaCl 100 мМ	0,13**	0,09**	74,49	90,64

Примечание: ** - означает значение ниже уровня контроля; * - означает значение ниже уровня NaCl 100 мМ. В таблице представлены средние значения и их стандартные отклонения, различия достоверны при $P \leq 0,05$.

Предобработка семян препаратом ДАГ-1 в концентрации 10^{-6} и 10^{-7} М увеличивали концентрации H_2O_2 в исследуемых сортах. Накопление H_2O_2 может быть сигналом для инициирования адаптивного ответа на стресс [9]. В тоже время концентрация 10^{-8} М у сорта Порлок-1 незначительно увеличивала содержание H_2O_2 , тогда как содержание H_2O_2 при этом снижалось у сорта Равнак-1 по сравнению с контролем и заметное понижение при воздействии стимулятора Biodux. На фоне 100 мМ засоления предобработка семян стимуляторами ДАГ-1 (10^{-6} - 10^{-8} М) и Biodux способствовали ингибированию выработки H_2O_2 у сорта Равнак-1. Понижение уровня H_2O_2 , по нашим предположениям, является следствием функциональной активности антиоксидантных ферментов, которая хорошо согласуется с низким уровнем ПОЛ. Перекисного окисления липидов мембран растительных клеток, индуцированное АФК отражает вызванное стрессом повреждение на клеточном уровне в следствии накопления конечного продукта МДА и является показателем развития окислительного стресса растений [10]. В связи с этим изучалось влияние биостимуляторов на содержание МДА (табл.1). Под воздействием 100 мМ NaCl в сортах повышался уровень МДА. Несмотря на низкий уровень H_2O_2 при действии 100 мМ NaCl повышение содержания МДА может быть следствием накопления более токсичной молекулы чем H_2O_2 - гидроксильного радикала ($HO_2^{\cdot}$), способный проходить через мембраны и отбирать атомы водорода у полиненасыщенных жирных кислот и липидов, тем самым запускать

самоокисление липидов [11]. Нужно отметить, что содержание МДА при концентрации ДАГ-1 10^{-7} М у сорта Порлок-1 и Равнак-1 было ниже, чем при воздействии только 100 мМ NaCl. Хотя значения содержания МДА исследуемых сортов в некоторых вариантах применения биостимуляторов превышал значения в контрольных растениях, показатель окислительного стресса у предобработанных биостимулятором растениях в условиях засоления был ниже, чем при воздействии одного 100 мМ NaCl.

На фоне засоления концентрации биостимулятора ДАГ-1 10^{-6} и 10^{-8} М способствовали понижению уровня МДА у Равнак-1. Понижение уровня окислительного повреждения мембран связано с функционированием ферментов КАТ, СОД, ПО, активность которых индуцировалось стимулятором ДАГ-1. Содержание МДА повышалось у сортов предобработанных Biodux по сравнению с контрольными образцами, однако, при этом содержание МДА было низким по сравнению с образцами под воздействием 100 мМ NaCl. На фоне засоления в сортах предобработка Biodux не защищала растения от окислительного стресса, о котором свидетельствовало повышение уровня МДА. Согласно мнению Bowler, это связано со снижением активности КАТ и результатом реакции Haber-Wesis с образованием гидроксильных радикалов [12].

Далее была исследована сравнительная активность антиоксидантных ферментов у сортов хлопчатника при действии биостимуляторов в условиях солевого стресса.

Таблица 2.

Активность антиоксидантных ферментов в 7-суточных проростках хлопчатника предобработанных стимуляторами ДАГ-1 (10^{-6} , 10^{-7} , 10^{-8} М) и Biodux на фоне 100 мМ NaCl, ($n=3$, $M \pm m$)

Варианты опыта	Активность ферментов, Е/мг белка					
	Порлок-1			Равнак-1		
	КАТ	СОД	ПО	КАТ	СОД	ПО
Контроль	81,78	113,0	134,96	41,76	58,32	152,13
NaCl 100 мМ	58,13	10,14	137,52**	68,57**	50,71	133,37
ДАГ-1 (10^{-6} М)	157,08**	201,07**	194,48**	77,22**	63,34**	135,42*
ДАГ-1 (10^{-6} М)+ NaCl 100 мМ	79,70*	4,01	166,67**	112,0**	85,00**	147,65*
ДАГ-1 (10^{-7} М)	166,32**	117,31**	170,63**	43,40**	59,66**	118,44
ДАГ-1 (10^{-7} М)+ NaCl 100 мМ	32,94	20,72*	132,26	92,32**	65,40**	133,47
ДАГ-1 (10^{-8} М)	70,25*	133,00**	260,40**	58,34**	52,62*	143,50*
ДАГ-1 (10^{-8} М)+ NaCl 100 мМ	62,88*	11,21	103,17	80,28**	48,34	130,53
Biodux	41,88	126,69**	234,61**	62,00**	15,06	93,71
Biodux + NaCl 100 мМ	13,40	123,28**	174,89**	65,00**	8,06	97,64

Примечание: ** - означает значение выше уровня контроля; * - означает значение выше уровня NaCl 100 мМ. В таблице представлены средние значения и их стандартные отклонения, различия достоверны при $P \leq 0,05$.

Солевой стресс повышал активность КАТ у сорта Равнак-1 и ПО активность у сорта Порлок-1 (табл. 2). При этом активность СОД была ниже уровня контроля. Это указывает на компенсаторную функцию антиоксидантных ферментов в ответ на активность процессов ПОЛ.

При обработке семян Порлок-1 биостимулятором ДАГ-1 в проростках наблюдалось увеличение активности трех ферментов при концентрациях 10^{-6} и 10^{-7} М, при действии концентрации 10^{-8} М повышалась активность СОД и ПО. Повышение активности ферментов совпадало с понижением уровня МДА. Обработка биостимулятором ДАГ-1 в концентрации 10^{-6} и 10^{-7} М семян сорта Равнак-1 индуцировала активности КАТ и СОД, а концентрация 10^{-8} М активность только КАТ, в результате которого уровень МДА снижался.

Предобработка семян препаратом ДАГ-1 в концентрации 10^{-6} М с последующим проращиванием в 100 мМ NaCl индуцировала активность ПО в проростках Порлок-1, а также активность КАТ и СОД у Равнак-1. При концентрации 10^{-7} М в условиях засоления повышалась активность КАТ и СОД у сорта Равнак-1, а совместное воздействие засоления и биостимулятора ДАГ-1 при концентрации 10^{-8} М повышала активность КАТ.

Было выявлено, что обработка семян стимулятором Biodux повышала активность КАТ и СОД в проростках Порлок-1. У Равнак-1 обработка семян стимулятором повышала активность только КАТ. В этих сортах соответственно были низкие уровни H_2O_2 и МДА. На фоне 100 мМ NaCl стимулятор Biodux повышал активность СОД и ПО у сорта Порлок-1, в то время как повышение активности только КАТ отмечалось у сорта Равнак-1 по сравнению с контролем.

Предобработка семян исследуемых сортов стимулятором Biodux и разными концентрациями био-

стимулятора ДАГ-1 на фоне 100 мМ NaCl индуцировали активность ферментов, а в некоторых случаях ингибировали их активность. Это связано с тем, что ферменты расположены в различных тканевых структурах и клеточных компартментах, имеют разную субстратную специфичность и сродство к АФК. При действии стрессов на растения может произойти быстрая инактивация конститутивного пула антиоксидантных ферментов [13].

Анализируя данные с позиции чувствительности про-/антиоксидантной системы новых биотехнологических сортов хлопчатника при обработке семян препаратом ДАГ-1 и воздействии засоления были выявлены различия в накоплении H_2O_2 и МДА, активности ферментов СОД, КАТ, ПО, которые могут отражать сортоспецифичность в механизмах защитного ответа к повреждающему действию окислительного стресса и стресс-смягчающего эффекта малых концентраций биостимулятора. Было установлено, что сорт Порлок-1 предобработанные препаратом ДАГ-1 в концентрации 10^{-6} и 10^{-7} М был адаптирован действию солевого стресса. Препарат Biodux стимулировал про-/антиоксидантную систему исследуемых сортов хлопчатника, однако на фоне 100 мМ NaCl предобработка эталонным стимулятором не оказывала антиокислительного действия. Сопоставление про-/антиоксидантных процессов в сортах хлопчатника показало, что предобработка биостимулятором ДАГ-1 индуцирует антиоксидантную систему и смягчает воздействие солевого стресса.

Проведенные нами исследования дают основу для разработки конкретных рекомендаций по применению препаратов нового поколения и пестицидов для каждого генотипа хлопчатника с учетом их антиоксидантного статуса с целью повышения адаптивности в условиях засоления.

Список литературы:

1. Faisal Z., Muhammad A. Bioregulators: unlocking their potential role in regulation of the plant oxidative defense system // Plant Molecular Biology. 2021. – V.105. -P.11–41.
2. Arif Y, Singh P, Siddiqui H, et al. Salinity induced physiological and biochemical changes in plants: an omic approach towards salt stress tolerance // Plant Physiol Biochem. 2020. – V.156. – P.64–77.
3. Giannopolitis C.N., Ries S.K. Superoxide dismutase I. Occurrence in higher plants // Plant Physiol. 1972. - V. 59. - P. 309-314.
4. Бояркин А.Н. Быстрый метод определения активности пероксидаз // Биохимия. 1951. - Т.16. - № 6. – С. 352-355.
5. Lowry O.H., Rosebrough N.J., Farr A.L., Randall R.J. // J.Biol. Chem. 1951. V.193 - №2. - P. 265.
6. Sinha, K.A. (1972) Colorimetric Assay of Catalase. Analytical Biochemistry, 47, 389-394.
7. Kumar G.N.M., Knowles N.R. Changes in lipid peroxidation and lipolytic and free radical scavenging enzyme activities during aging and sprouting of potato (*Solanum tuberosum*) seed-tubers // Plant. Physiol. 1993. – V.102. – P. 115-124.
8. Velikova V., Yordanov I., and Edreva A. Optimized assay for hydrogen peroxide determination in plant tissue using potassium iodide // American Journal of Analytical Chemistry. 2014.- V.5. – P.730-736.
9. Gosset D.R., Millhollon E.P., Lucas M.C. Antioxidant response to NaCl stress in salt-tolerant and salt-sensitive cultivars of cotton // Crop Sci. 1994. – V.34. -P.706–714.
10. Shukla N., Awasthi R.P., Rawat L. and Kumar J. Biochemical and physiological responses of rice (*Oryza sativa* L.) as influenced by *Trichoderma harzinaum* under drought stress // Plant Physiol. Bioch. 2012. – V.54. – P.78-88.
11. Demiral T., Turkan I. Comparative lipid peroxidation, antioxidant defense systems and proline content in roots of two rice cultivars differing in salt tolerance // Environ. exp. Bot. 2005. -V.53. – P.247-257.
12. Bowler C., Montagu M.V. and Inze D. Superoxide dismutase and salt stress tolerance // Ann. Rev. Plant Physiol. 1992. – V.43. – P. 83-116.
13. Гарифзянов А.Р., Жуков Н.Н., Иванищев В.В. Образование и физиологические реакции активных форм кислорода в клетках растений // Современные проблемы науки и образования. 2011. – № 2. -С. 21.

РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА И ТЕХНОЛОГИИ ТАБЛЕТОК ПРАМИПЕКСОЛА С ПРОТИВОПАРКИНСОНИЧЕСКИМ ДЕЙСТВИЕМ

Бекназарова Нурия Сейтбаевна

мл. науч. сотр.,
Институт биоорганической химии Академии наук,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: princessa_nury@mail.ru

Умаров Дониёр Бахтиярович

мл. науч. сотр.,
Институт биоорганической химии Академии наук,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Турабоев Шухрат Махмадалиевич

PhD, ст. науч. сотр.,
Институт биоорганической химии Академии наук,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Абрекова Наджие Наримановна

базовый докторант PhD (2-курс),
Институт биоорганической химии Академии наук,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Сагдуллаев Баходир Тахирович

д-р. техн. наук, проф., ведущий научный сотрудник,
Институт биоорганической химии Академии наук,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

DEVELOPMENT OF OPTIMAL COMPOSITION AND TECHNOLOGY OF PRAMIPEXOL TABLETS WITH ANTI-PARKINSONIC ACTION

Nuriya Beknazarova

Junior Researcher,
Institute of Bioorganic Chemistry,
Academy of Sciences, Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

Doniyor Umarov

Junior Researcher,
Institute of Bioorganic Chemistry,
Academy of Sciences, Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

Shukhrat Turaboev

PhD, Senior Researcher,
Institute of Bioorganic Chemistry
of the Academy of Sciences, Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

Nadzhie Abrekova

Basic doctoral candidate PhD (2-year),
Institute of Bioorganic Chemistry
of the Academy of Sciences, Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

Bakhodir Sagdullaev

*Doctor of Technical Sciences, Prof., Leading Researcher,
Institute of Bioorganic Chemistry
of the Academy of Sciences, Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

Существует ряд препаратов на основе прамипексола в таблеточной форме. Количество прамипексола в минимальной дозировке в одной таблетке составляет 0,25% от общей массы, что тяжело обеспечить путем обычного смешивания с вспомогательными веществами. Установлено, что таблетирование влажной грануляцией, путем введения активного вещества в виде 1% водного раствора, улучшает однородность дозирования действующего вещества. Разработана новая технология получения таблеток прамипексол с высокими показателями однородности дозирования действующего вещества. Подобран оптимальный состав и проведен оценка качества полученных таблеток.

ABSTRACT

There are a number of pramipexole formulations available in tablet form. The amount of pramipexole in the minimum dosage in one tablet is 0.25% of the total weight, which is difficult to provide by its usual mixing with excipients. It has been found that tableting by wet granulation, by introducing the active substance in the form of a 1% aqueous solution, improves the uniformity of the dosage of the active substance. A new technology has been developed for producing pramipexole tablets with high uniformity of dosage of the active substance. The optimal composition was selected and the quality of the obtained tablets was assessed.

Ключевые слова: болезнь Паркинсона, агонист дофаминовых рецепторов, прамипексол дигидрохлорид моногидрат, однородность дозирования, сухое смешивание, влажное гранулирование.

Keywords: Parkinson's disease, dopamine receptor agonist, pramipexole dihydrochloride monohydrate, uniformity of dosage, dry mixing, wet granulation.

1. Введение

Болезнь Паркинсона (БП) является одним из самых распространенных нейродегенеративных заболеваний, от которого нет полного излечения. Несмотря на это, современная медицина разработала ряд медикаментозных терапий, улучшающее состояние и смягчающий эффект нейродегенерации.

При этом в ряде научных исследований доказано [1, с.685-689, 2, с. 1317-1319, 3, с. 338-347], что при приеме лекарственных средств на основе агонистов дофаминовых рецепторов (АДР) замедляет проявление симптомов БП в сравнении с монотерапией, в котором лечение проходит исключительно с леводопой (прекурсор дофамина). Также доказано, что при длительном использовании леводопы снижается терапевтический эффект данного препарата и ухудшает состояние пациента.

Согласно исследованиям [4, с. 1756-1760, 5, с. 41-47], более высокая эффективность АДР на ранней стадии БП, проявляется за счет более высокого на этом этапе заболевания уровня эндогенного дофамина, вероятно необходимый для оптимального действия АДР, а также высокой чувствительности постсинаптических D2-рецепторов.

Прамипексол – противопаркинсоническое средство, которое является агонистом дофамина, имеющую наибольшую селективность взаимодействия с D2 и D3 рецепторами. В фармации в качестве действующего вещества обычно используется соль прамипексола – прамипексол дигидрохлорид моногидрат (молекулярная формула $C_{10}H_{17}N_3S \cdot 2HCl \cdot H_2O$; относительная молекулярная масса 302,27), который представляет собой белый или желтовато-белый кристаллический порошок без запаха. Растворимость прамипексола дигидрохлорид моногидрат в воде составляет более 20

мг / мл, а растворимость в буферной среде с pH от 2 до 7,4 обычно выше, чем 10 мг / мл, что обозначает высокую растворимость данной соли [6, с. 58-65].

Существует ряд препаратов на основе прамипексола в виде таблеток с минимальной дозой (0,25 мг) действующего вещества прамипексола дигидрохлорида моногидрата эквивалентная 0,18 мг прамипексола основания. Количество прамипексола в одной таблетке составляет 0,25% от общей массы, которое тяжело обеспечить путем обычного смешивания его с вспомогательными веществами.

2. Цель и задача исследования

Целью данного исследования является изыскание способов по обеспечению равномерного распределения действующего вещества в общей таблетированной массе. Поэтому задачей данного исследования является разработка оптимального состава и технологии получения таблеток прамипексола с высокой однородностью дозирования.

3. Экспериментальная часть

При технологии сухого смешивания наблюдается увеличение предельно допустимой концентрации (ПДК) за счет распыления активного фармацевтического ингредиента, так как для обеспечения однородности дозирования необходимо на первом этапе измельчение действующего вещества, что отрицательно влияет на здоровье персонала и увеличит потерю дорогостоящих составляющих. Поэтому оптимальным решением для обеспечения однородности дозирования явилось использование метода влажного гранулирования путем введения активного вещества в виде 1% водного раствора, что исключает вышеуказанные недостатки.

На первом этапе исследования был проведен микроскопический анализ для изучения форм и размеров частиц субстанции прамипексол. Далее были подобраны различные составы и получены таблеточные массы методом влажного гранулирования. Полученные таблеточные массы определяли по следующим показателям согласно I части Государственной Фармакопеи РУз: фракционный состав (2.9.12), сыпучесть (2.9.16), угол естественного откоса (2.9.36), насыпная плотность (2.9.34), остаточная влажность (2.2.32) [7, с. 1202].

Следующим этапом, после оценки полученной таблеточной массы, получили таблетки методом прессования и изучены их качественные показатели согласно ОФС. 1.4.1.0015.15 Государственной Фармакопеи РФ XIII: описание, средняя масса и отклонения от средней массы, растворимость, распадаемость, однородность дозирования и др [8].

Для проведения исследования были использованы следующие оборудования: технические весы YP2001N (Китай), микроскоп *Leica Icc 50*, воронка с выходными отверстиями - ОФС.1.4.2.0016.15 (Россия), секундомер - ГОСТ 23350-98 (Узбекистан), цилиндры объемом 50 и 250 мл - ГОСТ 1770-74 (Россия), Стамм транспортер (Россия), SF-1 влагомер (Китай), KZL-80 гранулятор (Китай), таблеточная машина ZP17E (Китай), HD-100 смеситель (Китай); прибор для определения распадаемости (Китай), прибор для определения растворимости таблеток RCZ-6C (Китай), прибор для изучения истираемости таблеток CJY-300D (Китай), прибор для определения прочности на излом YPD-200C (Китай), ультразвуковая баня branson 5510E-MT (Германия), ШС-80-01 СПУ шкаф-термостат для сушки - ТУ-9452-010-00141798-2005 (Россия), магнитная мешалка RCT basic Kika Lab (Германия), аналитические весы FA1204B (Китай), pH метр PHSJ-3F (Китай), спектрофотометр UV7504 (Китай) и другие.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Форма и размер частиц субстанции имеет большое значение при выборе метода получения таблеток, так как влияет на технологические свойства порошка. Изучение форм и размеров частиц с помощью микроскопа

Leica Icc 50 показало, что субстанция прамипексол состоит из анизометрических частиц призматической формы неравномерного размера.

Из литературных источников известно [9], что субстанции, содержащие частицы с призматическими формами имеют неплохие показатели прессуемости и высокую сыпучесть за счет гладкой поверхности кристаллов и их изометричности, что позволяет легко прессовать с вспомогательными веществами (рис.1).

Рисунок 1. Снимок частиц субстанции прамипексоло с увеличением 10х10

Учитывая маленькую терапевтическую дозу прамипексоло, выбрали семь разных составов для получения таблеток (табл. 1). Путем добавления наполнителей и связующих веществ, получили среднюю массу одной таблетки массой 100 мг. Каждый состав включил в себя ниже следующие вещества: прамипексоло дигидрохлорид моногидрат (BP, Eur. Ph., USP), картофельный крахмала (ГОСТ Р 53876-2010), маннитол (BP, Eur. Ph., USP), микрокристаллическая целлюлоза (МКЦ) (ТУ 88.2-6:2000, BP, Eur. Ph, CP) лактоза (ГОСТ 33567-2015, BP, Eur. Ph, CP), сахароза (ГОСТ 33222-2015, BP, Eur. Ph, CP), поливинилпирролидон (BP, Eur. Ph., USP), аэросил (BP, Eur. Ph., USP), кальция стеарат (ТУ 6-09-4233-76) в различных количественных соотношениях.

Таблица 1.

Прописи составов таблеток прамипексоло

Прописи	Прамипексоло дигидрохлорида моногидрат, мг	Ингредиенты, мг								средняя масса
		МКЦ	картоф. крахмал	лактоза	маннитол	сахароза	поливинил-пирролидон	аэросил	кальция стеарат	
П-1	0,25	30,0	65,75				3,0		1,0	100,0
П-2	0,25		52,25		40,0		6,0	0,5	1,0	100,0
П-3	0,25	52,75		40,0			6,0		1,0	100,0
П-4	0,25		93,75				5,0		1,0	100,0
П-5	0,25	40,0				58,25		0,5	1,0	100,0
П-6	0,25			25,0	69,25		4,0	0,5	1,0	100,0
П-7	0,25		65,25			30,0	3,0	0,5	1,0	100,0

Фракционный состав определяли с помощью набора сит с диаметрами отверстий 500 мкм, 300 мкм,

200 мкм, 150 мкм, 100 мкм. Результаты исследования однородности дозирования представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Результаты исследования фракционного состава таблеточных масс

Исследуемые показатели	Полученные результаты							Ед.изм
	П-1	П-2	П-3	П-4	П-5	П-6	П-7	
Фракционный состав, мкм:								
+500	18,3	13,1	7,8	14,2	12,6		12,9	%
-500 +300	26,6	29,3	32,4	27,6	25,5	12,9	28,4	
-300 +200	13,1	14,7	16,3	17,2	16,1	34,6	15,8	
-200 +150	28,1	11,9	11,0	12,5	12,8	13,6	12,3	
-150 +100	10,5	24,4	26,6	20,3	24,2	10,3	26,1	
-100	3,4	6,4	5,9	8,4	8,8	22,95,7	4,5	

При изучении технологических показателей таблеточных масс было выявлено, что образец П-4 имеет высокие показатели угла естественного от-

коса и остаточной влажности, что влияет на дальнейшее качество таблеток и затруднит процесс их получения. Как видно из таблицы 3, все остальные образцы соответствуют ГФ РУз.

Таблица 3.

Результаты изучения технологических показателей таблеточных масс

Показатель	Сыпучесть	Плотность	Угол естественного откоса	Остаточная влажность	Насыпная масса (до уплотнения)	Насыпная масса (после уплотнения)
Размерность	г/с	г/см ³	град.	%	г/см ³	г/см ³
П-1	21	0,7±0,04	32±0,5	6,0±0,3	0,656±0,04	0,784±0,03
П-2	26	0,6±0,03	26±0,8	5,5±0,6	0,425±0,07	0,587±0,05
П-3	17	0,5±0,02	29±0,5	5,0±0,4	0,456±0,03	0,586±0,07
П-4	29	0,3±0,02	35±0,8	10,0±0,6	0,302±0,05	0,352±0,04
П-5	25	0,5±0,02	27±0,5	5,0±0,5	0,406±0,03	0,574±0,05
П-6	23	0,8±0,03	30±0,3	6,0±0,3	0,520±0,02	0,675±0,04
П-7	26	1,0±0,05	32±0,2	6,0±0,6	0,812±0,08	0,924±0,03

Согласно таблице 4, отклонения от средней массы анализируемых составов находились в допустимых пределах, за исключением состава П-4. При проведении определения распадаемости таблеток с составами П-1 и П-5 установлено, что время распада более 15 минут. Таблетки с составами П-3 и П-7

не прошли тест на истираемость. Испытание на однородность дозирования проводили на образцах П-2 и П-6, результаты представлены на пиктограммах, показанных на рисунках 2, 3.

Таблица 4.

Результаты анализа таблеток Прамипексола

Про- писи	Определяемые показатели						
	описание	средняя масса и отклонение от средней массы	распадае- мость	прочность на истирание	количественное определение	растворение	Однородность дозирования
	Визуально	мг, %	мин	%	%	%	%
П-1	Белые круглые таблетки	98,6 мг $\pm$ 8,2%	17-18	не изучалось	не изучалось	не изучалось	не изучалось
П-2		100,0 мг $\pm$ 5,5%	7-9	99,7	99,2	87,8 $\pm$ 2,2	99,6 $\pm$ 4
П-3		99,8 мг $\pm$ 7,2%	8-10	96,2%	не изучалось	не изучалось	не изучалось
П-4		105,8 мг $\pm$ 14,8%	не изучалось	не изучалось	не изучалось	не изучалось	не изучалось
П-5		100,3 мг $\pm$ 6,7%	22-24	не изучалось	не изучалось	не изучалось	не изучалось
П-6		100,3 мг $\pm$ 8,2%	4-6	98,3	98,5	85,5 $\pm$ 2,6	97,9 $\pm$ 9
П-7		99,8 мг $\pm$ 7,5%	14-15	96,8	не изучалось	не изучалось	не изучалось

Рисунок 2. Результаты исследования однородности дозирования таблеток по составу П-2

Рисунок 3. Результаты исследования однородности дозирования таблеток по составу П-6

Таблетки прамипексола, полученные по составу П-2, соответствовали требованиям нормативного документа по всем показателям качества и стабильности при хранении в течение 27 месяцев в естественных условиях.

Таким образом, исходя из вышепредставленных данных видно, что таблетки полученные по составу

П-2 соответствуют ГФ РУз, ГФ XIII и имеет высокие показатели однородности дозирования.

5. Выводы

1. Из-за небольшой дозировки прамипексола (0,25 мг) установлено, что таблетирование влажной грануляцией, путем введения активного вещества в

виде 1% водного раствора, улучшает однородность дозирования действующего вещества.

2. Разработан состав и технология получения таблеток прамипексола по 0,25 мг, который состоит

из субстанции прамипексола дигидрохлорид моногидрат – 0,25 мг (0,25%), картофельного крахмала – 52,25 мг (52,25%), маннитола – 40,0 мг (40,0%), поливинилпирролидона – 6,0 мг (6,0%), аэросила – 0,5 мг (0,5%), кальция стеарата – 1,0 мг (1,0%).

Список литературы:

1. Brooks DJ. Dopamine agonists: their role in the treatment of Parkinson's disease. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 2000; 68: 685–9.
2. Constantinescu R, Romer M, McDermott MP et al. Impact of pramipexole on the onset of levodopa-related dyskinesias. MovDisord 2007; 22: 1317–9.
3. Hubble JP, Koller WC, Cutler NR et al. Pramipexole in patients with early Parkinson's disease. Clin Neuropharmacol 1995; 18: 338–47
4. Hauser RA, McDermott MP, Messing S et al. Factors associated with the development of motor fluctuations and dyskinesias in Parkinson disease. Arch Neurol 2006; 63: 1756–60.
5. Левин О.С. Лечение болезни Паркинсона на ранней стадии. В мире лекарств. 2001; 1: 41–7.
6. Corrigan M.H. Denahan A.Q., Wright C.E., Ragual R.J. Comparison of pramipexole, fuoxetine, and placebo in patients with major depression. // Depress. Anxiety -2000 – V. 11. – P. 58-65
7. Государственная фармакопея Республики Узбекистан. 1-е изд-е. Том 1. - Т. - 2020. -1202 с.
8. Государственная фармакопея Российской Федерации. 13-е изд-е. ОФС.1.4.1.0015.15 [Электронный ресурс]. Сайт о регистрации лекарственных средств в России. 2020 г. URL: <http://pharmacopoeia.ru/ofs-1-4-1-0015-15-tabletki/?amp>.
9. Емшанова С.В. Промышленный контроль формы и размера частиц лекарственных субстанций. [Электронный ресурс]. Издательский дом “Медицинский бизнес”. URL: <http://www.medbusiness.ru/365.php>.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПАРФЮМЕРНОЙ ПРОДУКЦИИ МЕТОДОМ ГХ-МС

Каримова Диловар Батировна

докторант

Кокандского государственного педагогического института,

Республика Узбекистан, г. Коканд

E-mail: Karimova_bd@mail.ru

Хужаев Вахобжон Умарович

д-р. хим. наук, профессор,

Кокандский государственный педагогический институт,

Республика Узбекистан, г. Коканд

Исаков Мухаммаджон Юсупович

кан.хим.наук., доцент,

Кокандский государственный педагогический институт,

Республика Узбекистан, г. Коканд

DETERMINATION OF CHEMICAL COMPOSITION OF PERFUMERY PRODUCTS BY GX-MS METHOD

Dilovar Karimova

Doctoral student,

Kokand State Pedagogical Institute,

Republic of Uzbekistan, Kokand

Vakhobjon Khujaev

Doctor of Chemical Sciences, Prof.,

Kokand State Pedagogical Institute,

Republic of Uzbekistan, Kokand

Mukhammadzhon Isakov

Candidate of Chemical Sciences, associate professor,

Kokand State Pedagogical Institute,

Republic of Uzbekistan, Kokand

АННОТАЦИЯ

В статье описывается эффективность использования газовой хромато-масс-спектрометрии при идентификации химического состава, качества и количества парфюмерной продукции.

ABSTRACT

The article describes the efficiency of using gas chromatography-mass spectrometry in identifying the chemical composition, quality and quantity of perfumery products.

Ключевые слова: парфюмерная продукция, духи, парфюмерная вода, туалетная вода, душистые вещества, ГХ-МС.

Keywords: perfumery products, perfume, eau de parfum, eau de toilette, aromatic substances, GX-MS.

Введение. Парфюмерия от французского слова «parfum» означает аромат, применяемых для ароматизации воздуха путем дымления. В настоящее время этот термин понимается более обширно и означает всякое приятно пахнущее сочетание душистых веществ. Первая парфюмерная фабрика появилось во Флоренции в 1608 году в монастыре Марии Новеллы.

В 1709 году воды Кёльна были созданы во Франции Жан Марии Фарной, а в 1917 году они были позже названы одеколоном [8].

Сегодня растет потребительская ценность парфюмерной продукции. Мы можем видеть это таблице 1 по экспорту и импорту парфюмерной продукции в нашей стране [9].

Таблица 1.

Потребительские расходы парфюмерной продукции в 2017-2020 гг.

Товарная позиция	Торговой поток	2017	2018	2019	2020
3303 Духи и туалетная вода	импорт стоимость (долл. США)	1961205	2027737	5985604	7525980
	экспорт стоимость (долл. США)	54654.00	56948.00	400395.00	75409.00

Ассортимент парфюмерных товаров очень разнообразен и велик. По статистике считается, что ежегодно в мире разрабатываются примерно 200 мужских и 300 женских ароматов. В настоящее время к парфюмерии относятся: духи, парфюмерная вода, туалетная вода, одеколон, душистая вода, а так же дезодоранты [8].

Парфюмерия – это водно-спиртовые растворы, композиции душистых веществ, применяемые для ароматизации кожи, волос, одежды. Качество парфюмерных изделий зависит от набора душистых веществ [5]. В парфюмерном производстве душистых веществ делятся на 2 группы: натуральные и синтетические [3].

Парфюмерно-косметические товары и сырье для их производства является объектом экспортно-импортных операций в сфере внешнеэкономической деятельности Республики Узбекистан. По Товарной Номенклатуре Внешнеэкономической Деятельности (ТНВЭД) парфюмерную продукцию относят к разделу VI, к 33 группе [2]:

3303001000-духи;

3303009000-туалетная вода.

Состав всей парфюмерии одинаков. Ее делают из концентрата (парфюмерной композиции), спирта и воды, разница в пропорциях.

Методика эксперимента. Все образцы были изготовлены примерно в одно время по дате и относятся к одному нормативному документу ГОСТ 31678-2012 «Продукция парфюмерная жидкая», следовательно данные образцы можно сравнивать, анализируя их по составу и исследованию качества [1]. Для исследования было отобрано 4 образцов парфюмерной продукции:

Образец 1. Baccarat Rouge 540 - экстрa духи, изготовитель Maison Francis Kurkdjian Франция, объём 70 мл.

Образец 2. Каогі - парфюмерная вода, изготовитель ООО «Парфюм-Стиль» Россия, 55 мл

Образец 3. Fawakeh - туалетная вода, изготовитель СП ООО «AROMASQ INTERNATIONAL», Узбекистан, объём 50 мл.

Образец 4. Алиса - душистая вода, изготовитель АО «СВОБОДА» Россия, объём 140 мл.

Все полученные образцы растворяли в гексане и анализировали с помощью ГХ-МС.

Исследование было выполнено на газовом хроматографе Agilent 8890 GC с испарителями с делением и без деления потока, который использовался вместе с ГХ-МСД Agilent серии 5977B в режимах SIM, SCAN и ионизации электронным ударом (ЭУ).

Условия проведения анализа:

Параметры анализа газового хроматографа. Аналитическая колонка HP-5ms Ultra Inert 30 м x 250 мкм x 0,25 мкм. Объем ввода 1 мкл. Режим инъекции без деления потока. Температура испарителя 280 °С. Лайнер UI, без деления потока, с одним сужением, стекловолокно прокладка с напылением позолоченная. Ultra Inert с шайбой, газ-носитель водород, постоянный поток, 1.2 мл/мин. Программа термостата 60 °С в течение 1 минуты, затем 25 °С/мин до 170 °С, затем 10 °С/мин до 310 °С, затем удержание в течение 2 минут. Температура в транспортной линии 280 °С.

Условия МС: Задержка для устранения эффектов растворителя 3,5 минут, режим сбора данных SCAN, коэффициент усиления 1,00, температура источника 250 °С, температура квадруполя 150 °С.

Результаты и обсуждение. Идентификация веществ [7], выделенных из образцов парфюмерной продукции, проводилась на основе [4] время удерживания, параметров членов структурной группы и с использованием базы масс-спектра ГХ-МС.

Химический состав парфюмерной продукции изучен методом ГХ-МС [6]. Хроматограмма душистых веществ духи «Baccarat» представлена на рисунке 1.

Рисунок 1. Хроматограмма душистых веществ в составе Baccarat

Качественный и количественный состав душистых веществ в парфюмерии "Baccarat" приведен в таблице 2:

Таблица 2.

Качественный и количественный состав душистых веществ духи "Baccarat"

№	Время удержания (мин)	Название вещества (на англ.)	Количество, (%)
1	3.747	o-xylene	0.088
2	4.816	Limonene	0.114
3	5.927	Ethyl maltol	0.206
4	8.785	4H-Inden-4-one, 1,2,3,5,6,7-hexahydro-1,1,2,3,3-penta-methyl	0.929
5	11.059	Cyclopentanone, 2-(2-octenyl)	0.038
6	11.246	Cyclopentaneacetic acid, 3-oxo-2-pentyl-, methyl ester	35.498
7	11.356	Triethyl citrate	16.546
8	11.690	Cyclopentaneacetic acid, 3-oxo-2-pentyl-, methyl ester	14.886
9	11.831	1-Methylbicyclo[3.3.0]octane-3,7-dione	0.150
10	11.921	Cyclopentaneacetic acid, 3-oxo-2-pentyl-, methyl ester	0.157
11	12.121	Benzoic acid, 2,4-dihydroxy-3,6-dimethyl-, methyl ester	8.982
12	12.435	Tricyclo[5.2.1.0(4,8)]decane	0.080
13	12.958	Naphtho[2,1-b]furan, dodecahydro-3a,6,6,9a-tetramethyl	20.524
14	13.267	2-Ethylhexyl salicylate	0.266
15	17.425	2-Propenoic acid, 3-(4-methoxyphenyl)-, 2-ethylhexyl ester	1.469
16	20.176	acetic acid, 2-[bis (methylthio) methylene]-1-phenylhydrazide	0.065

Из данных в таблице видно, что более 50 веществ из душистых веществ, извлеченного из экстра духи Baccarat, были идентифицированы в ГХ-МС и 16 веществ определены как основные ингредиенты. Среди 16 основных компонентов более распространены метиловый эфир 3-оксо-2-пентилциклопентан

уксусной кислоты (35,498), метиловый эфир 2,4-дигидрокси-3,6-диметилбензойной кислоты (8,932), триэтилцитрат (16,546), декагидротетраметил (20,524).

Рисунок 2. Хроматограмма душистых веществ в составе Fawakeh

Когда химический состав Fawakeh (туалетная вода) был проанализирован методом ГХ-МС, обнаружено 19 основных компонентов. Из них более распространены: цикло пентаэтанон (2,480), 2-бензофуран (3,692), циклогексан (5,301), бутилциклогексан ацетат (5,441), 2-фенилметилэноктаналь (8,392), линалол (17,707) и 3-оксо-2-пентилциклопен (19,545).

По результатам ГХ-МС анализа парфюмерной воды - Kaori, определено более 30 основных компо-

нентов. Среди них 1,3 диметилбензол (2,014), линалол (4,53), лилиал (4,697), метилионон (5,252), цикlopenta-2-бензопиран (12,805), оксипентанол (4,426), цикlopentanуксусная кислота (5,511), аминокбензол (2,037), диэтоксигидроксигексанон (3,813) относительно распространены.

При анализе химического состава «Алисе» методом ГХ-МС было обнаружено, что он содержит более 165 компонентов, количество ароматических компонентов в душистой воде составляло около 1%.

Закключение. Таким образом, при анализе духов методом ГХ-МС содержание душистых веществ составляет 35,5% в духах Vassarat (extra Parfum), 29% в парфюмерных водах Kaori (Eau De Parfum), туалетных водах Fawakeh (Eau de Toilette) 19% и душистых водах Алисы менее 1%.

Исследования показали, что использование газовой хромато - масс-спектрометрии для определения химического состава парфюмерных продуктов является быстрым и эффективным методом.

Список литературы:

1. ГОСТ 31678-2012. Продукция парфюмерная жидкая. Общие технические условия.
2. Каримова Д.Б., Хужаев В.У. Классификации парфюмерной и косметической продукции на основе товарной номенклатуры // Универсум: технические науки: электрон. научн. журн. 2020. 12(81). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/11023> (дата обращения: 25.12.2020).
3. Кашпарова В.П. Химия природных и синтетических душистых веществ. Учеб.- метод. пособие Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2017. - 103 с.
4. Мухамадиев Н.К., Хусаинов Х.Ш., Рожено И.Н., Сакодинский К.И. Структурно-групповые методы в газохроматографической идентификации органических соединений // ДАН УзССР.-1989.- N 4.-С. 42-44.
5. Паршикова В.Н. «Парфюмерно-косметические товары» учебное пособие Красноярск 1999. - с 305.
6. Syariena A.and Puziah H. “Rapid determination of residual ethanol in perfumery products using headspace Gas chromatography-Mass Spectrometry” Middle-East journal of Scientific Research 2014. Vol. 22, №3, p-432-437.
7. Шепелев А.Ф., Печенежская И.А., Ивахненко Т.Е.. Товароведение и экспертиза парфюмерно-косметических товаров/Серия “Учебники, учебные пособия”. - Ростов-на Дону: “Феникс”, 2002. – 224 с.
8. Яковлева Л.Н., Кутакова Г.С. Товароведение парфюмерно-косметических товаров.-СПб.: Лань, 2001. -255 с.
9. <https://stat.uz/uz/>- портал Госкомстата Республики Узбекистан.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОМПОНЕНТОВ *Phlomoides canescens***Рахимова Хилолахон Рустамжоновна***стажер-исследователь,
Ташкентская Медицинская Академия,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: hilolaxon.rahimzoda.87@bk.ru***Ибрагимов Алиджан Аминович***д-р хим. наук, проф. кафедры химии
Ферганского государственного университета,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: alijon.ibragimov.48@mail.ru*PHYSICAL AND CHEMICAL ANALYSIS OF COMPONENTS OF *Phlomoides canescens***Khilolakhon Rakhimova***Tashkent Medical Academy,
research trainee
Uzbekistan, Tashkent***Alidjan Ibragimov***Dr. chem. Sciences, Professor of the Department of Chemistry,
Fergana State University,
Uzbekistan, Fergana*

АННОТАЦИЯ

В статье приводятся результаты изучения надземной части растения *Phlomoides canescens* физико-химическими методами. Определено содержание азота, белка, качественный и количественный состав аминокислот. Показано значительное содержание глутамина (3,38 мг/г), триптофана (2,39 мг/г), треонина (1,56 мг/г), гистидина (1,50 мг/г), имеющих важное значение в жизнедеятельности организма. Определено количественное содержание флавоноидов апигенина и рутина.

ABSTRACT

The article presents the results of studying the aerial part of the *Phlomoides canescens* plant by physicochemical methods. The content of nitrogen, protein, qualitative and quantitative composition of amino acids was determined. Shown a significant content of glutamine (3.38 mg / g), tryptophan (2.39 mg / g), threonine (1.56 mg / g), histidine (1.50 mg / g), which are important in the life of the body. The quantitative content of apigenin and rutin flavonoids was determined.

Ключевые слова: Южная Фергана, растительное сырьё, высокогорье, экстракция, хроматография, белок, аминокислоты, флавоноиды.

Keywords: South Fergana, vegetable raw materials, high mountains, extraction, chromatography, protein, amino acids, flavonoids.

Введение

В настоящее время в мире уделяется большое внимание определению видового состава лекарственных растений, изучению их биологических свойств, оценке их ценопопуляций [1], выявлению природных ресурсов, научному обоснованию изменений популяций в результате внешних воздействий и анализу причин упадка, а также улучшению сохранения и воспроизводства.

Объектом исследования является *Phlomoides canescens* (Regel) Adylov, Kamelin & Machmedov¹ (*Phlomis canescens*-сионим) [2,3]. Сырьё собрано в июне 2021 года в окрестностях селения Шахмардан (ок.2000м над уровнем моря) Ферганской области Узбекистана. Этот вид близок к *Phlomoides oreophila*, отличающийся листьями со звездчатыми волосками сверху. В химическом отношении мало изучены.

¹ Описан как новый вид растения ботаниками Адильовым, Камелиным, и Махмедовым.

Экспериментальная часть

Методы исследования. Метод определения белка. *Аппараты, материалы и реактивы.* Определение содержания белка в растениях осуществляли по методике [4]. В работе использованы мельница, аналитические весы (0,001), фильтровальная бумага, коническая воронка, ФЭК, натрий едкий, сегнетова соль, реактив Несслера, дистиллированная вода, концентрированная серная кислота, перекись водорода.

Проведение анализа. Для выделения белков биологический материал измельчали до разрушения клеточных стенок для получения гомогената. Затем приступали к извлечению белков. Для определения содержания белка в выделенных фракциях, отбирали аликвотную часть в термостойкие колбы объемом 5 - 10 мл. В термостойкие колбы к взятой аликвотной части фракции приливали концентрированную серную кислоту H_2SO_4 ($\rho=1,84$ г/см³). Колбы помещали на песчаную баню, устанавливая температуру, около 400 °С, не допуская бурного кипения. В охлажденные колбы по стенкам осторожно приливали дистиллированную воду и количественно переносили в мерную колбу вместимостью 50 мл. После охлаждения, доводили объем в колбах до метки и тщательно перемешивали. Из мерной колбы, после минерализации, для определения содержания белка по азоту, отбирали аликвоту, в зависимости от предполагаемого содержания белка. К отобранной аликвоте, добавляли до половины объема дистиллированной

воды. Затем раствор нейтрализовывали и добавляли 1 мл реактива Несслера. Растворы в колбах доводили до метки водой и тщательно перемешивали до получения совершенно прозрачного раствора. Через 15 минут после окрашивания, растворы колориметрировали на электро-фотоколориметре КФК-3 [4].

Анализ методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) ФТК-производных аминокислот. Синтез ФТК- (фенилтиокарбамойл) производных аминокислот выполняли по методу Steven A., Cohen David [5]. Идентификацию ФТК-аминокислот проводили на хроматографе Agilent Technologies 1200 на колонке 75x4.6 mm Discovery HS C18. Раствор А: 0,14М CH_3COONa + 0,05% ТЭА pH=6,4, раствор В: CH_3CN . Скорость потока 1,2 мл/мин, область поглощения 269 нм. Градиент % в/мин: 1-6%/0-2,5 мин; 6-30%/2,51-40 мин; 30-60%/40,1-45 мин; 60-60%/45,1-50 мин; 60-0%/50,1-55 мин.

Определение флавоноидов проводили на приборе ВЭЖХ марки «Agilent-1200» Колонка Agilent C18 5мкм, 4,6x150мм. Элюирование проводили в изократическом режиме, в качестве подвижной фазы использовали смесь 0,1% ортофосфорной кислоты и ацетонитрила в соотношении (70:30). Объемная скорость потока элюента – 1,0 мл/мин, объем вводимой пробы 20 мкл. Длина волны 254 нм, 320 нм.

Обсуждение результатов. Из экспериментальных данных следует (табл.1), что белка в надземной части растения содержится значительное количество – 12,36%.

Таблица 1.

Результаты количественного анализа белка

Образец	Навеска, г	Аликвота, мл	400 нм	Азот, %	Белок, %	Среднее значение, %
Опыт 1	0,513	0,3	0,294	1,97	12,23	12,36
Опыт 2	0,6788	0,3	0,420		12,5	

Количественное содержание аминокислот определили методом ВЭЖХ (табл.2, рис.1). Установлено наличие практически полного набора природных аминокислот, за исключением аспарагиновой и глутаминовой кислот. Общее количество аминокислот составило 19,67 мг/г. Наибольшими в количественном отношении компонентами являются глутамин (3,38 мг/г), триптофан (2,39 мг/г), треонин (1,56 мг/г), гистидин (1,50 мг/г).

Глутамин является амидом моноаминодикарбоновой глутаминовой кислоты, образуется из неё в результате прямого аминирования под воздействием фермента глутаминсинтетазы[6]. L-Глутамин был одобрен для лечения осложнений серповидноклеточной анемии. Также считают, что глутамин помогает быстрее восстанавливаться после интенсивных физических нагрузок [7].

L-триптофан является протеиногенной аминокислотой и входит в состав белков всех известных живых организмов. Для человека триптофан является

незаменимой аминокислотой и должен поступать в организм в достаточном количестве с белками пищи. Триптофан является биологическим прекурсором серотонина[8] и ниацина. Считают, что гиповитаминоз по витамину В₃ сопряжён с недостатком триптофана. Также триптофан является биохимическим предшественником индольных алкалоидов, что позволяет ожидать их в *Phlomis canescens*. Количество триптофана в изучаемом сырье сравнимо с таковыми в горохе, фасоли, сельди, телятине [9].

Треонин для человека является незаменимой аминокислотой. У бактерий, дрожжей и растений из L-треонина при участии фермента треонин дезаминазы синтезируется другая незаменимая аминокислота изолейцин. Суточная потребность в треонине для взрослого человека составляет 0,5 г, а для детей — около 3 г. [10].

Таблица 2.

Результаты количественного анализа аминокислот *Phlomoides canescens*

Аминокислоты	Концентрация аминокислот мг/гр
Аспарагиновая к-та	0
Глутаминовая к-та	0
Серин	0,663506
Глицин	0,947152
Аспарагин	1,10406
Глутамин	3,380909
Цистеин	1,327606
Треонин	1,561448
Аргенин	0,688983
Аланин	0,608852
Пролин	0,21231
Тирозин	0,39931
Валин	1,14355
Метионин	1,435628
Изолейцин	0,916596
Лейцин	0,634134
Гистидин	1,497813
Триптофан	2,392602
Фенилаланин	0,343708
Лизин HCl	0,414472
Суммарное количество	19,67264

Путем последовательного исключения аминокислот из рациона поодиночке W.C. Poуз et al. [11] установили, что для белых крыс незаменимы девять аминокислот, включая гистидин. Незаменимость гистидина была установлена и для других животных. В то же время авторы выяснили, что гистидин не является необходимым для обеспечения человеку

азотистого равновесия. Однако, гистидин – аминокислота из числа заменимых, входит в состав многих ферментов и основным ее свойством является то, что она способствует росту и процессу становления организма. Эта кислота незаменимой является только для детей [11].

Рисунок 1. Диаграмма количественного содержания аминокислот в *Phlomoides canescens*

Анализ надземной части *Phlomis canescens* на содержание флавоноидов методом ВЭЖХ позволил установить наличие и количество апигенина и рутина

Таблица 3.

Флавоноиды *Phlomis canescens*

Флавоноиды	Концентрация мг/г
Апигенин	0,44
Лютеонин	0
Рутин	1,66

Выводы. Таким образом, в результате исследования химических компонентов надземной части растения *Phlomis canescens* физико-химическими методами установлено количественное содержание азота, суммарного белка, аминокислот, флавоноидов. Показано значительное содержание таких жизненно важных аминокислот, как глутамин (3,38 мг/г), триптофан (2,39 мг/г), треонин (1,56 мг/г), гистидин (1,50 мг/г).

Список литературы:

1. Sasha W. Eisenman • David E. Zaurov, Lena Struwe Editors. Medicinal Plants of Central Asia: Uzbekistan and Kyrgyzstan. Springer New York Heidelberg Dordrecht London, 2013, 347 p., DOI 10.1007/978-1-4614-3912-7.
2. Адылов Т.А., Махмедов А.М. Род *Phlomis* Moench - Фломидес // Определитель растений Средней Азии. – Ташкент: Фан, 1987. – Т. 9. С. 104-105.
3. Lazkov G.A. Genus *Phlomis* (Lamiaceae) in Kirghizia // Komorovia. 2011. V. 7. P. 18.
4. Ермаков А.И., Арасимович В.В. 1982. В кн.: Методы биохимического исследования растений М. с.430.
5. Steven A.C. Amino Acid analysis Utilizing Phenylisothiocyanate Derivatives/ D.J. Strydom// J Anal., Biochem.- 1988.-174.-1-16.
6. Brosnan J.T. Interorgan amino acid transport and its regulation. // The Journal of nutrition. — 2003. — Vol. 133, №6, Suppl 1, P. 2068-2072,
7. K.Dokladny, M.Nathaniel Zuhl, M.Mandell, D.Bhattacharya, S. Schneider, V.Deretic, P.Lloyd Moseley. Regulatory coordination between two major intracellular homeostatic systems: heat shock response and autophagy // Journal of Biological Chemistry. 2013. V. 288. P. 14959-14972.
8. Гельдер М., Гэт Д., Мейо Р. Оксфордское руководство по психиатрии: Пер. с англ. — Киев: Сфера, 1999. — Т. 2. — 436 с.
9. Химический состав пищевых продуктов, книга 2, Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов, Скурихин И.М., Волгарев М.Н., 1987.
10. Треонин в продуктах питания (таблица). <http://frs24.ru> > soderzhanie-aminokisloty-treonin-v-pr...
11. <https://lib.medvestnik.ru/articles/Gistidin-u-zdorovyh-ludei-i-bolnyh-uremiei.html>

**КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО СТРОЕНИЯ
И РЕАКЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ДОНАКСИНА, ВЫДЕЛЕННОГО
ИЗ РАСТЕНИЯ *Arundo Donax L***

Мамарахмонов Мухаматдин Хомидович

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

Жалолов Икболжон Жамолович

канд.хим.наук., ст. преп.кафедры химии,
Ферганский госуниверситет
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: i_jalolov1974@mail.ru

Усмонова Асалхон Акмалжон кизи

магистрант кафедры химии,
Ферганского госуниверситета,
Республика Узбекистан, г. Фергана

**QUANTUM-CHEMICAL STUDY OF ELECTRONIC STRUCTURE AND REACTIVITY
OF DONAXIN FROM PLANT *Arundo Donax L***

Mukhamatdin Mamarakhmonov

PhD, Associate professor, department chemistry,
Andijan State University,
Republic of Uzbekistan, Andijan
E-mail: muhamatdin@mail.ru

Iqbol Jalolov

Candidate Chem. Sci., Head lecturer, department chemistry,
Fergana St. University,
Republic of Uzbekistan, Fergana
E-mail: i_jalolov1974@mail.ru

Asalkhon Usmonova

Master department chemistry,
Fergana St. University
Republic of Uzbekistan, Fergana

АННОТАЦИЯ

Проведен квантово-химический расчет Донаксина современным квантово-химическим методом B3LYP. Определены точная геометрия и электронная структура молекулы, которые имеют хорошие корреляции с литературными данными.

ABSTRACT

A quantum-chemical calculation of the Donaxin was carried out using the modern B3LYP method. The exact geometry and electronic structure have been determined, which have good correlation with literature data.

Ключевые слова: растение *Arundo Donax L.*, Донаксин, квантово-химический расчет, геометрия молекулы, электронная структура.

Keywords: the plant *Arundo Donax L.*, Donaxin, quantum-chemical calculation, molecular geometry, electronic structure.

Метод выделения вещества. Донаксин: Сумма алкалоидов надземной части *Arundo donax* (Чиракчинский район Кашкадарьинской области) получили экстракцией хлороформом. Эфирную часть суммы алкалоидов обработали ацетоном и выдарили кристаллы с т.пл. 134-135°C, $R_f = 0,7$ (Al_2O_3 система: хлороформ-метанол 9:1) которые идентифицировали с известным образцом донаксина по значению R_f по ТСХ и т.пл. смешанной пробы. [1] В качестве модельного соединения нами изучен ЯМР ^{13}C спектр донаксина, в котором наблюдаются 11 сигналы атомов углерода.

Исследование ЯМР. По величине химических сдвигов и в соответствии с характером замещения сигналы в спектре можно сгруппировать следующим образом: в ароматической части спектра проявляются три сигнала четвертичных углеродов при δ 111.58, 127.79, 136.16, м.д., пять сигналов третичных углеродов при δ 111.14, 118.76, 119.20, 121.52, 124.36, м.д.

В алифатической области спектра наблюдается один сигнал при δ 44.81 м.д. соответствующий двум симметричным первичным углеродам N-диметильной группы и один сигнал вторичного углерода δ 59.76 м.д.

Квантово-химическое исследование. Продолжая наши системные исследования донаксина, в настоящей статье мы проводили квантово-химический расчет по определению точной геометрии и электронного строения этого вещества. Расчеты проводили по программе Gaussian98 методом B3LYP с базисным набором 3-21G. Этот метод был удачно применен нами для определения электронной структуры и реакционной способности ароматических соединений [2-5]. В процессе расчетов все геометрические параметры были полностью оптимизированы. Согласно табличным данным, межатомные длины связей, валентные углы ароматической и экзоциклических групп соответствуют их приведенным литературным значениям [6].

Рисунок 1. Распределение электронных зарядов на атомах молекулы

Полученные результаты, величины электронных зарядов на атомах, длина валентных связей и валентные углы приведены ниже в таблице и схематическом виде.

Электронная структура молекулы. В ароматическом ряду наблюдается перераспределение электронных зарядов, относительно молекулы индола: на

атоме азота наблюдается высокое скопление электронного заряда равный $q = -0.814e$. При этом соседние углеродные атомы C2 и C8 заряжены положительно, соответственно равные $q = +0.371e$ и $q = +0.088e$.

Таблица 1.

Атомные заряды и геометрические параметры молекулы Донаксин

№	Атом	Заряд, (e)	Связь	Длина, d (Å)	Валентный угол	φ, (град.)
1	C1	-0.191	C1-C2	1.39787	C1-C2-C3	121.56608
2	C2	0.371	C2-C3	1.43040	C2-C3-C4	119.15385
3	C3	-0.016	C3-C4	1.40429	C3-C4-C5	119.09379
4	C4	-0.234	C4-C5	1.39004	C4-C5-C6	121.02153
5	C5	-0.188	C5-C6	1.41065	C5-C6-C7	121.15123
6	C6	-0.192	C6-C1	1.39082	C2-N7-C8	109.23666
7	N7	-0.814	C2-N7	1.38586	N7-C8-C9	109.53322
8	C8	0.088	N7-C8	1.39767	C8-C9-C3	107.06640
9	C9	-0.010	C8-C9	1.37315	C9-C10-N11	110.89740
10	C10	-0.274	C9-C10	1.44712	C10-N11-C12	111.56408
11	N11	-0.493	C9-C10	1.50415	C10-N11-C13	112.19177
12	C12	-0.384	C10-N11	1.48712	C6-C1-H1	120.77359
13	C13	-0.393	N11-C12	1.48058	C3-C4-H4	120.37923

№	Атом	Заряд, (e)	Связь	Длина, d (Å)	Валентный угол	φ, (град.)
14	H1	0.172	N11-C13	1.47807	C4-C5-H5	119.77079
15	H4	0.175	C1-H	1.08397	C5-C6-H6	119.41143
16	H5	0.176	C4-H	1.08415	C9-C9-H9	110.11888
17	H6	0.178	C5-H	1.08386	C9-C9-H9'	109.76328
18	H7	0.219	C6-H	1.08385	N11-C12-H12	108.84017
19	H8	0.210	N7-H	1.01069	N11-C12-H12'	112.54462
20	H10	0.195	C8-H	1.07588	N11-C12-H12''	109.19042
21	H10'	0.171	C10-H	1.10746	N11-C13-H13	113.29697
22	H12	0.195	C10-H'	1.09844	N11-C13-H13'	108.87668
23	H12'	0.161	C12-H	1.09230	N11-C13-H13''	109.29668
24	H12''	0.193	C12-H'	1.10679	N11-C12-H12	108.84017
25	H13	0.159	C12-H''	1.09501	N11-C13-H13	109.29668
26	H13'	0.189	C13-H	1.10694		
27	H13''	0.215	C13-H'	1.09506		
28			C13-H''	1.09471		

Полная энергия системы и дипольный момент соответственно равны $E_{полн} = -335183.41$ кКал/моль и $\mu = 1,63$ Дб. (Далее в тексте электронные заряды

приведены в тысячных долях единицы электрона, для удобства сопоставления данных и их обсуждения).

ВЗМО (-0.193 эВ)

НСМО ($E_{НСМО} = 0,001$ эВ)

Рисунок 2. Вид и величины ГО молекулы Донаксин

Энергия НСМО почти нулевая, а энергетическая щель между ГО молекулы равна $\Delta E = 0.195$ эВ. Согласно Рис. 2., на ВЗМО плотность распределения соответствует на атом азота экзоциклической аминогруппы. При этом можно предположить, что именно электрофильные реагенты должным образом атаковать в первую очередь именно атом азота (механизм

орбитального контроля). Примером может служить проведенные ранее реакции электрофильного замещения молекулы [7]. В случае зарядового контроля максимальный отрицательный заряд в молекуле сосредоточен у пиррольного атома азота ($q_N = -0.814e$), который наибольшей вероятностью подвергается атаке электрофильными реагентами.

Список литературы:

1. Хужаев В.У., Арипова С.Ф. Алкалоиды *Arundo Donax* // Химия природн.соедин.- 1998. - № 1. – С. 134-135.
2. Frisch M.J.F. and etc. / Gaussian 98. Revision A.5, Gaussian Inc.- Pittsburg (PA), 1998.
3. Аскарлов И.Р., Киргизов Ш.М., Мамарахмонов М.Х., Алимбоев С.А. Синтез и квантово-химическое изучение реакции ацетилферроцена с изомерами аминобензойной кислоты. // Universum: Химия и биология: электрон. научн. журн. 2020. № 1(67). Стр 42-44.
4. Мамарахмонов М.Х., Беленький Л.И., Джураев А.М., Чувылкин Н.Д., Аскарлов И.Р. Квантово-химическое изучение производных ферроцена. Сообщение 1. Реакции арилирования с аминобензойными кислотами // Изв. АН. Сер. хим. – Москва, 2017. - №4. С. 721-723.
5. Мамарахмонов М.Х., Беленький Л.И., Чувылкин Н.Д., Аскарлов И.Р. Квантово-химическое изучение производных ферроцена. Сообщение 2. Реакции арилирования с аминифенолами // Изв. АН. Сер. хим. – Москва, 2017. - № 4. С. 724-726.
6. Нейланд О.Я. Органическая химия. / М.: ВШ. - 1990. - 751 с.
7. Жалолов И.Ж., Хужаев В.У., Левкович М.Г., Арипова С.Ф. Алкалоиды *A. donax* L., VIII. 3-алкилпроизводные индола в *A. donax* L. // Химия природ.соедин. 2000. - №5. – С.419-420.

КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ

DOI - 10.32743/UniChem.2021.89.11.12533

ТЕПЛОТЫ АДсорбции МЕТАНОЛА НА ВЫСОКОКРЕМНИСТОМ ЦЕОЛИТЕ Cu^{2+} ZSM-5**Бахронов Хайт Нурович**

канд. хим. наук, доцент,

Ташкентский университет информационных технологий

имени Мухаммада ал-Хоразми,

Республика Узбекистан, г. Ташкент

E-mail: baxronov@mail.ruHEATS OF METHANOL ADSORPTION ON HIGH SILICON ZEOLITE Cu^{2+} ZSM-5**Khayot Bakhronov**

Tashkent University of Information Technologies

named after Muhammad al-Khwarizmi,

Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

Цеолиты представляют большой интерес благодаря возможности менять их свойства как текстурные, так и химические, которые, в конечном счете, влияют на адсорбционные свойства цеолитов. В данной статье представлены результаты основных термодинамических характеристики и изотерма адсорбции метанола в цеолите Cu^{2+} ZSM-5 при температуре 303 К. Найдена корреляция между адсорбционно-энергетическими характеристиками и выявлен молекулярный механизм адсорбции метанола в цеолите Cu^{2+} ZSM-5 во всей области заполнения. Установлено, что катионы Cu^{2+} располагаются в экранированных позициях кристаллической решетки цеолита ZSM-5. Адсорбция молекулы метанола приводит к миграции катионов Cu^{2+} из решетки цеолита в перекрестья, образованные пересечением прямых и зигзагообразных каналов и формированию в них ион/молекулярных комплексов различной кратности.

ABSTRACT

Zeolites are of great interest due to the ability to change their properties, both textural and chemical, which, ultimately, affect the adsorption properties of zeolites. This article presents the results of the main thermodynamic characteristics and the adsorption isotherm of methanol in the Cu^{2+} ZSM-5 zeolite at a temperature of 303 K. fill areas. It was found that the Cu^{2+} cations are located in the screened positions of the crystal lattice of the ZSM-5 zeolite. The adsorption of a methanol molecule leads to the migration of Cu^{2+} cations from the zeolite lattice into the crosshairs formed by the intersection of straight and zigzag channels and the formation of ion / molecular complexes of various multiplicity in them.

Ключевые слова: Цеолит, адсорбция, теплота, энтальпия, изотерма, кинетика, температура, объем, давления, конденсация, н-пентан, микрокалориметр.

Keywords: Zeolite, adsorption, heat, enthalpy, isotherm, kinetics, temperature, volume, pressure, condensation, n-pentane, microcalorimeter.

Введение

Для теплот адсорбции полярных молекул на цеолитах типа ZSM-5 с щелочными металлами характерно ступенчатое падение теплот адсорбции, указывающее на стехиометрическое взаимодействие этих молекул с компенсирующим отрицательный заряд решетки катионом. Так, например, для адсорбции воды и спиртов мы имеем ступеньки, соответствующие образованию $\text{Na}(\text{H}_2\text{O})_4^+$, $\text{Na}(\text{CH}_3\text{OH})_4^+$, $\text{Na}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})_4^+$ комплексов [1, 2]. В случае аммиака мы обнаружили формирование $\text{Na}^+(\text{NH}_3)_8^+$ комплексов. Образуется клубок, в центре которого катион Na^+ , а на внешней оболочке 24 атомов водорода [3, 4].

Такой клубок располагается в перекрестье, образованном пересечением прямых и зигзагообразных каналов.

Мы поставили задачу исследовать дифференциальные теплоты адсорбции метанола в цеолите Cu^{2+} ZSM-5. Эти данные могли бы дать информацию о состоянии катионах Cu^{2+} , механизме адсорбции, конформации и локализации адсорбат/катион комплекса.

Полученные результаты и их обсуждение

Одной из примечательных особенностей цеолитов типа ZSM-5 является их способность синтезировать высокооктановый бензин из низших спиртов [5].

Мы исследовали дифференциальные теплоты адсорбции метанола на цеолите $\text{Cu}^{2+}\text{ZSM-5}$.

Исследованный нами цеолит ZSM-5 ($\text{Si}/\text{Al}=27,5$) содержит поливалентный катион Cu^{2+} (0,3 ммоль/г), который значительно меньше по размеру, чем Na^+ .

На рис.1 представлены дифференциальные теплоты адсорбции метанола на цеолите $\text{Cu}^{2+}\text{ZSM-5}$. Начальная теплота адсорбции равна 130 кДж/моль. Высокоэнергетический комплекс образуется только с одной молекулой метанола. С заполнением теплота

адсорбции меняется от 160 до 140 кДж/моль при соотношении $\text{CH}_3\text{OH}:\text{Cu}^{2+}=1:1$. Уменьшения теплот указывает на извлечение CH_3OH катионов Cu^{2+} из их экранированной позиции за пределами основных каналов. Далее с увеличением адсорбции идет последовательное формирование комплексов катиона Cu^{2+} с 2, 3, 4, 5 и 6 молекулами метанола. Данный комплекс, если учитывать его размер, может располагаться только в перекрестьях прямых и зигзагообразных каналов.

Рисунок 1. Дифференциальные теплоты адсорбции метанола на цеолите $\text{Cu}^{2+}\text{ZSM-5}$.
 Горизонтальная штриховая линия - теплота конденсации

После завершения первой координационной сферы вокруг катиона Cu^{2+} теплота адсорбции падает от 140 кДж/моль до 50 кДж/моль. Потом идет заполнение второй координационной сферы, т.е. в той части, где нет катионов Cu^{2+} . Еще 7 молекулы адсорбируются с теплотой, превышающей теплоту конденсации. Полная адсорбция метанола на цеолите $\text{Cu}^{2+}\text{ZSM-5}$ составляет 4 ммоль/г.

Время установления адсорбционного равновесия (рис.2) до полного формирования молекула/катион комплекса в соотношении $\text{CH}_3\text{OH}:\text{Cu}^{2+}=1:1$ линейно падает от ~11 часа до 5,5 час при адсорбции 0,3 ммоль/г, что указывает на диффузию катионов в кристаллической решетке адсорбента. Этот участок тоже подтверждает стехиометрическое взаимодействие метанола с катионом Cu^{2+} с образованием монокомплекса - $\text{CH}_3\text{OH}/\text{Cu}^{2+}$. Благодаря малым

размерам Cu^{2+} располагается не в главных каналах, а в побочных, куда адсорбирующиеся молекулы не в состоянии проникнуть (рис.2). Формирование комплексов более чем $\text{CH}_3\text{OH}:\text{Cu}^{2+}=1:1$ протекает значительно быстрее. Время установления адсорбционного равновесия от заполнения меняется волнообразно. Термокинетика адсорбции метанола также подтверждает образование $6\text{CH}_3\text{OH}/\text{Cu}^{2+}$ ион-молекулярной комплекс при адсорбции 1,8 ммоль/г.

В целом время установления адсорбционного равновесия в зависимости от величины адсорбции метанола на цеолите $\text{Cu}^{2+}\text{ZSM-5}$ устанавливается медленнее, чем на цеолитах NaZSM-5 , LiZSM-5 , CsZSM-5 , HZSM-5 , $(\text{NH}_4)_{1,35}\text{ZSM-5}$ [6-10].

Рисунок 2. Время установления адсорбционного равновесия в зависимости от величины адсорбции метанола на цеолите $\text{Cu}^{2+}\text{ZSM-5}$

Изотерма адсорбции метанола на цеолите $\text{Cu}^{2+}\text{ZSM-5}$ доведена до 4 ммоль/г при относительных давлениях $P/P_s=0,762$ (или до $P=115$ мм.рт.ст.). Если принять плотность метанола в цеолите такой же, как у нормальной жидкости при температуре опыта и рассчитать объем, занимаемый молекулой метанола при насыщении, то получается, что метанол

занимает $\sim 0,165$ см³/г сорбционного объема цеолита $\text{Cu}^{2+}\text{ZSM-5}$, что составляет $\sim 91\%$.

Изотерма адсорбции метанола на цеолите $\text{Cu}^{2+}\text{ZSM-5}$ в полулогарифмических координатах представлена на рис.3 и она подтверждает энергетические данные. Равновесные давления при малых заполнениях доходят до $P/P_s=10^{-6}$, что свидетельствует о прочной сорбции метанола.

Рисунок 3. Изотермы адсорбции метанола на цеолите $\text{Cu}^{2+}\text{ZSM-5}$

Мольная дифференциальная энтропия (ΔS_a) адсорбции метанола на цеолите $\text{Cu}^{2+}\text{ZSM-5}$ отложена от энтропии жидкого метанола и вся располагается ниже нулевой отметки (рис.3). Она подтверждает сильное взаимодействие метанола с катионом Cu^{2+}

в соотношении 1:1. ΔS_a вначале уменьшается с -220 Дж/К·моль до -280 Дж/К·моль при адсорбции $\text{CH}_3\text{OH}:\text{Cu}^{2+}$, затем вновь повышается до -100 Дж/К·моль при адсорбции $3\text{CH}_3\text{OH}:\text{Cu}^{2+}$.

Рисунок 4. Энтропия адсорбции *n*-пентана на цеолите $\text{Cu}^{2+}\text{ZSM-5}$

Далее ΔS_a постепенно меняется до -40 Дж/моль при адсорбции $6\text{CH}_3\text{OH}:\text{Cu}^{2+}$. Дальнейшая адсорбция идет уже в “силикалитной” части цеолита. Молекулы метанола взаимодействуют сильнее в “силикалитной” части, чем при адсорбции $6\text{CH}_3\text{OH}:\text{Cu}^{2+}$ на катионе Cu^{2+} . Среднемольная энтропия адсорбции указывает на то, что подвижность спирта в цеолите $\text{Cu}^{2+}\text{ZSM-5}$ ниже подвижности метанола в жидкой фазе и близка к подвижности ее в твердой фазе.

Заключение

Получены полные термодинамические характеристики адсорбции *p*-ксилола на цеолите $\text{Cu}^{2+}\text{ZSM-5}$. Выявлен ступенчатый характер теплоты адсорбции метанола. Установлено, что катионы Cu^{2+} располагаются в экранированных позициях кристаллической решетки цеолита ZSM-5. Адсорбция метанола приводит к миграции катионов Cu^{2+} из решетки цеолита в перекрестья, образованные пересечением прямых и зигзагообразных каналов и формированию в них ион/молекулярных комплексов различной кратности.

Список литературы:

1. Дубинин М.М., Рахматкариев Г.У., Исириян А.А., Энергетика адсорбции паров на высококремнистых и чисто кремнеземных цеолитах // Изв. АН СССР, Сер. Хим. – 1989.-№12.-С.2862-2864.
2. Дубинин М.М., Рахматкариев Г.У., Исириян А.А., Теплоты адсорбции метанола и этанола на сверхвысококремнистом цеолите ZSM-5 // Изв. АН СССР. Сер. Хим., -1989.-№11.-С.2633-2635.
3. Boddenberg B., Rakhmatkariev G.U., Viets J., Bakhrinov Kh.N. Statistical thermodynamics of ammonia-alkali cation complexes in zeolite ZSM-5 // Proceeding 12th International Zeolite Conference, Baltiore, USA, 5-10 July, 1998, -P.481-488.
4. Boddenberg, B., Rakhmatkariev, G.U., Viets, J. Thermodynamics and statistical mechanics of ammonia in zeolite NaZSM-5 // Berichte der Bunsengesellschaft/Physical Chemistry Chemical Physics this link is disabled, 1998, 102(2), стр. 177–182
5. Пигузова Л.И. Новые цеолитные катализаторы для получения высокооктанового бензина из метанола. М., 1978.
6. Жалолов Х.Р. Теплоты адсорбции полярных и неполярных веществ на силикалите и цеолите NaZSM-5: Дис. ... канд.хим.наук. -Т., 1989. -138 с.
7. Бахронов Х.Н. Адсорбционные и энергетические свойства цеолитов типа ZSM-5 в Li, Cs и Na - формах // 2001. Изв.дисс.канд. С. 12-145
8. Абдулхаев Т.Д., Кулдашева Ш.А., Якубов Й.Ю. Взаимодействие молекул метанола с активными центрами и каналами цеолита $(\text{NH}_4)_{1,35}\text{ZSM-5}$ // UNIVERSUM Химия и биология, (Москва, Россия), 2019, № 8(62). - С. 32-36.
9. Yakubov Yuldots Yusupboevich Adsorption of Metanol $\text{H}_{3,25}\text{ZSM-5}$ in Zeolite // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology 2019, № 6/11 –P. 11756-11759.
10. Якубов Й.Ю. Изотерма, дифференциальные теплоты и энтропия адсорбции метанола на цеолита HZSM-5 // Universum Химия и биология 2020, №6(72). - С.74-78.

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ ТЕПЛОТЫ, ИЗОТЕРМА И ЭНТРОПИИ АДСОРБЦИИ Н-ПЕНТАНА В ЦЕОЛИТЕ CsZSM-5

Бахронов Хайт Нурович

канд. хим. наук, доц.,
Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммада ал-Хоразми,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: baxronov@mail.ru

Эргашев Ойбек Каримович

д-р хим. наук, проф.,
Наманганский инженерно-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Наманган
E-mail: okergashev711@gmail.com

DIFFERENTIAL HEATS, ISOTHERM AND ENTROPY OF N-PENTANE ADSORPTION IN ZEOLITE CsZSM-5

Hayot Bakhronov

Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor,
Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad Al-Khwarizmi,
Uzbekistan, Tashkent

Oybek Ergashev

Doctor of Chemistry, Professor,
Namangan Engineering-Technological Institute,
Uzbekistan, Namangan

АННОТАЦИЯ

Искусственно синтезированные цеолиты находят широкое применение в водоочистительных приборах в качестве адсорбентов, ионообменников, молекулярных сит; их применяют в качестве доноров и акцепторов электронов. Также цеолиты в настоящее время являются наиболее важными катализаторами переработки различного углеводородного сырья. Высокоэффективными катализаторами этих процессов являются синтетические цеолиты ZSM-5. Для оценки сорбционного объема н-пентан являются наиболее подходящими. Молекулы н-пентана заполняют все сорбционное пространство. В данной статье представлены основные термодинамические характеристики и изотерма адсорбции н-пентана в цеолите Cs_{3,17}ZSM-5 при температуре 303 К. Найдена корреляция между адсорбционно-энергетическими характеристиками и выявлен молекулярный механизм адсорбции н-пентана в цеолите CsZSM-5 во всей области заполнения.

ABSTRACT

Artificially synthesized zeolites are widely used in water purification devices as adsorbents, ion exchangers, molecular sieves; used as donors and acceptors of electrons. Also, zeolites are currently the most important catalysts for the processing of various hydrocarbon feedstocks. Synthetic zeolites ZSM-5 are highly efficient catalysts for these processes. For the assessment of the sorption volume, n-pentane is the most suitable. The n-pentane molecule fills the entire sorption space. This article presents the results of the main thermodynamic characteristics and the adsorption isotherm of n-pentane in the Cs_{3,17}ZSM-5 zeolite at a temperature of 303 K. A correlation is found between the adsorption-energy characteristics and the molecular mechanism of n-pentane adsorption in the CsZSM-5 zeolite is revealed. in the entire fill area.

Ключевые слова: цеолит, адсорбционные центры, адсорбция, заполнение, теплота, энтальпия, изотерма, кинетика, температура, объем, давление, конденсация, н-пентан, микрокалориметр.

Keywords: zeolite, adsorption centers, adsorption, filling, heat, enthalpy, isotherm, kinetics, temperature, volume, pressure, condensation, n-pentane, microcalorimeter.

Введение. В настоящее время проблема сокращения выделения окислов азота в атмосферу является наиважнейшей для охраны окружающей среды.

Поэтому эта проблема в настоящее время интенсивно исследуется многочисленными группами как академических, так и промышленных лабораторий.

Особое место занимают цеолиты типа ZSM-5 с разными катионами в связи с его способностью разлагать окислы азота до элементарного N_2 . Используются несколько путей разложения NO:

1. Селективное каталитическое восстановление NO с аммиаком, типичное для химических заводов и стационарных электростанций;

2. Каталитическое восстановление NO в присутствии CO, типичное для контроля выхлопных газов автомобилей;

3. Селективное каталитическое восстановление NO в присутствии углеводородов, метод, который не нашел еще промышленного применения, но может быть использован как для контроля выхлопных газов автомобилей, так и выбросов различных промышленных заводов;

4. Прямое разложение NO.

Все эти направления интенсивно исследуются.

Кристаллические структуры цеолитов ZSM-5 и ZSM-11 наиболее изучены, и сорбционная способность этих цеолитов во многом обязана полостям, которые образуются в результате пересечения каналов, различающихся для ZSM-5 и ZSM-11, и, по-видимому, определяют их разную адсорбционную способность [6].

При помощи рентгеноструктурного анализа в [9; 4; 8; 10] изучены параметры решетки и объем элементарной ячейки цеолита ZSM-5, синтезированного с различными темплатами (амины и спирты). Показано, что замена молекулы темплата сильно влияет на объем и параметр a элементарной ячейки, а параметры b и c изменяются слабо. Авторы приходят к выводу, что кристалл ZSM-5 растет вдоль направления a .

Авторы [9; 4; 8; 10; 1] изучали адсорбцию алканов и алкенов в цеолитах при сравнении адсорбционных характеристик для трех типов ультрасила:

ферриерита, ZSM-5 и морденита. На основе данных ИК-фурье-спектроскопии рассчитаны энергия активации для диффузии пропана и н-бутана на ферриерите и теплота адсорбции алканов C_2 – C_4 и алкенов в цеолитах и кремнеземе; процессы диффузии в микропорах были оценены путем сравнения результатов с ранее опубликованными энергиями активации для диффузии н-бутена.

Мы поставили задачу исследовать дифференциальные теплоты адсорбции н-пентана в цеолите $Cs_{3,17}ZSM-5$. Эти данные могли бы дать информацию о состоянии катионов Cs^+ , механизме адсорбции, конформации и локализации адсорбат/катион комплекса.

Полученные результаты и их обсуждение. Дифференциальные теплоты адсорбции н-пентана на цеолите $CsZSM-5$ представлены на рис. 1. Теплоты адсорбции мало меняются (~ 1 кДж/моль) от малых заполнений до высоких заполнений (1,2 ммоль/г). Содержание катионов цезия, согласно химическому составу ЭЯ, составляет 0,54 ммоль/г, т.е. образует $2C_5H_{12}:Cs^+$ ион-молекулярный комплекс при адсорбции 1,2 ммоль/г. Причиной завышенных теплот на $CsZSM-5$, чем при адсорбции на силикалите до заполнений 1,2 ммоль/г, по-видимому, являются катионы цезия, с которыми н-пентан может взаимодействовать за счет индукционного эффекта. Начиная с заполнения 1,2 ммоль/г теплоты адсорбции линейно падают от 70 кДж/моль до уровня теплоты конденсации 26,2 кДж/моль. При сопоставлении линии кривых теплот адсорбции н-пентана на цеолитах ZSM-5 и на силикалите (рис. 1) видно, что они расположены на одном уровне [2; 3].

Рисунок 1. Дифференциальные теплоты адсорбции н-пентана на цеолитах: $CsZSM-5$, силикалит [2], $NaZSM-5$ [3]. Горизонтальная штриховая линия – теплота конденсации

Изотерма адсорбции н-пентана на цеолите $CsZSM-5$ в полулогарифмических координатах представлена на рис. 2. Равновесные давления при малых заполнениях доходят до относительных давлений $P/P_s=5 \cdot 10^{-6}$, что свидетельствует о более прочной адсорбции н-пентана на цеолите $CsZSM-5$, чем на

силикалите [2]. Изотерма адсорбции доведена до 1,5 ммоль/г при относительных давлениях $P/P_s=0,38$ (или до 235 мм рт. ст.). В целом кривая изотермы адсорбции на цеолите $CsZSM-5$ расположена ниже изотерм на цеолитах $LiZSM-5$ и $NaZSM-5$, что свидетельствует о более слабой адсорбции на нем [3].

Изотерма адсорбции н-пентана на цеолите CsZSM-5 описывается трехчленным уравнением ТОЗМ от малых заполнений до 1,35 ммоль/г [5; 7]:

$$a = 0,76 \exp[-(A/34,16)^2] + 0,26 \exp[-(A/4,86)^4] + 0,17 \exp[-(A/2,1)^3] \quad (2)$$

Рисунок 2. Изотермы адсорбции н-пентана на цеолитах: LiZSM-5, CsZSM-5, силикалит [2] NaZSM-5 [3].
 ▲ – экспериментальные точки; ▲ – точки, рассчитанные с помощью ТОЗМ

Из рис. 2 видно, что расчетные данные хорошо согласуются с экспериментальными.

Мольная дифференциальная энтропия адсорбции н-пентана на цеолите CsZSM-5 представлена на рис. 3. В целом энтропия расположена ниже энтропии жидкого н-пентана и энтропии на цеолитах LiZSM-5 и NaZSM-5, но выше энтропии адсорбции на силикалите [2; 3]. Энтропийная диаграмма показывает сильное дисперсионное взаимодействие адсорбат-адсорбент. При адсорбции 1,1 ммоль/г энтропия уменьшается до -97 Дж/К·моль, что свидетельствует о сильном ограничении подвижности молекул

н-пентана в области насыщения. Из рис. 3 видно, что минимум энтропии на цеолитах ZSM-5 находится почти при одинаковых количествах адсорбции (~1,2 ммоль/г).

Термокинетика адсорбции н-пентана на цеолите CsZSM-5 представлена на рис. 4. Адсорбционное равновесие в зависимости от величины адсорбции н-пентана на цеолите CsZSM-5 устанавливается быстрее, чем на силикалит [2].

Рисунок 3. Энтропия адсорбции н-пентана на цеолитах: LiZSM-5, CsZSM-5, силикалит [2], NaZSM-5 [3]

До 0,6 ммоль/г процесс адсорбции устанавливается в среднем за 1 час. Далее устанавливается за 30 минут.

Рисунок 4. Время установления адсорбционного равновесия в зависимости от величины адсорбции н-пентана на цеолитах: CsZSM-5 и силикалит

Заключение. Проведены адсорбционно-калориметрические исследования адсорбции молекулы н-пентана на цеолите Cs_{3,17}ZSM-5. Получены полные термодинамические характеристики адсорбции н-пентана на цеолите Cs_{3,17}ZSM-5. Изотермы адсорбции н-пентана в цеолите CsZSM-5 удовлетворительно описывается двухчленным уравнением ТОЗМ. Протяженность области высоких теплот

коррелирует с числом катионов цезия в структурах цеолитов. Показано, что адсорбционные свойства цеолитов ZSM-5 зависят от типа катиона, а также от строения фрагментов структуры цеолита типа ZSM-5. Н-пентан, адсорбированный в цеолите CsZSM-5, располагается в первой координационной сфере с катионом цезия, образуя дипентановый комплекс.

Список литературы:

1. Глонти Г.О., Клячко Ф.Л. Адсорбционный критерий структурной характеристики цеолитов // Изв. АН СССР. Сер. хим. – 1984. – № 5. – С. 992–995.
2. Дубинин М.М., Рахматкариев Г.У., Исириян А.А. Энергетика адсорбции углеводородов на силикалите // Изв. АН СССР. Сер. хим. – 1989. – № 10. – С. 2333–2335.
3. Жалолов Х.Р. Теплоты адсорбции полярных и неполярных веществ на силикалите и цеолите NaZSM-5 : дис. ... канд. хим. наук. –Ташкент, 1989. –138 с.
4. Левинбук М.И., Хаджиев С.Н., Топчиева К.В. О некоторых особенностях адсорбционных свойств цеолита ультрасил // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 2, Химия. – 1981. – № 5. – С. 505–507.
5. Рахматкариев Г.У., Исириян А.А. Полное описание изотермы адсорбции уравнениями теории объемного заполнения микропор // Изв. АН СССР. Сер. хим. – 1988. – № 11. – С. 2644–2645.
6. Цицишвили Г.В. Пористость и адсорбционные свойства высококремнистых и сверхвысококремнистых цеолитов // Тез. докл. Всесоюз. 6-й конф. по теоретическим вопросам адсорбции. – М. : Наука, 1985. – С. 148–155.
7. Якубов Й.Ю., Рахматкариева Ф.Г. Дифференциальные теплоты и изотерма адсорбции н-гексана в цеолите HZSM-5 // Universum: химия и биология. – 2020. – Вып. 11 (77). Ч. 2. – С. 44–47.
8. Ferreira A.F.P., Mittelmeijer-Hazeleger M.C., Blik A. Adsorption and differential heats of adsorption of normal and iso-butane on zeolite MFI // Microporous and Mesoporous Mater. – 2006. – № 1–3. – Vol. 91. – P. 47–52.
9. Jacobs P.A., Bayer H.K., Valyon J. Properties of the end members in the pentasil family of zeolites: characterization as adsorbents // Zeolites. – 1981. – Vol. 1. – P. 161–168.
10. Yoda Eisuke, Kondo Junko N., Domen Kazunari. Detailed process of adsorption of alkanes and alkenes on zeolites // J. Phys. Chem. – 2005. – № 4. – Vol. 109. – P. 1464–1472.

ЭНЕРГЕТИКА АДСОРБЦИИ ПАРОВ БЕНЗОЛА АКТИВИРОВАННЫМ УГЛЕМ

*Гуломова Гулнора Мухитдиновна**независимый исследователь,**Ташкентский Государственный Технический Университет им. Ислама Каримова,**Республика Узбекистан, г. Ташкент**E-mail: gulyatova-gulnora@mail.ru**Абдурахмонов Элдор Баратович**д-р хим. наук (DSc),**Институт общей и неорганической химии АН РУз.,**Республика Узбекистан, г. Ташкент**E-mail: eldor8501@mail.ru*

ENERGY OF ADSORPTION OF BENZENE VAPORS WITH ACTIVATED CARBON

*Gulomova Gulnora**Independent researcher, Assistant,**Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,**Uzbekistan, Tashkent**Abdurakhmonov Eldor**Doctor of Science (DSc),**Institute of General and Inorganic Chemistry**of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,**Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

Исследование было сосредоточено на эффективном использовании отходов угольных шахт. Остаточные нефтепродукты смешали с угольными остатками в необходимых пропорциях и получили сорбент. Определение адсорбционных свойств полученного адсорбента проводили в высоковакуумном адсорбционном устройстве. Определив изотерму адсорбции бензола, дифференциальную теплоту, энтропию и равновесное время полученного угля, можно подробно описать адсорбционную способность нового адсорбента, расположение активных центров и размер.

ABSTRACT

The study focused on the efficient use of waste from coal mines. Residual oil products were mixed with coal residues in the required proportions and a sorbent was obtained. The determination of the adsorption properties of the obtained adsorbent was carried out in a high-vacuum adsorption device. Having determined the adsorption isotherm of benzene, differential heat, entropy, and equilibrium time of the obtained coal, it is possible to describe in detail the adsorption capacity of the new adsorbent, the location of active centers, and the size.

Ключевые слова: ангренинский уголь, асфальтен, адсорбция, изотерма, дифференциальная теплота, энтропия, время равновесия, адсорбционный калориметр

Keywords: angren coal, asphaltene, adsorption, isotherm, differential heat, entropy, equilibrium time, adsorption calorimeter.

Введение. Углеродные микропористые адсорбенты (активированный уголь, активированные волокна и ткани) представляют собой класс высокомолекулярных твердых пористых углеродных материалов, которые способны адсорбировать на своей поверхности вещества различной химической природы из газо-, парообразных и жидких сред [1, 2].

По классификации Дубинина М.М. [3], исходя из механизмов сорбции, протекающих в адсорбционных и капиллярных порах, поры различных адсорбентов

делятся на следующие типы: микропоры (от 0,1 до 2 нм), макропоры (эквивалентный радиус - r более 100-200 нм), мезопоры (от 2 до 50 нм).

Такие адсорбенты отличаются от углей [4] большей площадью поверхности, достигающей 100 м²/г и выше. из-за небольшого размера частиц, они относятся к непористым углеродным адсорбентам. Согласно работ [4,5] поверхность углеродсодержащих сорбентов может составлять ~ 400-1400 м²/г согласно, что допускает предположить, что они имеют

конденсированную плоскую зонную структуру, составляющую 15–55% от теоретически возможного значения $2630 \text{ м}^2/\text{г}$, полученного для гипотетической модели чистого углерода в гексагональной упаковке [7]. Объем микропор и суперпор обычно находится в пределах от 0,2 до 0,6 $\text{см}^3/\text{г}$ [8]. Для лучших образцов углеродных адсорбентов адсорбционный объем может достигать 1,3–1,5 $\text{см}^3/\text{г}$ [9, 10].

Объект и методы исследования

Угольный порошок и мелкие частицы смешивали с растворителем – асфальтеном. После перемешивания смесей некоторое время требуется на их уплотнение, загустевание. Затем проводили гранулирование, после которого нагревали до 600°C для выделения газообразных веществ. Затем следует пиролиз активированного угля.

Адсорбцию бензола проводили при 303 К на образце адсорбента, полученного активированием местного Ангренского угля.

Полученные результаты и обсуждения. Теоретическое исследование сорбционных свойств полученного активированного угля основано на результатах экспериментов, проведенных в высоковакуумном адсорбционном устройстве. Этот прибор позволяет теоретически полностью изучить адсорбционный объем и термодинамические свойства адсорбентов. На рис.1 представлена изотерма адсорбции бензола на активированном угле, полученном из местных угольных месторождений при температуре 303 К. Изотерма адсорбции изначально показывает $\ln(P/P_0) = -11$. Учитывая, что размер молекулы бензола составляет 0,6 нм, это свидетельствует о наличии микропор в адсорбенте, с адсорбционной емкостью по бензолу $\sim 1 \text{ ммоль/г}$ ($\ln(P/P_0) = -2,5$).

Рисунок 1. Изотерма адсорбции паров бензола на адсорбенте, полученном из локальных угольных хвостов, при температуре 303 К

Когда адсорбция достигает 4,5 ммоль/г, давление в устройстве составляет 119,38 мм.рт.ст. Это значение соответствует давлению насыщенного пара бензола при 300°C , и поры угля насыщены бензолом.

Дифференциальная теплота адсорбции паров бензола на угольном адсорбенте при температуре 303 К, представлена на рисунке 2. Первоначально теплота адсорбции бензола составляет 105,05 кДж/моль при $a=0,055 \text{ ммоль/г}$ при начальном насыщении, и наблюдается небольшое уменьшение значений теплоты

адсорбции последующих молекул бензола. при $a=0,52 \text{ ммоль/г}$, $Q_d = 85,16 \text{ кДж/моль}$.

Одна из основных причин высокой теплоты адсорбции молекул бензола при малых насыщениях объясняется адсорбцией на поверхности микропор. На более поздних стадиях адсорбции дифференциальная теплота уменьшается. После $a=4,2 \text{ ммоль/г}$ теплота адсорбции равна величине термической конденсации.

Рисунок 2. Дифференциальная теплота адсорбции паров бензола на адсорбенте, полученном из локальных угольных хвостов, при температуре 303 К.
 Горизонтальная черта - теплота конденсации паров бензола при 303 К.

Уменьшение дифференциальной теплоты адсорбции бензола на активированном угле объясняется сорбцией на мезопорах, поскольку теплота адсорбции уменьшается по мере того, как уголь становится более насыщенным молекулами бензола. Теплота адсорбции паров бензола на угле близка к 33,8 кДж/моль, что соответствует теплоте конденсации, и всего адсорбируется 4,6 ммоль/г бензола.

Заключение. В нашем исследовании адсорбент активированного угля получен из локальных угольных остатков и были изучены его термодинамические свойства. Изотерма адсорбции и разница температур изначально велики, что указывает на то, что адсорбция паров бензола осуществляется в микропорах. Активированный уголь адсорбирует 4,5 ммоль/г молекул бензола. Молекулы бензола, адсорбированные в микропорах активированного угля, обеспечивают высокую дифференциальную теплоту адсорбции.

Список литературы:

1. Сагитов А.И. Исследование разделительной способности различных активных углей по отношению к смеси метан-диоксид углерода / Сагитов А.И., Кусалиев А.В., Котов А.С., Кугатов П.В. // Наука. Технология. Производство - 2017.- С. 37-38.
2. Мухин В.М. Экологические аспекты применения активных углей // Экология и промышленность России. - 2014.- № 12.- С. 52-56.
3. Дубинин М.М. Капиллярные явления и информация о пористой структуре адсорбентов // Современная теория капиллярности / Под ред. А.И. Русанова и Ф.Ч. Гудрича. - Л: Химия -1980. - С.102-125.
4. Грег С. Адсорбция, удельная поверхность, пористость. / Грег С., Синг К. // Пер. с англ. 2-е издание. - М: Мир. - 1984.- 306 с.
5. Дубинин М.М. Попытки описания микропористых структур на основе теории равновесной адсорбции в микропорах // Исследование 124 адсорбционных процессов и адсорбентов / Под ред. М.М. Дубинина, Э.А. Арипова, В.В. Серпинского - Ташкент. - 1979.-С. 28-36.
6. Дубинин М.М. Адсорбция паров воды и микропористые структуры углеродных адсорбентов // Известия АН СССР, сер.хим.-1981. - С. 9-23.
7. Juhola. Manufacture Pore Structure and Application of Activated Carbon // J.Kemia - Kemi - 1977.- № 1.-Рр. 543-551.
8. Колышкин Д.А. Активные угли. Свойства и методы испытания. Справочник. / Колышкин Д.А., Михайлова К.К. // Л: Химия. - 1972. -56 с.
9. Дубинин М.М. Характеристика адсорбционных свойств и микропористой структуры углеродных адсорбентов// Углеродные адсорбенты и их применение в промышленности. Часть 3. Структура и свойства углеродных адсорбентов: Сб. докл. 4-го Всесоюз. сов.- Пермь.- 1987.-С. 3-14.
10. Мухин В.М. Активные угли. Эластичные сорбенты. Катализаторы, осушители и химические поглотители на их основе (Номенклатурный каталог). / Мухин В.М., Чебыкин В.В., Галкин Е.А., Васильев Н.П., Медяник В.С., Тамамьян А.Н. Под общ. ред. В.М. Мухина // М: Руда и металлы. - 2003. - 208 с.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Научный журнал

**UNIVERSUM:
ХИМИЯ И БИОЛОГИЯ**

№ 11(89)
Ноябрь 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+