UNIVERSUM: ХИМИЯ И БИОЛОГИЯ

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

Выпуск: 2(80)

Февраль 2021

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. – № 2(80). М.,
Изд. «МЦНО», 2021. – 64 с. – Электрон. версия печ. публ. –
<http://7universum.com/ru/nature/archive/category/280>

ISSN : 2311-5459

DOI: 10.32743/UniChem.2021.80.2

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 24+28

© ООО «МЦНО», 2021 г.

Содержание	
Биологические науки	5
Общая биология	5
Микробиология	5
СОХРАННОСТЬ АНТАГОНИСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АКТИНОМИЦЕТОВ ПРИ ХРАНЕНИИ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ	5
Бекмухамедова Нигора Каримовна	
Мавжудова Азиза Маджидовна	
Куканова Светлана Ивановна	
Зайнитдинова Людмила Ибрахимовна	
Мамиев Мухитдин Саломович	
Экология (по отраслям)	10
ОСОБЕННОСТИ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ У БАХЧЕВОЙ КОРОВКИ – EPILASCHNA CHRUSOMELINA (COLEOPTERA COCCINELLIDAE) В ПЕРИОД ЗИМНЕГО ПОКОЯ В УСЛОВИЯХ ЮГА УЗБЕКИСТАНА	10
Тилавов Тураб	
Базарова Нигора Шамсиевна	
Узаков Зафар Зоирович	
Кудратов Гулам Донаевич	
Физико-химическая биология	17
БИОЛОГИЧЕСКИЕ АКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ФРАКЦИЙ ЭКСТРАКТА РАСТЕНИЯ ASTRAGALUS PTEROCEPHALUS	17
Закирова Рано Пулатовна	
Агзамова Манзура Адхамовна	
Матекеева Азиза Полат кызы	
Физиология	21
ВЛИЯНИЕ СУБКЛИНИЧЕСКОГО И КЛИНИЧЕСКИ ВЫРАЖЕННОГО МАСТИТА, ПЕРЕНОСЕННОГО В ПЕРИОД БЕРЕМЕННОСТИ, НА ПРОЯВЛЕНИЕ РОДОВЫХ И ПОСЛЕРОДОВЫХ ПАТОЛОГИЙ У ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ	21
Камышанов Александр Сергеевич	
Химические науки	26
Аналитическая химия	26
ВОДА «ЖИВАЯ» И «МЕРТВАЯ». НОВЫЕ ФАКТЫ ОБ АНТИОКСИДАНТНЫХ И РЕЛАКСАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ ЭЛЕКТРОАКТИВИРОВАННОЙ ВОДЫ	26
Аронбаев Дмитрий Маркиэлович	
Аронбаев Сергей Дмитриевич	
Раимкулова Чарос Ахматовна	
Исакова Дилноза Тошевна	
Шертаева Азиза Абдувалиевна	
Биоорганическая химия	32
ЛОКАЛИЗАЦИЯ РАСТЕНИЙ INDIGOFERA AUSTRALIS И СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗ НЕГО ХИМИЧЕСКИХ КРАСИТЕЛЕЙ	32
Жалолов Икбол Жамалович	
Коробоева Гулноза	
Мараимова Умидахон Рустамовна	
ПОЛУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ПРОТИВОТУБЕРКУЛЕЗНЫХ ПРЕПАРАТОВ	36
Хуррамова Файёза Нарзуллаевна	
Эсанов Рахмат Султон угли	
Тошпулатов Фаррух Нозимович	
Матмуратов Бахтишод Янгибоевич	
Матчанов Алимжон Давлатбоевич	

Органическая химия	42
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СИНТЕЗА ИЗО-БУТАНОЛА	42
Абдуллаев Джахонгир Урозалиевич	
Нурмонов Сувонкул Ерханович	
Кодиров Ориф Шарипович	
Зиядуллаев Анвар Эгамбердиевич	
Носиров Акром Худайбердиевич	
ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ С МОЧЕВИНОЙ С ПОЛУЧЕНИЕМ КАРБАМАТНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ	50
Бабамуратов Бекзод Эргашевич	
Тураев Хайит Худайназарович	
Джалилов Абдулахат Турапович	
ИЗУЧЕНИЕ СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ ТРОСТНИКА	54
Бабамуратов Бекзод Эргашевич	
Джалилов Абдулахат Турапович	
Тураев Хайит Худайназарович	
ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ И КОЛИЧЕСТВА КАТАЛИЗАТОРА ПРИ СИНТЕЗЕ МОРФОЛИНОВЫХ НЕНАСЫЩЕННЫХ ПРОДУКТОВ ПРИ УЧАСТИИ ВИНИЛАЦЕТИЛЕНА	58
Жумаев Жаббор Хамрокулович	
Ахмедов Вохид	
Шарипова Насиба Уктамовна	

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ**ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ****МИКРОБИОЛОГИЯ****СОХРАННОСТЬ АНТАГОНИСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АКТИНОМИЦЕТОВ
ПРИ ХРАНЕНИИ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ****Бекмухамедова Нигора Каримовна**

канд. биол. наук, ст. науч. сотр.,
Институт микробиологии Академии наук Республики Узбекистан,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: nigora1967@bk.ru

Мавжудова Азиза Маджидовна

канд. биол. наук, ст. науч. сотр.,
Институт микробиологии Академии наук Республики Узбекистан,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Куканова Светлана Ивановна

канд. биол. наук, ст. науч. сотр.,
Институт микробиологии Академии наук Республики Узбекистан,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Зайнитдинова Людмила Ибрахимовна

д-р. биол. наук, профессор,
Институт микробиологии Академии наук Республики Узбекистан,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Мамиев Мухитдин Саломович

канд. биол. наук, ст. науч. сотр.,
Ташкентский государственный аграрный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

**PRESERVATION OF THE ANTAGONISTIC PROPERTIES OF ACTINOMYCETES
WHEN STORED BY VARIOUS METHODS****Nigora Bektukhamedova**

Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher
Institute of Microbiology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Aziza Mavzhudova

Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher
Institute of Microbiology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Svetlana Kukanova

Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher
Institute of Microbiology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Lyudmila Zainitdinova*Doctor of Biological Sciences, Professor,
Institute of Microbiology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent***Mukhitdin Mamiev***Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher,
Tashkent State Agrarian University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

Изучена сохранность антагонистической активности коллекционных штаммов актиномицетов рода *Streptomyces* - *Str. roseoflavus* um.33, *Str. alboflavus* um.7, *Streptomyces* sp.700 к основным фитопатогенам хлопчатника *Verticillium dahliae*, *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum* при хранении различными методами (периодические пересевы, в стерильном песке, глицерине, дистиллированной воде в течение 8 лет. Показано, что все изученные штаммы актиномицетов при всех использованных методах хранения сохранили антагонистическую активность к фитопатогенам, активно ингибировали развитие патогенов (20-35 мм). *Streptomyces roseoflavus* um.33, *Streptomyces* sp. 700, при всех использованных методах хранения сохраняли активность по отношению ко всем патогенам.

ABSTRACT

The preservation of the antagonistic activity of collection strains of actinomycetes of the genus *Streptomyces* - *Str. roseoflavus* item 33, *Str. alboflavus* pcs. 7, *Streptomyces* sp. 700 to the main phytopathogens of cotton *Verticillium dahliae*, *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum* during storage by various methods (periodic replantings, in sterile sand, glycerin, distilled water after 4 years. phytopathogens, actively inhibited the development of pathogens (20-35 mm) *Streptomyces roseoflavus* pcs 33, *Streptomyces* sp. 700, in all storage methods retained the ability to all pathogens.

Ключевые слова: Актиномицеты, стрептомицеты, микроскопические грибы, фитопатогены, антагонисты, хранение, периодический пересев, стерильный песок, глицерин, дистиллированная вода.

Keywords: Actinomycetes, streptomycetes, microscopic fungi, phytopathogens, antagonist, storage, periodic replanting, sterile sand, glycerin, distilled water.

Введение

В настоящее время, хранение микроорганизмов осуществляется в коллекциях, и используется как в промышленных, так и в исследовательских целях. Разработка эффективных приемов консервации культур микроорганизмов связана с возрастающей потребностью науки и промышленности: постоянно иметь в своем распоряжении высоко активные, жизнеспособные и стабильные по своим показателям культуры микроорганизмов.

Выбор эффективного способа хранения конкретного микроорганизма должен основываться, прежде всего, на сохранности морфологических, культуральных признаков, физиологической активности, сохранении максимального числа жизнеспособных клеток, то есть, в состоянии близком к естественному, а также проведении периодического и системного анализа по влиянию сохранности исходных свойств.

Целью настоящего исследования являлось изучение влияния различных методов хранения на антагонистическую активность актиномицетов коллекционного фонда.

В последние годы в системе защиты растений от фитопатогенов расширяется ассортимент биологических препаратов на основе применения микроорганизмов с различной антагонистической активностью в отношении основных возбудителей болезней растений, поэтому сохранение их в коллекции весьма актуально.

Растения взаимодействуют и с полезными микроорганизмами, особое внимание среди которых уделяется микроорганизмам-антагонистам фитопатогенов, которые являются продуцентами комплекса антибиотических веществ, обладающих высокой физиологической активностью. Они подавляют рост целого ряда фитопатогенных грибов и бактерий, что позволяет антагонистам достаточно быстро вытеснять из грунтов или субстратов патогенную микрофлору. Их антагонистические свойства используются в сельскохозяйственной биотехнологии для разработки и производства биологических средств защиты растений против ряда заболеваний, таких как корневые, прикорневые гнили злаковых растений и др. [1-6].

Многими исследователями установлено, что среди огромного разнообразия актиномицетов большое место занимают штаммы, образующие антибиотические вещества с фунгицидной, противоопухолевой, антивирусной и другими активностями. Важной характеристикой некоторых из них являются способность стимулировать рост, развитие и устойчивость растений к фитопатогенам. Отмечено, что они оказывают не только терапевтическое, но и профилактическое действие в предупреждении развития заболеваний растений [7-9].

Авторами изучена ризосфера различных растений (пшеницы, кукурузы, хлопчатника, люцерны и огурцов), культивируемых в Сурхандарьинской области. Проведен скрининг среди выделенных 56 штаммов актиномицетов и 33 штаммов

микроскопических грибов по антагонистической способности к возбудителям болезней растений. Из них антагонистической активностью к изученным патогенам обладали 20 штаммов рода *Streptomyces* и 17 микроскопических грибов родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*. Отобраны микроорганизмы – 2 активных штамма актиномицетов и 3 микроскопических грибов, обладающие антагонистической и ростстимулирующей способностью [10, 11].

Золотилиной Г.Д. с соавторами [12, 13] изучено микробное сообщество корневой системы хлопчатника при использовании комплексного микробного препарата Вербактин для биоконтроля вертицеллезного вилта хлопчатника. В состав препарата входят микроорганизмы – бактериальная культура *Bac.licheniformis* 234 и актиномицетный штамм *Streptomyces roseoflavus* um.33, коллекционного фонда Института микробиологии АН РУз. Показана высокая активность микроорганизмов, обладающих высокой антагонистической способностью к различным фитопатогенам и не ингибирующее действие на полезную микрофлору.

Материалы и методы исследования

Материалом для исследования служили актиномицеты коллекционного фонда, выделенные из различных субстратов Узбекистана и сохраняемые

различными методами в коллекции в течение длительного времени.

Хранение микроорганизмов осуществляли методами периодического пересева на свежие питательные среды, в стерильном песке, глицерине и дистиллированной воде.

Актиномицеты выращивали в чашках Петри на среде Чапека (г/л: сахароза–20,0; NaNO₃–2,0; K₂HPO₄–1,0; MgSO₄–0,5; вода дистиллированная–1; pH 7,2–7,4) в течение 7 суток, при температуре 37 °C [14, 15].

Тест культурами являлись микроскопические грибы – фитопатогены хлопчатника *Verticillium dahliae*, *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum*.

Антагонистическую активность изучали методом агаровых блоков [16].

Результаты исследований

В коллекции Института микробиологии АН РУз хранятся 76 штаммов актиномицетов-антагонистов, которые в 2012г. были переведены на различные методы хранения (периодические пересевы, в глицерине (–20°C), дистиллированной воде, стерильном песке, под слоем вазелинового масла). В таблице 1 приводятся наиболее активные стрептомицеты, имеющие антагонистическую активность к фитопатогенам.

Таблица 1.

Промышленно-важные актиномицеты, с высоким биотехнологическим потенциалом

Культуры	Коллекционный номер	Дата и место выделения	Активность
<i>Streptomyces roseoflavus</i> 33	156	1989 г. Таш.обл. ризосфера хлопчатника	антагонистическая, ростстимулирующая
<i>Streptomyces alboflavus</i> 7	115	1999 г. Сурхандарьинская обл., Ангорский район, ризосфера хлопчатника	антагонистическая, ростстимулирующая, продуцент витамина B ₁₂
<i>Streptomyces</i> sp. 700	160	2005 г. Ташкентская обл., Ташкентский район, ризосфера хлопчатника	антагонистическая, ростстимулирующая

Каждый год проводятся исследования по изучению сохранности жизнеспособности и антагонистической активности актиномицетов коллекционного фонда при хранении различными методами.

Ранее нами был проведен скрининг среди коллекционных культур (76 штамма) на выявление антагонистических свойств по отношению к фитопатогенам хлопчатника. Показано, что из апробированных 76 коллекционных культур актиномицетов родов *Streptomyces* и *Streptoverticillium*, 36 штаммов угнетали рост фитопатогенов, зона подавления роста составляла от 20 до 55 мм в диаметре.

В наших исследованиях изучена сохранность антагонистической активности промышленно-важных штаммов стрептомицетов *Str.alboflavus* 7, *Str.roseoflavus* 33, *Streptomyces* sp.um. 700 при хранении раз-

личными методами через 8 лет. Тест-культурами являлись основные фитопатогены хлопчатника – *Verticillium dahliae*, *Fusarium solani*, *Fus. oxysporum*.

Исследования показали, что все изученные штаммы актиномицетов при всех методах хранения сохраняли антагонистическую активность к фитопатогенам и активно ингибировали развитие патогенов. Как видно из данных таблицы 2 и рис.1, 2, 3, зона ингибирования роста патогена достигает значительных величин – от 20 до 35 мм. *Str.roseoflavus* 33, *Streptomyces* sp. um. 700 при всех методах хранения сохраняли способность ко всем патогенам. При хранении в глицерине (–20 °C) активность была выше (35 мм), чем исходного (метод периодического посева) к *Verticillium dahliae*.

Культура *Streptomyces alboflavus* 7 при всех способах хранения сохраняла активность ко-всем изученным патогенам. При хранении в стерильном песке активность выше, чем у исходного к *Fusarium solani* и *F.oxysporum* (30мм).

Полученные данные подтверждают, что для сохранения жизнеспособности и антагонистической активности культуры актиномицетов *Streptomyces roseoflavus* 33, *Streptomyces* sp. 700 с успехом могут храниться в глицерине (-20°C).

Таблица 2.

Антагонистическая активность актиномицетов к фитопатогенам

Актиномицеты	Методы хранения			
		<i>Verticillium dahliae</i>	<i>Fusarium solani</i>	<i>Fusarium oxysporum</i>
<i>Streptomyces alboflavus</i> 7	Периодический пересев	22-30	24-20	20-22
	Глицерин	30	30	25
	Стерильный песок	25	30	30
	Дистил. вода	20	20	25
<i>Streptomyces roseoflavus</i> 33	Периодический пересев	30-35	24-25	24-22
	Глицерин	30	24	26
	Стерильный песок	25	22	25
	Дистил. вода	36	30	25
<i>Streptomyces</i> sp. um. 700	Периодический пересев	22	22	25
	Глицерин	35	22	28
	Стерильный песок	26	30	30

Подавление роста *Verticillium dahliae*Подавление роста *Fusarium oxysporum*

Str. roseoflavus 33, *Streptomyces* sp. 700, *Str. alboflavus* 7

Рисунок 1. Антагонистическая способность стрептомицетов (хранение в глицерине) к фитопатогенам

Подавление роста *Verticillium dahliae*Подавление роста *Fusarium solani*

Streptomyces roseoflavus 33, *Streptomyces alboflavus* 7

Streptomyces alboflavus 7, *Streptomyces* sp. um. 700

Рисунок 2. Антагонистическая способность актиномицетов (хранение в стерильном песке) к фитопатогенам

Fusarium oxysporum
Streptomyces alboflavus 7

Verticillium dahliae

Streptomyces roseoflavus 33

Fusarium solani

Рисунок 3. Антагонистическая способность актиномицетов (хранение в дистиллированной воде) к фитопатогенам

Выявление сохранности высокой активности актиномицетов - продуцентов биологически активных соединений, является практически важным показателем для рекомендации их практического применения,

использования в научных исследованиях, отраслях сельского хозяйства, промышленности, медицине и разработках новых биодобавок, биопрепаратов.

Список литературы:

1. Воронин А.М. Ризосферные бактерии рода *Pseudomonas*, способствующие росту и развитию растений // Соросовский образ, журн. - 1998. - Т. 35 - № Ю. - С. - 25-32.
2. Голованова Т.И., Долинская Е.В., Костицыны Ю.Н. Влияние грибов рода *Trichoderma* на ростовые процессы растений пшеницы // Электронный ресурс. - Исследовано в России: электрон, научн. журн. <http://zhurnal.aprelam.ru/articles>. - 2008. - 013. - pdf. 10 с.
3. Голованова Т.И., Долинская Е.В., Сичкарук Е.А. Взаимоотношения почвенного гриба *Trichoderma* и яровой пшеницы // Вестник Крас ГАУ. - 2009. - Т. 7. - С. 102-107.
4. Голованова Т.И., Литовка Ю.А., Долинская Е.В., Сичкарук Е.А., Валиулина А.Ф., Схиладзе О.Л. Взаимоотношения пшеницы с микроорганизмами прикорневой зоны растений // Вестник Крас ГАУ. Красноярск. - 2010. - Т. 9. - С. 90-97
5. Кацы Е.И. Молекулярная генетика ассоциативного взаимодействия бактерий и растений: состояние и перспективы исследований. - М.: Наука - 2007. - 86 - с. 127
6. Berg G. Plant-microbe interactions promoting plant growth and health: perspectives for controlled use of microorganisms in agriculture // Appl. Microbiol. Biotechnol. - 2009. - Vol. 84. - P. 11-18.
7. Chater K.F. *Streptomyces* inside-out: a new perspective on the bacteria that provide us with antibiotics. // Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. - 361 - 761-768 - 2006.
8. Звягинцев Д.Г., Зенова Г.М. // Экология актиномицетов. - М.: ГЕОС, - 2001 - 257 с.
9. Raaijmakers J.M., Vlam M., de Souza J.T. Antibiotic production by bacterial biocontrol agents. // Antonie Van Leeuwenhoek - 81 -(1-4) - 537-547 - 2002.
10. Бекмухамедова Н.К., Бахтиерова М.С. Антагонистическая и ростстимулирующая способность микроорганизмов, выделенных из ризосферы сельскохозяйственных растений // Труды Института микробиологии Национальной Академии Наук Азербайджана. - Т.11 - № 1, Баку - 2013. - С.408 - 413
11. Бекмухамедова Н.К., Ташпулатов Ж.Ж., Ходжибаева С.М. Актиномицеты ризосферы хлопчатника – антагонисты грибных и бактериальных фитопатогенов. // Материалы 4 Московского Биотехнологического конгресса. - 2007. - с.326.
12. Золотилина Г.Д., Ходжибаева С.М., Федорова О.А. Микробное сообщество корневой системы хлопчатника при использовании комплексного микробного препарата // Труды Института микробиологии Национальной Академии Азербайджана 2012. - Т.10 - №1 - С.127-130.
13. Золотилина Г.Д., Ходжибаева С.М., Федорова О.А., Ташпулатов Ж.Ж. «Штамм *Bacillus licheniformis*-234 для защиты хлопчатника от вертициллезного вилта и стимуляции роста хлопчатника // Патент № IAP 04648. - 20.05.2014 г.
14. Егоров Н.С. Руководство к практическим занятиям по микробиологии - М.: Изд. МГУ - 1995. - 205с.
15. Нетрусов А.Н. Практикум по микробиологии под ред. - М.: «Академия» - 2005. - 600с.
16. Егоров Н.С. Основы учения об антибиотиках. - М: Изд. МГУ, 2003. - С.104.

ЭКОЛОГИЯ (ПО ОТРАСЛЯМ)

DOI: 10.32743/UniChem.2021.80.2.10-16

ОСОБЕННОСТИ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ
У БАХЧЕВОЙ КОРОВКИ – EPILACHNA CHRUSOMELINA
(COLEOPTERA COCCINELLIDAE) В ПЕРИОД ЗИМНЕГО ПОКОЯ
В УСЛОВИЯХ ЮГА УЗБЕКИСТАНА

Тилавов Тураб

канд. биол. наук, доц.,
Каршинский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Карши

Базарова Нигора Шамсиевна

канд. пед. наук, ст. преподаватель,
Каршинский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Карши

Узаков Зафар Зоирович

преподаватель,
Каршинский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Карши
E-mail: uzakov.zafar@mail.ru

Кудратов Гулам Донаевич

преподаватель,
Каршинский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Карши

PECULIARITIES OF METABOLISM IN THE MELON COW – EPILACHNA CHRUSOMELINA
(COLEOPTERA COCCINELLIDAE) DURING THE WINTER DORMANCY IN THE SOUTH
OF UZBEKISTAN, IT IS FOUND IN THE MELON COW

Turab Tilavov

candidate of biological Sciences, Associate Professor,
Karshi State University,
Republic of Uzbekistan, Karshi

Nigora Bazarova

candidate of pedagogical Sciences, Senior Lecturer,
Karshi State University,
Republic of Uzbekistan, Karshi

Zafar Uzakov

Lecturer,
Karshi State University,
Republic of Uzbekistan, Karshi

Gulam Kudratov

Lecturer, Karshi State University,
Republic of Uzbekistan, Karshi

АННОТАЦИЯ

В работе описано, что уход бахчевой коровки на зимовку характеризуется прекращением активного питания, уменьшением содержания воды в теле и накоплением жировых веществ в организме жуков. Уменьшение содержания воды в теле жуков в период зимовки коррелятивно связано с увеличением степени переохлаждения жидкостей их тела. В период зимовки бахчевой коровки наблюдалось постепенное расходование запасов жиров. Наиболее интенсивный расход жира (жиров) у жуков отмечается весной после зимовки, в период активной локомоторной деятельности.

А также период зимовки бахчевой коровки характеризуется уменьшением потребления кислорода и торможением всего тканевого обмена. В этот период жуки находятся в состоянии глубокого покоя и, вероятно, наиболее устойчивы к низким температурам среды обитания.

ABSTRACT

The paper describes that the departure of a melon ladybird for wintering is characterized by the cessation of active nutrition, a decrease in the water content in the body and the accumulation of fatty substances in the body of beetles. Reduction of water content in the body of beetles during the wintering period. Correlatively associated with an increase in the degree of hypothermia of their body fluids. During the wintering period of the melon ladybug, a gradual consumption of fat reserves was observed. The most intensive consumption of fat in beetles is observed in the spring after wintering, during the period of active locomotor activity.

And also the wintering period of the melon ladybug is characterized by a decrease in oxygen consumption and inhibition of the entire tissue metabolism. During this period, the beetles are in a state of deep dormancy, and are probably most resistant to low temperatures.

Ключевые слова: вегетация, ареал, метаболизм, имаго, эксперимент, спячка, антифриз, толерантность, глицерин, гемолимфа, тканевый обмен, аналогичный.

Keywords: vegetation, area, metabolism, imago, experiment, hibernation, antifreeze, tolerance, glycerol, hemolymph, tissue exchange, analogous.

Сезонная периодичность климатических условий и вегетации бахчевых культур на различных частях ареала наложила глубокий отпечаток на существование бахчевой коровки и на ее биологические процессы. Переходу в состояние зимнего покоя бахчевой коровки обычно предшествует наступление определенных, ритмично повторяющихся неблагоприятных для активной жизни условий среды. Кроме того, важную роль в этом процессе играет сезонная периодичность вегетации кормовых растений, что неизбежно отражается на биологии вида. В разных климатических зонах вегетация тыквенных культур – основного кормового растения бахчевой коровки занимает приблизительно от 6 до 7 месяцев в году. Остальные 5–6 месяцев она проводит в стадии имаго под растительными остатками в окружении бахчевых плантаций. Зимуют самцы и неоплодотворенные самки.

Высокая жизнеспособность бахчевой коровки в значительной мере связана с состоянием зимнего покоя, способствующего выживанию насекомого в неблагоприятное время года. Физиологическая характеристика зимнего покоя жуков, сроки начала и окончания зимовки, состояние жуков во время зимовки представляют кроме теоретического и практический интерес.

Есть основание полагать, что изменения, происходящие в организме при наступлении зимнего покоя или его прекращении, касаются прежде всего энергетики тканевого обмена и интенсивности дыхания. Поэтому при изучении физиологической сущности зимнего покоя бахчевой коровки мы уделили основное внимание определению динамики накопления и расходования резервных веществ (жиров), за счет которых поддерживается в период покоя жизнь организма, в частности водный обмен, интенсивность

дыхания как интегральный показатель окислительных процессов в тканях организма.

В литературе встречаются данные об увеличении количества жира, уменьшении содержания воды и об изменениях газообмена перед переходом насекомых на зимовку и в период зимовки у разных видов, таких как колорадский жук, хлопковая совка и другие (Ларченко, 1937; Ушатинская, 1957; 1966; Чернышев, 1996; Романенко, 2013; Денисова, 2014; Стрелкова, 2017; Тилавов, 2018 и др.).

Однако у бахчевой коровки такие данные отсутствуют.

Материал и методы

При изучении динамики накопления и расходования резервных веществ, за счет которых существует организм бахчевой коровки в длительные периоды покоя, учитывали процентное содержание воды и количество жира в теле. Для характеристики газообмена и тканевого обмена изучали интенсивность поглощения кислорода.

Содержание воды устанавливали весовым методом. Для этого высушивали 20 самок и 20 самцов от каждой исследуемой партии в трех повторностях при температуре 70–80 °С до постоянной массы, т.е. учитывали всю оставшуюся в организме воду. Количество жиров определяли экстрагированием в малых моделях аппарата Сок слета этиловым эфиром, растертым навесом из 20 жуков, высушенных до постоянной массы. Количество жира также определяли отдельно для самок и самцов в трех повторностях. Интенсивность поглощения кислорода измеряли монометрическим методом (на 30 самках и 30 самцах, разделенных на партии по 5 особей) в аппарате Варбурга при постоянной температуре 26 °С.

Биоматериал для анализа содержали в полевых сетчатых садках в естественных условиях, т.е. подвергали изменениям климатических факторов. Высоту и газообмен измеряли в лабораторных условиях, куда за 2–3 ч до начала исследований вносили жуков, взятых из садков. Всего использовали для опытов около 3000 жуков.

Содержание воды и жира у бахчевой коровки определяли на Кашкадарьинской областной агрохимической станции, а интенсивность дыхания – на кафедре физиологии Каршинского госуниверситета.

Результаты исследований

Вода, как известно, составная часть образующих веществ организма как их растворитель и их носитель. С водой в организм поступают все вещества, в том

числе подлежащие усвоению при питании, она вымывает наружу продукты расщепления и разложения этих веществ (Кузнецов, 1953). Необходимая для жизни вода поступает в организм при питье, входит в состав пищи, адсорбируется покровами тела и трахейной системы, получается в качестве продукта метаболизма.

О высокой физиологической значимости уменьшения количества воды в теле насекомых перед переходом в состояние покоя и восстановления ее содержания до нормы, характерной для активной жизнедеятельности после окончания покоя, указано в работах Р.С. Ушатинской (1957), Е.М. Шагова (1967) и др.

Результаты наших определений содержания воды в теле жуков в разные периоды имагинальной жизни приведены на рисунке 1.

предзимнее питание 2017 г., зимовка 2018 г., питающиеся жуки после выхода из зимовки

Рисунок 1. Содержание воды в теле жуков бахчевой коровки на разных этапах имагинальной жизни

Как видно из приведенных данных, содержание воды в теле бахчевой коровки на разных этапах имагинальной жизни неодинаково. Содержание воды в теле жуков в период предзимнего питания (октябрь) велико, в среднем 70,5 % от сырого веса тела у самок и 72,4 % у самцов. С уходом жуков на зимовку воды в теле жуков обоих полов стало значительно меньше – 56,6 % у самок и 57,0 % у самцов. Такое уменьшение содержания воды при подготовке к зимовке обусловлено прекращением питания и освобождением кишечника от экскрементов.

В период зимовки содержание воды в теле бахчевой коровки почти не изменяется. В зимние месяцы содержание воды в теле жуков составляет у самок от 52,1 до 53,8 %, у самцов – 52,1–53,8 %. У перезимовавших жуков в период активного питания (апрель) отмечается высокое содержание воды: у самок – 64,5 %, у самцов – 68,1 %. Жуки в этот период активно питаются. Вода в организм жуков поступает в основном с пищей.

Таким образом, уменьшение содержания воды в теле жуков в период зимовки, по-видимому, коррелятивно связано с увеличением степени переохлаждения

жидкостей их тела. Более высокое содержание воды в теле жуков в период активного питания (октябрь, апрель), возможно, связано с их меньшей холодостойкостью.

Принимая во внимание длительность состояния зимнего покоя насекомых, можно утверждать, что на поддержание их жизни в этот период расходуется значительное количество энергии. Ряд авторов на разных видах насекомых показали, что основными энергетическими субстратами, за счет которых поддерживается жизнь в период покоя, служат жиры и углеводы. Отложение у насекомых большого количества жира, главным образом в жировом теле, перед переходом в состояние зимнего покоя отмечено для многих видов (Кожанчиков, 1936; Ушатинская, 1952, 1984; Anderson, 1981 и др.).

Содержание жиров у бахчевой коровки, динамика их накопления и расходования были взяты нами в качестве одного из физиологических показателей подготовки к переходу к зимнему покою, представлена общая картина изменения содержания жира на различных этапах имагинальной жизни бахчевой коровки на рисунке 2.

предзимнее питание 2017 г., зимовка 2018 г., питающиеся жуки после выхода из зимовки

Рисунок 2. Содержание жира к весу сухих веществ на разных этапах имагинальной жизни бахчевой коровки

Как видно из приведенных данных, в период активной жизни жуков (октябрь) содержание жира в организме жуков небольшое: у самок – в среднем 19,8 %, а у самцов – 17,5 % веса сухих веществ. После предзимнего питания жуки уходят на зимовку со значительным количеством жира. В ноябре самки имели в среднем около 39,3 % жира, а самцы – 35,8 %.

В период зимовки бахчевой коровки наблюдалось постепенное расходование жировых резервов. С начала зимовки до середины января расходы жира были небольшими, хотя температура среды в это время удерживалась около 10–14 °С, в январе самки имели 34,8 %, а самцы – 33,9 % жира от сухого веса.

Наиболее интенсивный расход жира у жуков отмечается весной после зимовки, в период активной локомоторной деятельности и до лета в поисках пищи и в начале питания. В этот период (апрель) количество жиров составляло: у самок – 15,6 %, у самцов – 14,3 % от сухого веса.

Очевидно, что на различных стадиях и этапах жизни насекомых вес тела не остается постоянным. Например, по данным Z.P. Cudare (1968), начиная от яйца и до имаго вес тела колорадского жука увеличивается более чем в 200 раз. Изменение среднего сырого веса имаго бахчевой коровки на разных этапах имагинальной жизни приведено на рисунке 3.

предзимнее питание 2017 г., зимовка 2018 г., питающихся жуки после выхода из зимовки

Рисунок 3. Средний сырой вес тела бахчевой коровки на разных этапах имагинальной жизни

Как видно из приведенных данных, максимальный вес жуков был зафиксирован в период предзимнего питания, когда вес самок достигал в среднем

66,8 мг, а самцов – 55,3 мг. После прекращения питания наблюдается понижение содержания воды в теле жуков, т.е. при залегании их в спячку вес тела жуков заметно снижается. В декабре самки имели вес 45,6 мг,

самцы – 38,1 мг. Сырой вес тела на протяжении ранней весны до начала восстановительного периода оставался почти постоянным. После выхода жуков из зимовки, в период активного питания (апрель) сырой вес их тела заметно увеличивается. У самок вес тела в это время в среднем составляет 67,0 мг,

у самцов – 50 мг. В период весенней активности сырой вес жуков несколько возрастает за счет увеличения количества воды в теле.

Сходна динамика среднего сухого веса жуков, установленная для тех же этапов имагинальной жизни (рисунок 4).

предзимнее питание 2017 г., зимовка 2018 г., питающиеся жуки после выхода из зимовки

Рисунок 4. Средний сухой вес тела бахчевой коровки на разных этапах имагинальной жизни

Средний сухой вес жуков после максимума, наблюдавшегося в период активного питания перед уходом на зимовку, уменьшался, причем быстрее в начале зимовки и медленнее в зимний период. Значительное повышение сухого веса у перезимовавших жуков наблюдается у обоих полов в период активного питания. В этот период сухой вес самок в среднем составляет 27 мг, а у самцов – 30 мг. Это связано с тем, что весной проголодавшиеся жуки активно питаются,

в организме накапливаются резервные вещества и насекомые готовятся к размножению.

Изучение изменений интенсивности дыхания бахчевой коровки было проведено в стадии имагинальной жизни, на которой проводились также измерения остальных показателей с целью выявления роли и характера газообмена в разные периоды имагинальной жизни жука (рисунок 5).

предзимнее питание 2017 г., зимовка 2018 г., питающиеся жуки после выхода из зимовки

Рисунок 5. Интенсивность дыхания бахчевой коровки на разных этапах имагинальной жизни

Как видно из приведенных данных, интенсивность потребления кислорода у бахчевой коровки в период предзимнего питания достаточно высока. Средний объем поглощенного кислорода в это время составил $980 \text{ мм}^3 \text{ г/час}$ у самок и 1126 мм^3 у самцов. Но уже через 15–20 дней после ухода жуков на зимовку интенсивность их дыхания понижается почти в два раза. В ноябре уровень поглощения кислорода у самок составляет $456 \text{ мм}^3 \text{ г/час}$, а у самцов – 428 мм^3 . Минимальный объем поглощаемого жуками кислорода наблюдается на протяжении всего периода зимовки и составляет в среднем $18\text{--}254 \text{ мм}^3 \text{ г/час}$ у самок, $170\text{--}204 \text{ мм}^3$ – у самцов.

Судя по изменению интенсивности газообмена, состояние глубокого физиологического торможения обмена веществ у бахчевой коровки продолжается с декабря до марта следующего года. В этот период жуки находятся в состоянии глубокого покоя и, вероятно, наиболее устойчивы к низким температурам среды. С переходом зимующих жуков к активной жизни (апрель) уровень дыхательного метаболизма их значительно возрастает.

Обсуждение результатов

Проведенные нами исследования физиологических особенностей зимнего покоя бахчевой коровки, связанные с изучением обмена воды и резервных веществ, за счет которых поддерживается жизнь организма в длительный период покоя, их динамики накопления и расходования, а также выявления особенностей газообмена, позволяет сделать некоторые обобщения.

Изменения метаболизма, в результате которых наступает зимний покой, у бахчевой коровки появляются задолго до того, как жуки, прекратив питание, уходят на зимовку. Накопление резервных веществ начинается с первых дней питания молодых жуков летнего поколения и к моменту проявления реакции отрицательного фототропизма, знаменующего переход насекомого в состояние покоя, достигает больших величин. В этой связи индивидуальный вес жуков значительно увеличивается, хотя относительное содержание воды в их теле по мере прохождения стадии предзимнего питания и освобождения кишечника заметно снижается.

С уходом жуков на зимний покой содержание воды в их теле значительно уменьшается. Это, в свою очередь, приводит к уменьшению интенсивности обмена веществ. Определение интенсивности потребления кислорода у бахчевой коровки показало, что через 30 дней предзимнего питания уровень поглощения кислорода упал более чем в два раза. Этот факт подтверждает сокращение общего уровня обмена веществ в организме жуков. Резервные вещества (жиры) в зимний период расходуются весьма экономно, и поэтому количество их за зиму уменьшается незначительно.

Известно, что у насекомых отмечены две основных стратегии зимовки. Они переживают зимнее время года либо благодаря тому, что в состоянии вынести замораживание, либо благодаря тому, что

избегают его. В обоих случаях устойчивость к воздействию низких температур обеспечивается целым набором органических веществ, синтез и накопление которых запускается и регулируется определенными сигнальными факторами окружающей среды. У видов, избегающих замораживания, к таким веществам относятся белки – антифризы, многоатомные спирты и сахар. Синтез белков-антифризов начинается после наступления определенного фотопериода. Например, наиболее низкая температура, при которой выживают толерантные к замораживанию жуки *Pythodepressus*, является функцией концентрации глицерина в гемолимфе перед ее замерзанием. Наиболее низкая температура у жуков без глицерина в гемолимфе была $7,5^\circ\text{C}$, а у жуков, содержащих в гемолимфе 1500 мл глицерина, – 27°C (Zachariassen Karl, 1977). Ряд авторов отмечали, что у разных видов насекомых чем суровее температурные условия зимовки, тем выше содержание глицерина в организме насекомых и тем ниже их точка переохлаждения (Дудаш, 1980, 1984; Хансен, Вийк, 1984; Baust, Rojas, 1985 и др.).

У холодостойких насекомых глицерин увеличивает способность к переохлаждению, предотвращает замерзание жидкостей тканей и тем самым позволяет насекомым лучше переносить суровый зимний период. Не исключено, что у бахчевой коровки механизм устойчивости к низким температурам аналогичный.

Судя по интенсивности потребления кислорода и понижению содержания воды, наиболее глубокое состояние торможения обмена веществ продолжается у бахчевой коровки до середины марта. Далее воды в теле жука постепенно становится больше, и начинает повышаться интенсивность газообмена.

После выхода жуков из зимовки восстанавливается водный баланс, повышается интенсивность газообмена и тканевого обмена до пределов, характерных для периода активной жизнедеятельности. Весеннее тепло и обилие пищи сокращает восстановительный период, и, наоборот, холод его тормозит и удлиняет.

Выводы

Результаты проведенных исследований позволяют сделать следующие выводы.

1. Уход бахчевой коровки на зимовку характеризуется прекращением активного питания, освобождением кишечника от остатков пищи, уменьшением содержания воды в теле и накоплением жировых веществ в организме жуков.

2. Содержание воды в период зимовки почти не изменяется у перезимовавших жуков, т.е. в период активного питания содержание воды в организме жуков повышается за счет пищи.

3. В период зимовки бахчевой коровки жировые резервы постепенно расходуются, а наиболее интенсивный расход жира наблюдается после зимовки, в период активной локомоторной деятельности.

4. Максимальный вес жуков обоих полов достигается в период предзимнего питания. С уходом жуков на зимовку вес тела заметно снижается и на протяжении весны, т.е. до начала восстановительного периода, вес жуков остается почти постоянным. После выхода жуков из зимовки, в период активного

питания сырой вес жуков несколько возрастает. Сходна динамика среднего сухого веса в зимний и восстановительный период.

5. Интенсивность потребления кислорода в период предзимнего питания достаточна высока. С уходом жуков на зимовку интенсивность дыхания понижается

почти в два раза. В период зимовки потребление кислорода жуками наблюдается на минимальном уровне. Период зимовки бахчевой коровки характеризуется уменьшением активности газообмена и торможением всего тканевого обмена.

Список литературы:

1. Денисова С.И. Физиология насекомых (покровы, питание, выделение, дыхание) : курс лекций: в 2 ч. – Витебск : ВГУ имени П.М. Машерова, 2014. – Ч. 1. – 56 с.
2. Дудаш А.В. Динамика резервных питательных веществ в жировом теле колорадского жука (*L. decemlineata* Say) // Зоол. журн. – 1980. – Т. 59. – № 1. – С. 55–62.
3. Дудаш А.В. Содержание редуцирующих веществ и глицерина в жировом теле колорадского жука (*L. decemlineata* Say) в разные периоды постэмбриональной жизни // Журн. эволюц. биохимии и физиологии. – М., 1984. – Вып. 20. – № 2. – С. 140–144.
4. Кожанчиков И.В. Расход энергии при развитии куколок *Agrotis* и *Ephestia* как функции температуры // Тр. Зоол. инс-та. АН СССР. – 1936. – Т. IV. – С. 313–338.
5. Кузнецов Н.Я. Основы физиологии насекомых. – М. : Изд-во АН СССР, 1953. – Т. 2. – 379 с.
6. Ларченко К.И. Цикл развития жирового тела лугового мотылька и озимой совки и его связь с созреванием и плодовитостью // Энтомол. обзор. – 1937. – Т. 27. – Вып. II. – С. 29–75.
7. Романенко В.Н. Основы сравнительной физиологии беспозвоночных : учеб. пособие. – Томск : Томский государственный университет, 2013. – 224 с.
8. Стация и условия зимовки бахчевой коровки – *Epilachna chrysomelina* (Coleoptera, Coccinellidae) в условиях Кашкардарьинской области / Т. Тилозов [и др.] // Символ науки. – 2018. – № 3. – С. 18–20.
9. Стрелкова Е.В. Вредители и болезни сельскохозяйственных культур. Вредители сельскохозяйственных культур : учебно-методическое пособие / Е.В. Стрелкова, С.Н. Козлов. – Горки : БГСХА, 2017. – 308 с.
10. Ушатинская Р.С. Влияние экологических условий зимовки на тканевый метаболизм колорадского жука (*L. decemlineata* Say) // Экол. и физиол. Диапаузы колорадского жука. – М. : Наука, 1966. – С. 5–22.
11. Ушатинская Р.С. Колорадский картофельный жук. – М. : Наука, 1984. – С. 202–225.
12. Ушатинская Р.С. Направление некоторых физиологических процессов в теле насекомых в подготовительный к зимовке период // Изв. АН СССР. Сер. биол. – 1952. – № 1. – С. 101–114.
13. Ушатинская Р.С. Основы холодостойкости насекомых. – М., 1957. – 313 с.
14. Хансен Т.Э., Вийк М.О. Содержание свободных аминокислот в зимующих насекомых // Зоол. журн. – 1984. – Вып. 63. – № 11. – С. 1634–1640.
15. Чернышев В.Б. Экология насекомых. – 1996. – 297 с.
16. Шагов Е.М. Экологические и физиологические особенности индивидуального развития *Perillus bioculatus* Fabr – хищника колорадского жука: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.09. – М. : ИЭМЭЖ АН СССР, 1967. – С. 1–24.
17. Anderson J.M. E. Seasonal field analyses, of fat content, live weight, dryweight and water content of the aphidophagous *Scymnodes lividigaster* (Mulsant) and mucophagous *Leptea galbula* (mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) // Austral. J. Zool. – 1981. – Vol. 29. – № 5. – P. 679–689.
18. Baust J.G., Rojas R.R. Review insect cold hardiness facts and fancy // J. Insekt. Physiol. – 1985. – Vol. 31. – № 10. – P. 755–759.
19. Cudare Z.P. Fat body change in potato beetles ontogenesis // Изв. АН Латв. ССР. – 1968. – Т. 9 (254). – С. 64–67.
20. Zachariassen K.E. Ecophysiological studies on beetles from arid regions in East. Africa // Norw. J. Entomol. – 1977. – Vol. 24. – № 2. – P. 167–170.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ

DOI: 10.32743/UniChem.2021.80.2.17-20

БИОЛОГИЧЕСКИЕ АКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ФРАКЦИЙ ЭКСТРАКТА РАСТЕНИЯ
*ASTRAGALUS PTEROCEPHALUS***Закирова Рано Пулатовна**

канд. биол. наук, ст. науч. сотр. отдела органического синтеза и защиты растений,
Институт химии растительных веществ им. акад. С.Ю. Юнусова АН РУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: ranozakirova@mail.ru

Агзамова Манзура Адхамовна

канд. хим. наук, ст. науч. сотр. лаборатории химии гликозидов,
Институт химии растительных веществ им. акад. С.Ю. Юнусова АН РУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: agzamova_manzura@mail.ru

Матекеева Азиза Полат кызы

магистрант химического факультета,
Национальный университета Узбекистана,
Республика Узбекистан, г. Ташкент, Вузгородок НУУЗ
E-mail: aziza_chemico@mail.ru

BIOLOGICAL ACTIVITIES OF VARIOUS FRACTIONS
OF *ASTRAGALUS PTEROCEPHALUS* PLANT EXTRACT**Rano P. Zakirova**

Senior Researcher of the Organic Synthesis Department,
Institute of Chemistry of Plant Substances named after Academician S.Yu. Yunusof
Academy of Sciences of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Manzura Ad. Agzamova

Senior researcher of the chemistry glycosides laboratory,
Institute of Chemistry of Plant Substances named after Academician S.Yu. Yunusof
Academy of Sciences of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Aziza Polat Kizi Matekeeva

Magistrate of the Chemistry Department,
the National University of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent, Vuzgorodok NUU

Работа выполнена при финансовой поддержке Государственного фонда фундаментальных исследований Республики Узбекистан (грант ВА-ФА-Ф7-009).

АННОТАЦИЯ

Растения рода *Astragalus* семейства *Fabaceae* представляют большой интерес как источники различных биологически активных веществ. Исследование продуктов вторичного обмена растений имеет важное значение, с позиций понимания их функций, а также получения биологически активных соединений из растений.

Целью настоящей работы было изучение рострегулирующей и фунгицидной активностей различных фракций экстракта растения *Astragalus pterocephalus* Bunge. Установлена высокая ростстимулирующая активность бутанольной суммы экстрактивных веществ, которая содержит в своем составе тритерпеновые гликозиды. Выявлено, что слабым фунгицидным действием обладает экстракт растения содержащий сахарную фракцию.

ABSTRACT

Plants of the genus *Astragalus* of the *Fabaceae* family are of great interest as sources of various biologically active substances. The study of secondary metabolites is essential from the standpoint of understanding their functions, as well as obtaining biologically active compounds from plants.

The main purpose of this dissertation was to study the growth-regulating and fungicidal activity of various fractions of the extract of the plant *Astragalus pterocephalus* Bunge. A high growth-stimulating activity of the butanol sum of extractive substances, which contains triterpene glycosides in its composition, has been established. It was revealed that the plant extract containing sugar fraction has a weak fungicidal effect.

Ключевые слова: *Astragalus pterocephalus*, хлороформная и бутанольная фракции, метанольный экстракт, сахарная фракция, ростстимулирующая и фунгицидная активность.

Keywords: *Astragalus Pterocephalus*, chloroform and butanol fractions, methanol extract, sugar fraction, growth-stimulating and fungicidal activity.

Введение. Растения рода *Astragalus* семейства Fabaceae представляют большой интерес как источники различных биологически активных веществ. На основе некоторых видов растений *Astragalus* разработаны препараты, которые применяются в научной медицине [1, 2]. В Институте химии растительных веществ АН Узбекистана, в лаборатории химии гликозидов в растениях этого рода впервые были обнаружены циклоартановые гликозиды [3]. Установлено, что циклоартановые генины и их гликозиды, синтезируемые растениями этого рода обладают гипохолестеринемической, гипотензивной, кардиотонической активностями. Они ингибируют процессы окисления липидов, а также показывают седативную и противовоспалительную активности [4-6].

Вид *Astragalus pterocephalus* Bunge представляет большой интерес как источник различных биологически активных веществ. *A. pterocephalus* является источником гликозидов циклоартанового ряда. В растении обнаружены Циклосиверсиозиды А, С, Е и F [7-9]. Этот вид растения распространен по всей территории Республики Узбекистан, растет на щебнистых, каменистых и мелкоземистых склонах гор на высоте 1500-3000 м [10].

Известно, что вторичные метаболиты выполняют многообразные экологические функции в онтогенезе растений [11]. Исследование продуктов вторичного обмена растений имеет важное значение с позиций понимания их функций, а также получения биологически активных соединений из растений [12, 13].

Целью настоящей работы было изучение рострегулирующей и фунгицидной активностей различных фракций экстракта растения *A. pterocephalus*.

Методика исследования

Воздушно-сухую надземную часть тщательно экстрагировали метанолом при комнатной температуре. После упаривания растворителя сумму экстрактивных веществ (III) разбавляли равным объемом воды и последовательно экстрагировали хлороформом, затем н-бутанолом. При хроматографировании на ТСХ в различных системах растворителей обнаружили пятна, соответствующие стероидным и

тритерпеновым гликозидам. Применяли следующие смеси растворителей: 1) хлороформ – метанол (20:1); 2) хлороформ-метанол-вода (70-12-1); 3) (70:23:4).

Далее полученные вытяжки хлороформной и бутанольной фракций отгоняли на ротаторном испарителе досуха. Получили сухой остаток, содержащий: 1) хлорофилл и стероидные соединения (фракция I) и 2) сухой остаток суммы тритерпеновых гликозидов (фракция II). Вещества на ТСХ обнаруживали опрыскиванием 20%-ным этанольным раствором фосфорновольфрамовой кислоты с последующим нагреванием при температуре 100-110° в течение 5-7 мин.

С целью выявления рострегулирующей активности полученных остатков суммы экстрактивных веществ (I и II фракций и (III)), семена огурцов замачивали в 0,001 и 0,0001% концентрациях исследуемых веществ в течение 6 часов. Контролем служили семена, замоченные в воде; в качестве эталона использовали препарат Учкун в 0,0001% концентрации [14]. Затем семена раскладывали в чашки Петри по 10 шт., вносили по 5 мл водопроводной воды и культивировали в течение 5 суток в термостате при температуре 25°С. Активность оценивали по линейному росту надземных и подземных органов проростков [15].

Метод определения фунгицидной активности экстрактов

Для работы была использована культура гриба *Fusarium oxysporum* Schrf. *Vasinfestum* Bilai, которая является основным патогеном, поражающий посевы хлопчатника. Биотесты по определению фунгицидной активности экстрактов проводили в лабораторных условиях методом Красильникова [16]. Посев фитопатогена проводили на поверхность глюкозо-картофельной питательной среды, после чего бумажные диски, смоченные исследуемыми экстрактами помещали на ее поверхность. Замеры зоны задержки роста проводили на 3 и 10 сутки культивирования. Об активности экстрактов судили по величине зоны отсутствия роста фитопатогена.

Результаты исследования их обсуждения

В результате проведенных работ было выявлено, что максимальную ростстимулирующую активность проявила бутанольная сумма экстрактивных веществ (фракция II). При воздействии на семена огурцов 0,01% концентрацией длина корней превышала контрольный вариант на 45,5%, стеблей на 45,2%, при обработке 0,001% дозой их длина была выше контроля на 36,3 % и 25,3%, соответственно (таблица 1). Ниже активность была у метанольного суммарного экстракта, который в большей степени

стимулировал рост стеблей проростков. При обработке семян исследуемыми концентрациями длина стеблей превышала контроль, соответственно на 25,8 и 39,8%. доза 0,01% незначительно ингибировала рост корней, длина была ниже контроля на 20,7%, 0,001% доза стимулировала их рост на 10,4% выше контроля. Самая низкая активность в отношении роста стеблей была у хлороформной суммы экстрактивных веществ, при воздействии исследуемыми концентрациями их длина превышала контрольный вариант, соответственно на 14,6 и 16,9%, длина корней была практически на уровне контроля.

Таблица 1.

Влияние замачивания семян огурцов экстрактом и фракциями растения *A. pteroccephalus* на рост проростков

Вещество	Концентрация, %	Корни		Стебли	
		см	%	см	%
Контроль (без обработки)		3.47	100%	1.34	100%
Эталон (Учкун)	0.0001	4.36	125.65	1.81	135,1
Хлороформная сумма экстрактивных веществ (фракция I)	0.01	4.4	126.8	1.53	114.5
	0.001	4.18	120.46	1.56	116,9
Метанольный экстракт (III)	0,01	2.82	81.27	1,68	125.8
	0,001	3.83	110.4	1,87	139.8
Бутанольная сумма экстрактивных веществ (фракция II)	0.01	5.12	147.55	1,94	145.2
	0.001	4.73	136.3	1,67	125.3

На фунгицидную активность были исследованы хлороформная сумма экстрактивных веществ (фракция I), бутанольная сумма экстрактивных веществ (фракция II), экстракт корней и экстракт содержащий сахарную фракцию. Опыты показали, что слабой антимикробной активностью обладала хлороформная сумма экстрактивных веществ (фракция I),

зона отсутствия роста на 3 сутки составляла 0,1 см, но на 7 сутки полностью заросла (таблица 2). Более активным оказался экстракт с сахарной фракцией, на исследуемые периоды учета зона отсутствия роста составляла, соответственно, 0,5 см и 0,4 см.

Таблица 2.

Фунгицидная активность экстрактов растения *A. pteroccephalus* в отношении микроскопического гриба *Fusarium oxysporum* (см)

№	Экстракты	Зона отсутствия роста, см	
		3 сутки	7 сутки
1	Хлороформная сумма экстрактивных веществ (фракция I)	0,1	0
2	Бутанольная сумма экстрактивных веществ (фракция II)	0	0
3	Экстракт корней	0	0
4	Сахарная фракция	0,5	0,4

Выводы. Таким образом, установлена высокая ростстимулирующая активность для бутанольной суммы экстрактивных веществ, которая содержит

в своем составе тритерпеновые гликозиды. Выявлено, что экстракт растения содержащий сахарную фракцию обладает невысокой фунгицидной активностью.

Список литературы:

1. 3-й Международный конгресс «Здоровье и лекарство». – Тбилиси-Цхалтубо, Грузия. – 2006. –25-28 сентябрь.
2. Пат. Японии 57, 165, 400. Saponins from Astragali root. С.А. 1983, v. 98, 95652z.
3. Свечникова А.Н., Умарова Р.У., М.Б. Горовиц, Н.Д. Абдуллаев, Н.К. Абубакиров. Triterpene glycosides of *Astragalus* and their genins. V. Structure of cyclosieversioside F // Chem. Nat. Compnd. –1982. –1 8(2). – С. 190-192.
4. Хушбакова З.А., Агзамова М.А., Сыров В.Н., Мирсалихова Н.М., Умарова Ф.Т., Исаев М.И. Влияние циклоартанов растений рода *Astragalus* и их синтетических аналогов на сократительную функцию миокарда и активность Na, К-АТФазы // Chem. Nat. Compnd. Springer. USA. – 1994. – 30(4). – С. 469-473.

5. Царук А.В., Хушбакова З.А., Сыров В.Н., Агзамова М.А., Касимова Г.М. Фармакокоррекция нарушений липидного обмена у кроликов с атеросклерозом циклоартановым гликозидом – циклосиверсиозидом F // Фармацевтический журнал. Ташкент. – 2008. – (1). – С. 72-76.
6. Царук А.В., Искендеров Д.А., Хушбакова З.А., Агзамова М.А., Сыров В.Н., Исаев М.И. Выделение и изучение циклоартановых гликозидов циклоорбикозида G и циклосиверсиозида A на метаболические процессы в миокарде крыс // Химико-фармацевтический журнал. – 2010. – М. – 44(1). – С. 12-15.
7. Агзамова М.А., Исаев И.М. Компоненты растения *Astragalus pterocephalus* // Chem. Nat. Compd. Springer, USA. –2016. –52(3). – С. 501-502.
8. Агзамова М.А., Исаев М.И., Горовиц М.Б., Абубакиров Н.К. Тритерпеновые гликозиды *Astragalus* и их генины. XIX. Циклоартановые соединения и стеринны из растений *Astragalus pamirensis* и *A. pterocephalus* // Chem. Nat. Compd. Springer, USA. –1986. –22(1). – Р. 115-116.
9. Агзамова М.А., Исаев И.М. Компоненты растения *Astragalus pterocephalus* // Chem. Nat. Compd. Springer, USA. – 2016. – 52(3). – Р. 501-502.
10. Коровин Е.П., Введенский А.Н. Флора Узбекской ССР. III. Ташкент. – АН Уз ССР. 1955. – С. 684.
11. Лукнер М. Вторичный метаболизм у микроорганизмов, растений и животных. – М.: Мир. 1979. – С. 237.
12. Закирова Р.П., М.А. Агзамова. Ростостимулирующая активность гликозида из растения *Astragalus kuhitangi* // Аграрные проблемы Горного Алтая и сопредельных регионов. – 2020. – С.40-44.
13. Закирова Р.П., Исаев И.М., Агзамова М.А. Исследования ростстимулирующих свойств циклоартанового гликозида растения *Astragalus kuhitangi* // XI всероссийская научная конференция с международным участием, и школа молодых ученых: Химия и технология растительных веществ. – Сыктывкар, 27–31 мая. – 2019. – С. 94.
14. Khidirova N.K., Mamatkulova N.M., Kurbanova E.P., Ismailova K., Zakirova R.P., Khodjanizayov Kh.U. Influence of an Uchkun preparation to some agricultural crops, which are grown under unfavorable conditions // International Journal Environmental & Agriculture Research. – 2016. – v.2, –N1. –P.102-108.
15. Ракитин Ю.В., Рудник В.Е. Первичная биологическая оценка химических соединений в качестве регуляторов роста растений и гербицидов. Методы определения регуляторов роста и гербицидов. –М.: Наука. 1968. – С. 182-197.
16. Н.А. Красильников. Методы изучения почвенных микроорганизмов и их метаболитов. – МГУ. 1966. – С. 216.

ФИЗИОЛОГИЯ

DOI: 10.32743/UniChem.2021.80.2.21-25

ВЛИЯНИЕ СУБКЛИНИЧЕСКОГО И КЛИНИЧЕСКИ ВЫРАЖЕННОГО МАСТИТА, ПЕРЕНЕСЕННОГО В ПЕРИОД БЕРЕМЕННОСТИ, НА ПРОЯВЛЕНИЕ РОДОВЫХ И ПОСЛЕРОДОВЫХ ПАТОЛОГИЙ У ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ*Камышанов Александр Сергеевич**канд. ветеринарных наук,
научный сотрудник ООО «БИОС»**129337, РФ, г. Москва**E-mail: bio-kamyshan@mail.ru***INFLUENCE OF SUBCLINICAL AND CLINICALLY APPARENT MASTITIS SUFFERED DURING PREGNANCY ON THE MANIFESTATION OF GENERIC AND POSTPARTUM PATHOLOGIES IN HIGH-PRODUCING COWS***Aleksandr Kamyshanov**Candidate of Veterinary Sciences,
Research Scientist of LLC "BIOS"
Russia, Moscow***АННОТАЦИЯ**

В статье представлены исследования родовых и послеродовых патологий, нарушений воспроизводства у коров, переболевших ранее субклинической и клинической формами мастита. Объектом были выбраны коровы голштинизированной симментальской породы, принадлежащие племязаводу «Дружба» в Воронежской области. Определяли наличие субклинического и клинически выраженного мастита у коров в период стельности, в дальнейшем, формируя подгруппы по срокам, на которых было перенесено заболевание. Контролем были клинически здоровые в стельный период животные. Определено влияние формы перенесенного мастита на дальнейшее возникновение патологий репродуктивной системы, число дней бесплодия, индекс осеменения. Так при субклиническом течении мастита субинволюция матки, эндометрит, задержание последа встречаются в 1,9 – 2,3 раза чаще, чем у не болевших животных, а при клинически выраженном мастите заболевания выявляются на 27,5% чаще, чем при субклиническом. Субклинический и в большей степени клинически выраженный мастит, перенесенный в стельном периоде, увеличивает число дней, нужных на восстановление воспроизводительной функции, и индекс осеменения.

ABSTRACT

The article presents studies of generic and postpartum pathologies, reproductive disorders in cows that have previously had subclinical and clinical forms of mastitis. The object was cows of Holstein Simmental breed belonging to the stud farm "Druzhba" in the Voronezh Region. The presence of subclinical and clinically apparent mastitis in cows during pregnancy has been determined, later forming subgroups according to the terms at which the disease is transferred. The control group consists of clinically healthy animals during pregnancy.

The form influence of past mastitis on further appearance of abnormalities of the reproductive system, the number of days of infertility, insemination index is determined. Thus, in the subclinical course of mastitis, subinvolution of the uterus, endometritis, and retention of the afterbirth occur 1.9 – 2.3 times more often than in non-sick animals, and in clinically expressed mastitis, diseases are detected 27.5% more often than in subclinical ones. Subclinical and to a greater extent clinically pronounced mastitis, suffered in the pregnant period, increases the number of days necessary to restore reproductive function, and the insemination index.

Ключевые слова: коровы, мастит, задержка последа, субинволюция матки, эндометрит, бесплодие.**Keywords:** cows; mastitis; retention of placenta; subinvolution of uterus; endometritis; infertility.**Введение**

В наше время мастит стал проблемой номер один в сфере молочного скотоводства, его негативные по-

следствия наиболее заметны в стадах высокопродуктивных животных. Заболевание коров маститом существенно понижает молочную продуктивность,

качество белка, содержание молочного жира, ухудшает санитарные характеристики и показатели безопасности молока вплоть до непригодности к переработке [1].

Маститы характеризуются полиэтиологичностью, могут возникнуть в период лактации, запуска, сухостоя и после отела. Воспалительный процесс в молочной железе провоцируется немикробными механическими (царапины, раны, ушибы вымени, микротравмы из-за неправильного процесса машинного доения), физическими (слишком высокие или низкие температуры, повышенная влажность в коровнике) и химическими (раздражающие и токсические вещества) факторами и микробиологическими факторами, которые могут сами провоцировать заболевание или отягощать его течение. При многократном или продолжительном воздействии раздражающих факторов появляется асептическое воспаление, открываются ворота для проникновения инфекционных агентов, возникает септический мастит [2, 3].

Мастит проявляется чаще всего в виде ассоциативной инфекции. В воспалительном процессе участвует патогенная и условно-патогенная микрофлора. В секрете пораженных долей вымени в большинстве случаев обнаруживаются бактерии родов *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Enterococcus* кишечная палочка *E. coli*, протей, встречаются грибки рода *Candida* [4, 2]. Схожий состав микрофлоры выделяют при бактериологических исследованиях маточных истечений животных, больных эндометритом [5, 6].

Заболевание в дойном стаде регистрируется примерно у 30% животных с вариацией в пределах 7,8% – 32,7%. Чаще животные заболевают при круглогодичном стойловом содержании, реже – при стойлово-пастбищном [4]. Есть данные по Ульяновской области, где мастит разной формы выявлялся в разные годы у 26,17 – 61,02% поголовья трех исследуемых хозяйств, субклинический мастит составлял 55,32 – 83,75% всех случаев болезни [7]. Доля субклинического (скрытая форма) мастита выше по сравнению с клинически выраженным, например, в одном из исследований на территории Омской области скрытым маститом болели от 11,9 до 17,5% коров, выраженным – от 5,0 до 7,14% [4].

Развитие субклинического мастита не оказывает существенного влияния на макроскопическую структуру молочной железы, однако, на микроскопическом уровне обнаруживается обильный выпот в альвеолы серозно-катарального экссудата. В воспалительно-клеточном инфильтрате обнаруживают большие количества лимфоцитов и лейкоцитов [2]. При клинически выраженном мастите процесс захватывает одну или несколько четвертей вымени, их секрет вязкий желтоватого или кремового оттенка, консистенция становится слизистой, есть примеси гноя и хлопьев. Патоморфологические изменения характеризуются обширной нейтрофильной инфильтрацией, диффузной и очаговой плазмноклеточной реакцией. В протоках железы образуются крупные скопления лейкоцитов, наблюдаются дольки, полностью лишённые секреторного эпителия. Увеличивается порозность сосудов и нарушается кровообращение.

Регенерация железистой ткани в случае обширного воспаления бывает неполной, происходят атрофические процессы, прорастание просвета альвеол. Атрофия долей вымени после неуспешного лечения становится причиной выбраковки стада [10, 11].

Молочная железа тесно связана с органами репродуктивной системы посредством нейрогуморальной регуляции и сосудистого русла лимфатической и кровеносной систем. С учетом высокой функциональной активности молочной железы у высокопродуктивных животных возникает необходимость тщательного изучения патогенеза мастита и его влияния на функции организма и репродуктивной системы. Весомой проблемой продуктивного скотоводства являются сбои воспроизводительной функции коров, которые чаще всего проявляются длительными инволюционными процессами после родов, возникновением родовой и послеродовой патологий, дисфункцией яичников. Наиболее часто регистрируют задержание последа, субинволюцию матки и метриты. Предшествующее напряжение защитных систем организма в ходе заболевания маститом в сочетании с несоблюдением санитарных правил при отеле, нарушении асептики и антисептики в боксах, плохих кормах и климатом в помещении, где содержатся животные благоприятствует развитию острого послеродового эндометрита – заболевания со схожими с маститом этиологическими факторами. Есть сведения о связи недавно перенесенного мастита с нарушениями полового цикла (анэстральные, ановуляторные), различными проявлениями бесплодия, нарушением тонуса матки [12, 13, 14, 15].

Целью исследования было выявить связь развития патологий репродуктивной системы с ранее перенесенным маститом в клинической и субклинической формах, а также проследить влияние срока беременности, когда животным был перенесен мастит.

Материалы и методы

Исследования проходили на территории племенного завода «Дружба», расположенного в Павловском районе Воронежской области, объектом служили высокопродуктивные коровы голштинизированной симментальской породы.

Исследование производилось в 2 группах: коровы с субклиническим течением мастита (с разделением в зависимости от срока беременности, на котором развилось заболевание), коровы с клинически выраженным течением мастита (аналогичное разделение). Контролем служили животные со здоровой в течение стельного периода молочной железой.

Субклиническую форму мастита выявляли с помощью пластинки молочно-контрольной ПМК-2 и быстрого маститного теста. Клинически выраженную форму мастита определяли при осмотре животного по состоянию молочной железы и характерным изменениям в секрете из пораженных долей вымени.

У отелившихся учитывали случаи возникновения родовой (задержание последа) и послеродовой (субинволюция матки и эндометрит) патологий, далее выявляли заболеваемость маститом в послеродовом

периоде. Спустя 2 месяца после осеменения определяли наличие стельности, учитывали количество дней бесплодия и индекс осеменения.

Обработку результатов проводили с использованием прикладной статистической программы Statistica версии 8.0. Достоверность различий между показателями оценивали путем парных сравнений, используя t-критерий Стьюдента при уровне значимости $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Анализ собранных данных позволяет сделать вывод, что перенесенный коровами в предшествующий отелу период лактации субклинический мастит приводит к увеличению числа случаев родовых и послеродовых патологий (табл. 1).

Таблица 1.

Родовые и послеродовые патологии у коров, перенесших субклинический мастит в предшествующий период беременности

Время заболевания	Кол-во коров	Задержание последа		Субинволюция матки и эндометрит	
		Кол-во	%	Кол-во	%
Клинически здоровые	30	3	10,0	6	20,0
Переболевшие субклиническим маститом					
На 1-2 месяце беременности	39	6	15,4	18	46,2
На 3-5 месяце беременности	30	6	20,0	15	50,0
На 6-7 месяце беременности	12	2	16,7	6	50,0

Нами замечена тенденция возрастания случаев патологических состояний органов репродуктивной системы коров, подвергавшихся заболеванию в 3-5 месяцы стельности, когда происходит формирование фетоплацентарного комплекса, а также переболевших в более поздние сроки. Задержание последа чаще всего происходило при субклиническом мастите, развивавшемся в 3-5 месяцы беременности, показатель был в 2 раза выше, чем у ранее здоровых

животных. Субинволюция матки и эндометрит в 2,5 раза чаще выявлялись при перенесении субклинического мастита в 3-5 и 6-7 месяцы стельности, патологическим процессам была подвержена половина таких коров.

Был осуществлен сбор статистики по количеству дней бесплодия и индексу осеменения у контрольных и переболевших животных, информация представлена в таблице 2.

Таблица 2.

Число дней бесплодия и индекс осеменения у коров, переболевших субклиническим маститом с учетом родовых и послеродовых патологий

Время заболевания	Без патологии			Задержание последа			Субинволюция матки и эндометрит		
	Кол-во коров	Дней бесплодия	ИО	Кол-во коров	Дней бесплодия	ИО	Кол-во коров	Дней бесплодия	ИО
Клинически здоровые	21	29,2±3,5	1,1	3	75,0±8,6	1,3	6	79,8±7,6	1,3
Переболевшие субклиническим маститом									
На 1-2 месяце беременности	15	27,2±3,0	1,5	6	88,8±9,5	1,5	18	57,2±5,7	1,6
На 3-5 месяце беременности	9	29,5±3,8	1,2	6	79,7±11,3	1,5	15	79,0±4,7	1,4
На 6-7 месяце беременности	4	34,3±3,1	1,3	3	145,0±21,2	3,5	6	95,8±5,9	1,8

Как видно, у коров, переболевших субклинической формой мастита до отела и при этом не имевших родовых патологий и послеродовых заболеваний, число дней бесплодия составляло 27,2±2,5 – 34,3±3,1. Существенной разницы с группой клинически здоровых животных не было (дней бесплодия 29,2±3,5). При обнаружении задержания последа,

субинволюции матки и эндометрита период бесплодия увеличивается в 2,1 – 4,2 раза. Наиболее продолжителен период бесплодия у переболевших маститом животных на 3-5 и 6-7 месяцах беременности.

Индекс осеменения у клинически здоровых животных отмечался в пределах 1,1 – 1,5, при задержании последа – в пределах 1,3 – 3,5, при субинволюции

матки и эндометрита – 1,2 – 1,8. Рост сроков бесплодия у коров, которые составляли группу клинически здоровых животных может объясняться негативным влиянием развивавшегося воспалительного процесса в молочной железе (отмечен у 53,3% коров) на инволюционные процессы в матке и функциональную деятельность половых желез.

Стоит отметить наличие взаимосвязи количества заболевших родовыми и послеродовыми болезнями

коров от сроков беременности, на которых был перенесен субклинический мастит.

Также были собраны и рассмотрены результаты клинических наблюдений за ходом отела и дальнейшим течением послеродового периода у животных, перенесших клинически выраженную форму мастита в дородовой период (табл. 3).

Таблица 3.

Родовые и послеродовые патологии у коров, перенесших клинически выраженный мастит в предшествующий период беременности

Время заболевания	Кол-во коров	Задержание последа		Субинволюция матки и эндометрит	
		Кол-во	%	Кол-во	%
На 1-2 месяце беременности	6	2	33,3	2	33,3
На 3-5 месяце беременности	12	5	41,7	7	58,3
На 6-7 месяце беременности	9	6	66,7	3	43,3

При перенесении клинически выраженного мастита в период лактации у высокопродуктивных животных чаще обнаруживаются родовые и послеродовые патологические процессы. В группах, переболевших клинически выраженной формой мастита

задержание последа регистрировалось в 33,3 – 66,7% случаев, а субинволюция матки и эндометрит – в 33,3 – 58,3%.

Таблица 4.

Число дней бесплодия и индекс осеменения у коров, переболевших клинически выраженным маститом с учетом родовых и послеродовых патологий

Время заболевания	Без патологии			Задержание последа			Субинволюция матки и эндометрит		
	Кол-во коров	Дней бесплодия	ИО	Кол-во коров	Дней бесплодия	ИО	Кол-во коров	Дней бесплодия	ИО
На 1-2 месяце беременности	2	45,5±	1,0	2	112±	1,5	2	99,8±	1,8
На 3-5 месяце беременности	-	-	-	5	150±15,2	3,8	7	141,5±12,4	2,5
На 6-7 месяце беременности	-	-	-	6	153,2±15,2	3,3	3	118,2±12,3	2,2

Как видно в таблице 4, перенесенный в период беременности клинический мастит существенно отразился на продолжительности периода бесплодия, который возрастал прямопропорционально сроку, на котором было перенесено заболевание. Мы видим, что у болевших на 1-2 месяцах беременности коров и имевших потом родовые и послеродовые патологии число дней бесплодия составило 99,8± – 112,0±, а при воспалительном процессе в более поздние сроки – 118±12,3 – 153,2±15,2 дня.

Схожая тенденция отмечается при изучении данных по индексу осеменения. У животных, переболевших выраженным маститом, индекс осеменения составил при перенесенном заболевании на 1-2 месяцах беременности – 1,5 – 1,8, если мастит приходился на более поздние сроки стельности – 2,2 – 3,8.

Сравнивая собранные результаты с аналогичными данными по субклинической форме мастита, выявили, что при субклинической форме мастита в период стельности родовая и послеродовая патология обнаруживалась в 65,0% случаев, а при клинически

выраженной форме заболевания – уже в 92,5% случаев. Стоит уточнить, что при перенесении субклинической формы мастита отмечалось задержание последа у 17,3% животных, субинволюция матки и эндометрит – у 48,1%. Аналогично у животных с клинически выраженной формой мастита задержание последа было у 48,1%, субинволюция матки и эндометрит – 44,4%. При выраженном течении болезни задержание последа также происходило в 1,3 – 2,3 раза чаще, если воспаление молочной железы развивалось во второй половине беременности.

Выводы

В ходе исследования была установлена связь между заболеваемостью разными формами мастита в различные периоды стельности и патологиями половых органов.

Тяжесть течения воспалительного процесса в молочной железе высокопродуктивных лактирующих коров существенно повышает вероятность возникновения у животных патологий родов и репродуктивной системы: при субклиническом течении мастита

субинволюция матки, эндометрит, задержание последа встречаются в 1,9 – 2,3 раза чаще, чем у не болевших животных, а при клинически выраженном мастите заболевания выявляются на 27,5%, чем при

субклиническом. Субклинический и в большей степени клинически выраженный мастит, перенесенный в стельном периоде, увеличивает число дней, нужных на восстановление воспроизводительной функции, и индекс осеменения.

Список литературы

1. Любимов А.И., Бычкова В.А., Мануилова Ю.Г. Влияние мастита на молочную продуктивность коров и пригодность молока для переработки // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2013. – Т.8. – № 2 (28). – С. 130–134.
2. Климов Н.Т. Мониторинг мастита у коров и его этиологическая структура в разные периоды репродукции // Ветеринарная патология. 2008. – № 1 (24). – С. 42–45.
3. Сафонов В., Шишкина Е. Селемаг и гепатопротектор в профилактике послеродовых осложнений у коров // Молочное и мясное скотоводство. – 2011. – № 5. – С. 25–26.
4. Лучко И.Т. Распространение и этиология мастита у коров // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак Почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2011. – Т. 47. – № 2-2. – С. 80–82.
5. Ряпосова М.В., Шкуратова И.А., Кадочников Д.М., Тарасенко М.Н. Микробный пейзаж при маститах и эндометритах у коров в племенных организациях Уральского региона // Российский журнал проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2015. – № 3 (15). – С. 53–55.
6. Леонов К.В., Грушевский И.Ю., Кравченко Т.Ф., Грицин А.А. Бактериальная и вирусная этиология послеродовых патологий у коров в Ростовской области // Ветеринарная патология. – 2012. – № 3 (41). – С. 12–16.
7. Терентьева Н.Ю., Ермолаев В.А. Распространение мастита у коров в хозяйствах Ульяновской области // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 2 (30). – С. 141–147.
8. Долганов В.А., Епачинцева О.С., Карабанова Л.В. Этиология мастита у коров // Россия молодая: передовые технологии – в промышленность. – 2013. – № 3. – С. 27–09.
9. Василенко В.Н., Сулейманов С.М., Павленко О.Б., Миронова Л.П., Логвинов А.К. Морфофункциональная характеристика молочной железы у коров при субклиническом мастите // Ветеринарная патология. – 2014. – № 2 (48). – С. 14–20.
10. Масьянов Ю.Н., Шахов А.Г., Сулейманов С.М., Толкачев И.С. Иммуитет и морфологические изменения в молочной железе коров при мастите // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2009. – № 4. – С. 69–71.
11. Патент РФ №2228176/ 10.05.2004. Способ лечения мастита у коров // Патент на изобретение RU 2228176 С2, 10.05.2004. Заявка № 2002114397/14 от 31.05.2002. / Слободяник В.И., Зверев Е.В., Сафонов В.А.
12. Новикова Е.Н., Басова Н.Ю., Коба И.С., Скориков А.В., Новиков В.В. Распространение и этиология острых послеродовых эндометритов у коров в хозяйствах Краснодарского края // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. – 2020. – Т.9. – № 2. – С. 111–115.
13. Косовский Г.Ю., Панкратова А.В., Самохин А.С. Маститы как причина нарушений репродуктивной функции у коров // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2011. – № S4. – С. 63–65.
14. Нежданов А.Г., Шабунин С.В., Сафонов В.А., Маланыч Е.В. Системное решение проблемы сохранения репродуктивного потенциала молочного скота в условиях промышленных технологий его эксплуатации // В сборнике: Аграрная наука - сельскохозяйственному производству Сибири, Казахстана, Монголии, Беларуси и Болгарии. сборник научных докладов XX Международной научно-практической конференции. – Новосибирск, 2017. – С. 260–262.
15. Нежданов А.Г., Рецкий М.И., Сафонов В.А., Блинецова Г.Н. Гормональный и антиоксидантный статус бесплодных коров // Ветеринария. – 2012. – № 10. – С. 38–41.

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

DOI: 10.32743/UniChem.2021.80.2.26-31

ВОДА «ЖИВАЯ» И «МЕРТВАЯ». НОВЫЕ ФАКТЫ ОБ АНТИОКСИДАНТНЫХ И РЕЛАКСАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ ЭЛЕКТРОАКТИВИРОВАННОЙ ВОДЫ*Аронбаев Дмитрий Маркизович*

канд. хим. наук, доц. химического факультета
Самаркандского государственного университета,
профессор Российской академии естествознания,
Республика Узбекистан, г. Самарканд
E-mail: diron51@mail.ru

Аронбаев Сергей Дмитриевич

д-р хим. наук, профессор химического факультета
Самаркандского государственного университета,
академик Российской академии естествознания,
Республика Узбекистан, г. Самарканд

Раимкулова Чарос Ахматовна

ассистент кафедры химии
Самаркандского государственного медицинского института,
Республика Узбекистан, г. Самарканд

Исакова Дилноза Тошевна

ассистент кафедры химии
Самаркандского государственного медицинского института,
Республика Узбекистан, г. Самарканд

Шертаева Азиза Абдувалиевна

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

WATER "LIVING" AND "DEAD". NEW FACTS ABOUT ANTIOXIDANT AND RELAXATION CHARACTERISTICS OF ELECTROACTIVATED WATER*Dmitry M. Aronbaev*

Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Faculty of Chemistry,
Samarkand State University, Professor of the Russian Academy of Natural Sciences,
Uzbekistan, Samarkand

Sergey D. Aronbaev

Doctor of Chemical Sciences, Professor of the Faculty of Chemistry,
Samarkand State University, Academician of the Russian Academy
of Natural Sciences,
Uzbekistan, Samarkand

Charos A. Raimkulova*Assistant of the Department of Chemistry,
Samarkand State Medical Institute,
Uzbekistan, Samarkand***Dilnoza T. Isakova***Assistant of the Department of Chemistry,
Samarkand State Medical Institute,
Uzbekistan, Samarkand***Aziza A. Shertaeva***Master's student, Faculty of Chemistry,
Samarkand State University,
Uzbekistan, Samarkand*

АННОТАЦИЯ

Методом квадратно-волновой вольтамперометрии изучены аномальные свойства фракций электрохимически активированной воды, получаемых в диафрагменном электролизере. Установлены качественные и количественные характеристики исходных и подвергнутых безреагентной электрохимической активации образцов дистиллированной и питьевой воды. Показано, что католит, независимо от минерализации исходной воды обладает антиоксидантными свойствами, что проявляется в снижении предельного тока первой волны электровосстановления кислорода на платиновом катоде и смещении потенциала в сторону менее отрицательных значений, что практически не наблюдается при добавлении к фоновому раствору анолита. Изучены релаксационные характеристики образцов фракций электрохимически активированной воды. Установлено, что католит релаксирует значительно скорее анолита, и уже на 2-3 сутки практически теряет свои свойства. Так, если анолит с исходным pH 3,01 изменяет это значение менее, чем на 1 ед. pH в течение недели, то католит эти изменения претерпевает уже через 12-14 часов. Потенциометрическое титрование католита анолитом показывает меньшую буферную емкость католита по сравнению с анолитом, что также может свидетельствовать о том, что католит релаксирует более интенсивно, чем анолит.

ABSTRACT

The anomalous properties of fractions of electrochemically activated water obtained in a diaphragm electrolyzer were studied by the method of square-wave voltammetry. The qualitative and quantitative characteristics of the original and subjected to reagent-free electrochemical activation of distilled and drinking water samples have been established. It is shown that the catholyte, regardless of the mineralization of the initial water, has antioxidant properties, which is manifested in a decrease in the limiting current of the first wave of oxygen electroreduction at the platinum cathode and in the potential shift towards less negative values, which is practically not observed when anolyte is added to the background solution. The relaxation characteristics of samples of fractions of electrochemically activated water have been studied. It was found that the catholyte relaxes much more likely than the anolyte, and already for 2-3 days practically loses its properties. So, if anolyte with an initial pH of 3.01 changes this value by less than 1 pH unit during a week, then the catholyte undergoes these changes after 12-14 hours. Potentiometric titration of catholyte with anolyte shows a lower buffer capacity of catholyte compared to anolyte, which may also indicate that the catholyte relaxes more intensively than anolyte.

Ключевые слова: электрохимически активированная вода, католит, анолит, антиоксидантная активность, вольтамперометрическое определение, релаксационные характеристики.

Keywords: electrochemically activated water, catholyte, anolyte, antioxidant activity, voltammetric determination, relaxation characteristics.

Введение

С момента обнаружения В.М. Бахиром с сотрудниками аномальных, но удивительных свойств электрохимически активированной воды (ЭХА) прошло немало времени, однако природа этих явлений до конца не выяснена. Несмотря на это практическое использование этого феномена в различных областях науки, техники и быту позволило произвести переоценку концепции обеспечения экологической безопасности ряда технологических процессов, предусматривающих применение жидких сред, что послужило предпосылкой создания целого ряда инновационных технологий [1, 2].

Благоприятное влияние катодной фракции ЭХА-воды на живые организмы, в то время как анодная фракция подавляет микрофлору и угнетает функциональную активность отмечают также медики и физиологи [3,4]. С тех пор за фракциями ЭХА воды закрепилось в народе название, как вода “живая” – т. е., католит и “мертвая” – анолит.

В литературе, как в научной, так и популярной приводятся сведения об удивительных свойствах «живой» и «мертвой» воды [5-7]. Причем каждый раз с обнаружением еще одного из свойств воды вызывает ажиотаж, как в научной среде, так и среди населения. Однако, причина такого различного поведения фракций ЭХА-воды до сих пор не получило своего научного объяснения.

В самом деле, при изучении свойств «живой» и «мертвой» воды в качестве измеряемых параметров используют pH и окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) разных фракций ЭХА-воды [8-10]. Однако, как правило, эти параметры носят качественный характер. Оценка, особенно, биологического воздействия электроактивированной воды, вообще выражается баллами: «хорошо» и «плохо». При этом остаются малоизученными релаксационные и антиоксидантные свойства таких объектов. А ведь именно эти параметры могли бы стать, на наш взгляд, критерием оценки качества электроактивированной воды [11-14].

Настоящее исследование построено на выдвинутой гипотезе: качественные свойства электроактивированной воды являются выражением ее антиоксидантных свойств. В доступной литературе и Интернет нами не найдено ответа, который мог бы подтвердить или опровергнуть это предположение

Экспериментальная часть

ЭХА-воду получали в диафрагменном электролизере «Эсперо-1», с полезным объемом 1,5 л с графитовым анодом и катодом из нержавеющей стали. Соотношение видимой поверхности катода к аноду ~ 10:1. Электролитом служила дистиллированная вода, полученная в стеклянном дистилляторе и вода из водопроводной сети г. Самарканда с общей минерализацией $0,45 \pm 0,17$ г/дм³. Время электролиза контролировали с использованием электронного таймера.

Определяли pH, ОВП, плотность, вязкость и антиоксидантную активность растворов. Измерения pH проводили с использованием pH-датчика PH-01 (Реп-тип PH Meter). Окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) определяли с помощью ORP-tester 169B. Антиоксидантную активность образцов воды оценивали методом катодной вольтамперометрии по первой волне электровосстановления растворенного кислорода в 3-х электродной ячейке с платиновым рабочим электродом на фоне 0,05М фосфатного буфера с pH 6,86. В качестве вспомогательного и сравнительного электродов служили угольно-графитовый и хлоридсеребряный электроды, соответственно, подключенные к компьютеризированному универсальному полярографу ПУ-1 [15].

Также использовали кислородомер «TLENOMIERZ – N5221» (фирма MERAELWA, Польша) с электродом Кларка и кондуктометр N5721 той же фирмы.

Плотность исходной воды и ее электрохимических фракций определяли пикнометрическим методом. Динамическую вязкость – с использованием стеклянного вискозиметра ВПЖ-4 с диаметром капилляра 0,86 мм.

Результаты и их обсуждение

При электрохимической активации слабоминерализованной воды в диафрагменном электролизере получают две фракции: католит и анолит. Католит сразу же после приготовления представляет собой воду с оседающим хлопьевидным осадком. При этом, чем выше общая минерализация воды, тем больше осадка. Наиболее важным параметром воды, с точки зрения современной биологии и медицины, является величина ее отрицательного ОВП [16-18]. ОВП, очевидно, связан со способностью ЭХА-воды проявлять антиоксидантную активность.

Учитывая механизмы электроактивации воды, нами было сделано предположение о правомочности применения вольтамперометрических методов для измерения АОО по способности антиоксидантов влиять на процесс катодного электровосстановления кислорода в электрохимической системе [19].

Реакция электровосстановления кислорода на электроде идет в несколько стадий с генерацией на поверхности электрода активных форм кислорода:

Для определения активности антиоксидантов было предложено использовать первую волну электровосстановления O_2 , соответствующую стадиям (1)–(3), когда на поверхности индикаторного электрода образуются активные кислородные радикалы и перекись водорода как конечный продукт [20].

Вольтамперометрический метод определения антиоксидантной активности веществ основан на сравнении аналитического сигнала, возникающего в результате деполаризации рабочего электрода в растворе электролита (0,05М фосфатный буфер, pH = 6,86) до и после введения в него вещества антиоксиданта.

Таким образом, при наличии у фракций ЭХА воды антиоксидантной активности, мы должны наблюдать уменьшение предельного тока деполаризации рабочего электрода и дальнейшее его изменение при кинетических наблюдениях.

На рисунке 1 представлены вольтамперные кривые, полученные на платиновом индикаторном электроде на фоне 0,05 М фосфатного буфера, pH 6,86.

Рисунок 1. Поляризационные кривые первой волны электровосстановления кислорода на Pt-электроде в 0,05 М фосфатном буфере, pH 6,86. (Отображено на мониторе ПК, работающего в режиме PowerGharp 2.0)

Аналогичные вольтамперные кривые снимали после введения в электролит аликвоты католита и анолита.

На рисунке 2 представлены поляризационные вольт-амперные кривые первой волны восстановления кислорода в фоновом электролите и с добавлением аликвоты католита и анолита.

Как следует из этого рисунка, появление первой волны восстановления кислорода в фосфатном электролите наблюдается при -400 ± 15 мВ. При добавлении аликвоты 2 мл католита наблюдается снижение аналитического сигнала и сдвиг потенциала первой волны восстановления кислорода в сторону менее отрицательных потенциалов. При этом наблюдается уменьшение предельного тока в сканируемом диапазоне потенциалов. Проведение аналогичного эксперимента с анолитом подобных эффектов не показало.

Рисунок 2. Поляризационные вольт-амперные кривые первой волны восстановления кислорода в – □ фоновом электролите и с добавлением аликвоты - ● католита и - ○ анолита

Таким образом, на основании полученных данных по изучению электрохимического процесса восстановления кислорода в слабопротонированных растворах в присутствии фракций электрохимически активированной воды, можно заключить: католит обладает выраженными антиоксидантными свойствами, а факт сдвига потенциала восстановления в положительную область, свидетельствует о том, что катодная фракция ЭХА воды обладает свойствами, характерными для второй группы классических антиоксидантов [19].

В таблице 1 приведены количественные параметры окислительно-восстановительных характеристик ЭХА дистиллированной воды.

Таблица 1.

Некоторые физико-химические показатели образцов исходной и фракций ЭХА дистиллированной воды

Показатель при 20°C	Исходная вода	Католит	Анолит
pH	$5,58 \pm 0,03$	$6,22 \pm 0,07$	$3,56 \pm 0,04$
ОВП, мВ	$+292 \pm 4$	-248 ± 6	$+235 \pm 3$
Удельная электропроводность, мСименс/см	$0,50 \pm 0,05$	$1,0 \pm 0,05$	$11,0 \pm 0,06$
Величина предельного тока ЭВ O ₂ в фосфатном буфере pH 6,86 на Pt-электроде при добавлении аликвоты (2 мл) фракции ЭХА воды, мкА	$7,00 \pm 0,04$	$6,38 \pm 0,03$	$7,02 \pm 0,04$
Потенциал 1-ой волны ЭВ O ₂ , мВ	-412 ± 15	-386 ± 21	-418 ± 12

Аналогичным испытания была подвергнута вода из водопроводной сети г. Самарканда, общая минерализация которой составляла $0,45 \pm 0,17$ г/л.

Проведенные исследования [21] показали: при 20 минутной электрохимической активации были получены фракции анолита с pH 3,01 и католита с pH 10,36 с ОВП + 1045 мВ и -815 мВ, соответственно.

Такие изменения параметров по сравнению с дистиллированной водой объясняются усилением процесса электролиза, сопровождающего активацию при наличии ионов растворенных солей, и в первую очередь, ионов натрия, кальция, магния, хлора, сульфатов и бикарбонатов, присутствующих в образцах питьевой воды. В таблице 2 приведены начальные показатели для исходной и фракций ЭХА-воды.

Таблица 2.

Показатели электрохимически активированной питьевой воды из водопроводной сети г. Самарканда

Показатель при 20°C	Исходная вода	Католит	Анолит
pH	7,32±0,05	10,36±0,06	3,01±0,04
ОВП, мВ	+227±11	-815±62	+1045±37
Относит. АОА	0,21±0,06	1,68±0,21	0,15±0,06

Как следует из параметров, приведенных в таблице 2, и этом случае католит обладает антиоксидантной активностью, превышающей АОА активность 1% раствора аскорбиновой кислоты.

Известно, что электроактивированная жидкость с измененными свойствами переходит в метастабильное состояние и способна изменить свойства других жидкостей и твердых веществ. Кроме того,

для каждой жидкой среды, подвергнутой электрохимической активации, имеется свой максимально предельный уровень окислительно-восстановительных параметров [10]. Эти параметры с течением времени релаксируют, то есть изменяют свои значения до величин, свойственных исходной питьевой воде.

На рисунках 3 и 4 приведены зависимости изменения pH, ОВП и относительной антиоксидантной активности католита и анолита от времени.

Рисунок 3 Релаксационные изменения pH фракций ЭХА- воды

Рисунок 4 Релаксационные изменения ОВП и относительной АОА католита

Рисунок 5. Кривая потенциометрического титрования католита анолитом

Как видно из приведенных зависимостей, католит релаксирует значительно скорее анолита, и уже на 2-3 суток практически теряет свои свойства. Так, если анолит с исходным pH 3,01 изменяет это значение менее, чем на 1 ед.pH в течение недели, то католит эти изменения претерпевает уже через 12-14 часов (рис.3).

Антиоксидантная активность свежеприготовленного католита превышает таковую для 1% раствора аскорбиновой кислоты в 1,68 раза, хорошо коррелирует со скоростью релаксационных изменений ОВП. Наиболее значительные изменения ОВП и относительной антиоксидантной активности католита также наблюдаются в течение первых трех суток (рис.4).

Потенциометрическое титрование (рис.5) католита анолитом показало меньшую буферную емкость католита по сравнению с анолитом. На титрование 50 мл католита было затрачено 32,5 мл анолита. Это также свидетельствует о том, что католит релаксирует более интенсивно, чем анолит.

Выводы

Анализ полученных результатов исследования показывает следующее:

1. При электрохимической активации воды происходит изменение таких параметров исходной воды, как pH, величина окислительно-восстановительного потенциала, плотность и динамическая вязкость. Вязкость католита выше вязкости анолита и исходной воды.

2. Католит, получаемый в диафрагменном электролизере, обладает выраженными антиоксидантными свойствами.

3. Католит релаксирует быстрее анолита. При этом значения ОВП и относительной антиоксидантной активности восстанавливают свои исходные параметры уже через 3 суток.

4. Потенциометрическим титрованием исходных фракций католита анолитом установлено, что католит обладает меньшей буферной емкостью.

Список литературы:

1. Бахир В.М. Электрохимическая активация - новая техника, новые технологии. Об электрохимической активации и воде «живой» и «мертвой». Вып.1. - Москва. ВНИИИМТ, 1990 - 230 с.
2. Леонов Б.И., Прилуцкий В.И., Бахир В.М. Физико-химические аспекты биологического действия электрохимически активированной воды: - М.: ВНИИИМТ, 1999. - 244 с.
3. Алёхин С.А., Байбеков И.М. «Живая» вода — мифы и реальность (теория и практика применения электроактивированных водных растворов в медицинской практике. –Ташкент, 1998.
4. Прилуцкий В.И., Бахир В.И. Электрохимически активированная вода: аномальные свойства, механизм биологического действия. - М: ВНИИИМТ, 1997. - 228 с.
5. Левченко Ю.А. Влияние электроактивированных водных растворов натрия хлорида на водно-солевой обмен организма // Автореф. дисс.... кандидата медицинских наук. - Курск, 2008. - 24 с
6. Hanaoka K. Antioxidant effects of reduced water produced by electrolysis of sodium chloride solutions // Journal of Applied Electrochemistry.- 2001. -№ 31. -Р. 1307–1313.
7. Ашбах Д.С. Живая вода против свободных радикалов и старения. - СПб.: Изд-во Питер, 2009. - 256 с.
8. Пискарев И.М., Аристова Н.А., Туголуков С.Н. Приготовление питьевой воды с отрицательным окислительно-восстановительным потенциалом путём насыщения её водородом // Электронный журнал «МИС-РТ»-2008. Сборник № 46-2.<http://ikar.udm.ru/sb46-2.htm>.
9. Петрушанко И.Ю., Лобышев В.И. Физико-химические свойства водных растворов, полученных в мембранном электролизере //Биофизика. - 2004; т. 49 (1) . – С. 22-31.
10. Борисенко А.А., Шаманаева Е.А. Исследование изменения pH и ОВП среды посредством смешения кислой и щелочной фракций электроактивированной воды // Вестник СевКавГТУ, Серия «Продовольствие». - 2004. - №1 (7). – С.107-110.
11. Барабой В.А., Брехман И.И., Голожин В.Г. Перекисное окисление и стресс. - М.: Наука; 2004. 148 с.
12. Бобырев В.Н., Почеряева В.Ф., Стародубцев С.Г. Специфичность систем антиоксидантной защиты органов и тканей – основа дифференцированной фармакотерапии антиоксидантами // Экспериментальная и клиническая фармакология. – 2005. – т. 57(1). – С. 78-86.
13. Владимиров Ю.А., Азизова О.А., Деев А.И. Свободные радикалы в живых системах // Итоги науки и техники. - 2000. - Т. 29. - С. 151-167.
14. Тарусов Б.Н., Козлов Ю.П., Кольс О.Р., Лимаренко И.М. Свободно-радикальные процессы в биологических системах. Труды МОИП. Т.16. – М.: Наука, 1966. - С.218.
15. Аронбаев С.Д., Насимов А.М., Аронбаев Д.М., Насыров Р.Х. Компьютеризированный аналитический комплекс для инверсионной вольтамперометрии на базе универсального полярографа ПУ-1 // Научный вестник Самаркандского Государственного Университета.–2009.– т.53(1).– С. 47-50.
16. Кирпичников П.А., Бахир В.М., Гамер П.У., Добренков Г.А., Ликумович А.Г., Фридман Б.С., Агаджанян С.И. О природе электрохимической активации сред //Доклады АН СССР. – 1986. – т.286 (3) . – С.663-666.
17. Lotts T.M. Redox Shock. Water quality association // 20 Annual convention and exhibition. March. 1994. Phoenix. Arisona. - P.20.
18. Разработка теоретических основ и практического применения вольтамперометрического способа определения суммарной антиоксидантной активности природных и синтетических биопрепаратов // Отчет о научно-исследовательской работе. Под ред. Д.М. Аронбаева. Грант ККНТ при КМПУЗ. № Гос.регр. Ф6-02. - Самарканд: СамГУ; 2013. - 60 с.
19. Короткова Е.И. Вольтамперометрический метод определения суммарной активности антиоксидантов в объектах искусственного и природного происхождения //Дисс....докт.хим.наук. Томск, ТПУ, 2009. – 368 с.
20. Короткова Е.И. Карбаинов Ю.А. Вольтамперометрический способ определения суммарной активности антиоксидантов // Патент РФ 2224997, G01N33/00. Оpubл.27.02.2004.
21. Аронбаев Д.М., Мусаева С.А., Эргашев И.М., Васина С.М., Аронбаев С.Д., Тен В.А. Исследование релаксационных и антиоксидантных характеристик электрохимически активированной воды // Всероссийский журнал научных публикаций. – 2013. – Вып. 20(5). – С. 2-4.

БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

ЛОКАЛИЗАЦИЯ РАСТЕНИЙ INDIGOFERA AUSTRALIS
И СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗ НЕГО ХИМИЧЕСКИХ КРАСИТЕЛЕЙ**Жалолов Икбол Жамалович**

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

Коробоева Гулноза

магистрант кафедры химии
Ферганского государственного университета,
Республика Узбекистан, г. Фергана

Мараимова Умидахон Рустамовна

преподаватель кафедры химии
Ферганского государственного университета,
Республика Узбекистан, г. Фергана

LOCALIZATION OF THE PLANT OF INDIGOFERA AUSTRALIS
AND OBTAINING CHEMICAL DYE FROM IT**Iqbol Jalolov**

Candidate of Chemical Sciences,
Senior Lecturer of the Department of Chemistry
of the Fergana State University,
Uzbekistan, Fergana

Gulnoza Koraboeva

Master student of the Department of Chemistry,
Fergana State University,
Uzbekistan, Fergana

Maraimova Umidaxon

Department of Chemistry of the
Fergana State University,
Uzbekistan, Fergana

АННОТАЦИЯ

В данной статье описаны методы адаптации растения *Indigofera australis* к местным климатическим условиям, принятые агротехнические меры и способы получения из растения химических красителей.

ABSTRACT

This article describes the methods of adaptation of *Indigofera australis* to our climatic conditions, the agrotechnical measures taken and methods of obtaining chemical dyes from it.

Ключевые слова: индиго, Fabaceae, indumum, изатин, индоксил, лейкоиндиго, суспензия, изатиновый ангидрид, биомасса, кластер.

Keywords: indigo, Fabaceae, indumum, indikos, izatin, indoxyl, leucoindigo, suspension, isatin anhydride, biomass, clay.

Спрос на красители природного происхождения всегда был актуален. Мы знаем, что в древности люди раскрашивали изделия ручной работы, ткани и архитектурные памятники натуральными красками

на растительной основе. С давних времен синий цвет называли «королем» всех красителей. Люди разделили цвета и сделали их символом своих идо-

лов. Мы знаем из истории, что только фараоны, султаны, императоры и члены их семей имели право носить синий цвет [1]. В частности, одежда фараона Тутанхамона, раскрашенная индиго, не потеряла своего цвета даже через 3500 лет [2]. Часто одежду синего цвета могли носить только люди, обладающие политической властью или религиозной принадлежностью. Во время раскопок была обнаружена одежда цвета индиго, датируемая вторым и третьим веками до нашей эры. Натуральные красители поступают из множества природных источников. Особое место здесь занимают растение *Indigofera australis*. *Indigofera australis* - представитель семейства *Indigofera*, растение, которое мы хотим адаптировать к нашему климату и производить из него натуральные красители.

Indigofera australis - семейство *Fabaceae* - вид бобовых кустарников из рода *Indigofera* [3]. Прежде всего, что касается происхождения названия «*Indigofera australis*», слово «индиго» происходит от латинских слов «*indumum*» и греческого слова «*indikos*», оба из которых обозначают «индийский». Значит, Индия - родина индиго. «*Australis*» по латыне означает «южный» [4].

Indigofera australis - кустарник небольшого и среднего размера, часто прямостоячий и удлинённый. Листья мелко-яйцевидные, длиной 50-100 мм. Цветы появляются группами, отходящими от пазух листьев. Они имеют форму горошины, розовые или фиолетовые (иногда белые), диаметр около 12 мм. Цветение обычно происходит с июля по сентябрь, но местные погодные условия влияют на время его цветения, а в годы, когда весна прохладная, цветение растения может длиться до ноября. После цветения на кусте образуются твердые семена тыквенной формы. *Indigofera australis* - красивое цветущее растение, размножается семенами, многие виды распространяются с помощью муравьев [5].

Indigofera australis активно развивается со второй половины июля до первой половины августа. В это время температура начинает сильно подниматься. Последующее развитие куста идет устойчивыми темпами. При этом начинают появляться боковые ответвления. В этот период опыляются цветки растения и ускоряется развитие семени. По окончании развития растение вырастает от 14 см до 150 см. Боковые ветви *Indigofera australis* развиваются преимущественно в нижней части основания. Эти ветви появляются, когда растение достигает высоты 20-30 см, и на верхних этапах разрастаются вместе со стеблем. Этот период приходится на начало июля. В среднем у каждого растения 10-15 боковых ветвей. Боковые ветви появляются сначала внизу куста, затем сверху. Этот процесс продлится до конца августа. Листья следующих боковых ветвей обычно меньше, а семена бобов не полностью созревают. *Indigofera australis* может расти на песчаных, суглинистых, супесчаных, глинистых почвах и даже на почвах, которые считаются обедненными питательными веществами.

Целью наших научных исследований является, выявление особенности роста и развития растения *Indigofera australis*, которые позволяют локализовать

его даже в местных климатических условиях. Адаптация этого растения к росту и развитию в деградированных почвах и пустынных районах Узбекистана позволит, прежде всего, синтезировать ценный природный краситель из его зеленой биомассы. Низкие потребности в удобрениях и низкая стоимость экстракции во время выращивания *Indigofera australis* еще больше усиливают наш интерес к локализации этого растения.

Материалы и методы. Было проведено множество экспериментов по получению разноцветных красителей из синего индиго. В частности, использовали следующий эксперимент для получения коричневого индиго: 98-99,5% индиго наливают в стакан объемом 2 л (0,5 моль, 130 г). В него добавляют 2 г ПАВ и заливают 400 мл воды. Для получения суспензии тщательно перемешивают ингредиенты в стакане. Затем добавляют 175 г раствора дихромата натрия и 6,5 г нитробензола. Реакционную смесь охлаждают до 10°C льдом и перемешивают в течение 7-8 ч, и по каплям добавляют 285 г 3% -ной серной кислоты до 0-10°C. При добавлении кислоты реакционная масса меняет цвет с синего на темно-коричневый. Во время реакции необходимо проводить охлаждение, поскольку происходит экзотермическая реакция. Мы использовали этот метод, для получения коричневого красителя. Полученный в результате этой реакции коричневый осадок изатина тщательно промывают водой. Затем в осадок добавляют 1750 мл воды и нагревают до 50°C. Затем к взвеси добавляют 80 г (1 моль) 50% ного раствора гидроксида натрия. Образуется сине-фиолетовый раствор. Под действием избытка NaOH раствор становится зеленовато-желтый. Полученный раствор должен иметь щелочную реакцию по фенолфталеину. Количество индиго, полученного в результате реакции, составляет 10 г.

Также были изучены агрономические особенности *Indigofera australis*. Семена были посажены в каменистой, несколько бесплодной и засоленной песчаной пустынной местности и изучены свойства устойчивости. Для этого использовались поля фермерских хозяйств «Хумо-Уй» в Фергане и «Каримов Шониезбек Шавкатович» в Язьяванском районе Ферганской области.

Для обеспечения хорошего роста растений и урожайности зеленой биомассы необходимы некоторые агротехнические меры. Подготовка участка к посадке начинается с промывания почвы. Промывка почвы проводится в конце февраля - начале марта. Поскольку семена твердые, перед посевом их следует замочить в теплой воде на ночь. При посеве семян необходимо обращать внимание на то, чтобы расстояние между ними составляло 80-90 см, что способствует дальнейшему развитию куста, хорошему росту боковых ветвей. Семена индигоферы смешивают с песком и вручную сажают на глубину 1-1,5 см. Сразу после посева семена поливают водой. Борьба с вредителями проводится в зависимости от заболевания. С момента появления листочков желательно обратить внимание на защиту растения от сорняков, которые особенно опасны. Для борьбы с тлей мы дважды обрабатывали посевы за сезон.

Через месяц после посадки у растения *Indigofera australis* начинается период активного роста, и высота растений увеличивается до 10-15 см. При этом впервые в посев вносят минеральные удобрения. В качестве химических удобрений используются азотные, калийные и фосфорные удобрения. Сроки удобрения почвы во время роста *Indigofera australis* необходимо определять правильно. Наши наблюдения показывают, что удобрение почвы наиболее эффективно при появлении боковых веток. Это связано с тем, что в этот период для роста главного корня и боковых ветвей требуется больше корма. Еще одна необходимая мера в период вегетации - борьба с сорняками. Подземная часть *Indigofera australis*, корень, растет относительно медленно. Поэтому сорняки негативно влияют на ее рост. Прополку повторяют 3-4 раза за вегетационный период. Также используются химические методы. Еще перед уборкой зеленой биомассы растение необходимо полностью пропалывать, иначе это негативно скажется на качестве красителя. Полив в зависимости от влажности почвы и состояния растения необходимо проводить 8-10 раз за вегетационный период, а после полива - смягчать ряды. В летние месяцы, когда растение активно растет и формируется, посевы поливают 2-3 раза в месяц. В период цветения и оплодотворения растению не нужно много воды. Рыхление почвы между растениями после каждого полива позволяет поддерживать количество влаги, обеспечивать режим воздухообмена, тем самым ускоряя процесс роста растения, ускоряя образование листовой массы. Листья у хорошо развитого растения темно-зеленые, цветки красновато-желтые. Ускоряется появление боковых ветвей. Зеленую биомассу собирают в конце августа в начале созревания бобов. После сбора верхнего слоя почвы *Indigofera australis* его сушат в специальных

местах, защищенных от солнца. Следует избегать потерь биомассы во время сбора урожая. В большинстве случаев количество полученной биомассы индигоферы зависит от почвы, агротехнических мероприятий и своевременной уборки. Мы оставили часть *Indigofera australis* в поле без очистки до середины октября, чтобы получить семена. В наших экспериментах первый урожай, посаженный в апреле, был собран в конце августа, после чего полив, оплодотворение и удобрение продолжались до середины октября. У растения второй раз появилось больше веток и появилась листовая масса, а зеленая часть растения была убрана на высоте 20-40 см. Рассчитывали выход извлекаемой краски индиго следующим образом

$$I\% - \text{выход индиго } I(\%) = \frac{m}{M} \cdot 100$$

m - масса индиго

M - масса листьев

Можно сравнить количество пигмента, полученного из свежих и сушеных листьев.

Обсуждение результатов. Изучили свойства полученного индиго. Кислород не окисляет индиго в растворе, но когда к раствору добавляется бензальдегид, индиго окисляется до изатина. Синий индиго еще называют индиготином. Индиго не растворяется в обычных растворителях, но в большей или меньшей степени растворим в хлороформе, нитробензоле, анилине и других растворителях. Его растворы, как правило, имеют синюю окраску. Когда индиго сублимируется, он образует ромбические кристаллы, которые становятся фиолетовыми и темно-красными. Индиго, полученный в результате этой реакции, окисляется с помощью озона и образуется изатин.

В частности, мы провели следующую реакцию для получения белого индиго:

Кроме этого мы провели исследования по выявлению особенности роста и развития растения *Indigofera australis*. Урожайность растительной биомассы на супесчаных почвах достигала 65%, а на слабозасоленных супесчаных почвах доходность доходила до 80% с соток. Это означает в среднем 35-40 тонн зеленой биомассы на гектар. После просушивания растения в прохладном месте остается 4-6 тонн сухой массы. Из этой сухой массы удалось получить до 0,8-1 тонны пигмента. Урожайность резко возрастает, если через 2-3 года восстановить плодородие почвы или посадить на участках с умеренным или высоким плодородием. При соблюдении режима орошения и обработки при необходимости урожайность может достигать 95-100%. В ходе нашего исследования мы выяснили, что *Indigofera australis* является источником не только синего цвета, но и других цветов в зависимости от используемого метода и времени сбора урожая, а также от погоды, в которой оно растет. Мы видели, что содержание индиго в растении очень велико в условиях засухи, тогда как цвет индиго меняется на голубой, когда

растение обильно поливают. Также было обнаружено, что количество осадков во время роста растения также влияет на окраску.

Выводы: В настоящее время в текстильной промышленности Узбекистана в основном используются искусственные красители. С экономической точки зрения получение таких красок является выгодным. Сегодня существует растущая потребность в качественных и долговечных натуральных красителях. Натуральные красители - это экологически чистые продукты, а окрашенные натуральными красителями ткани не теряют своих свойств по прошествии многих лет. В результате наших научных исследований мы обнаружили, что особенности роста и развития растения *Indigofera australis* позволяют локализовать его даже в наших климатических условиях. Адаптация этого растения к росту и развитию в деградированных почвах и пустынных районах Узбекистана позволит, прежде всего, синтезировать ценный природный краситель из его зеленой биомассы. Низкие потребности в удобрениях и низкая стоимость экстракции во время выращивания *Indigofera australis* еще больше усиливают наш интерес к локализации этого растения.

Список литературы:

1. Л.Е. Мачерет, М.Г. Чуприна, М.Г. Седавит. «Новое оригинальное успокоивающее средство». Анонсы медицины и фармации. № 11. 2003 год, 9 стр.
2. Х. Холматов, З.Х. Хабибов, Н.З. Олимхужаева. «Лекарственные растения Узбекистана» Т. 1991, 52 стр.
3. Ф.С. Пилипенко. Род 33. ИНДИГОФЕРА, или ИНДИГОНОС — INDIGOFERA L. // Деревья и кустарники СССР. Дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции. / Ред. тома С.Я. Соколов. — М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1958. — Т. IV. Покрытосеменные. Семейства Бобовые — Гранатовые. — С. 132-135. — 976 с. — 2500 экз.
4. Б.К. Шишкин. Род * ИНДИГОФЕРА — INDIGOFERA L. // В 30 т / Гл. ред. акад. В.Л. Комаров; Ред. тома Б.К. Шишкин. — М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1945. — Т. XI. — С. 298—300. — 432 с.
5. Д. Ерматова. — Усиликшунуслик. Т. 2002, 166-198 стр.
6. В.В. Племенков. «Введение в химию природных соединений». Казань. 2001г. с. 164 – 193.
7. В.А. Молочко, С.В. Крынкиной. Москва: «Химия». 1989 г. 542-565 стр.
8. К.Х. Хожиматов, К.Й. Юлдошев. «Шифобахш гиеллар дардларга малхам». Ташкент — Узбекистан. 1995, 3-12 стр.

DOI: 10.32743/UniChem.2021.80.2.36-41

**ПОЛУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ВОДОРАСТВОРИМЫХ
ПРОТИВОТУБЕРКУЛЕЗНЫХ ПРЕПАРАТОВ****Хуррамова Файёза Нарзуллаевна**

млад. науч. сотр. лаборатории низкомолекулярных биологически активных соединений,
Институт биоорганической химии Академии наук Республики Узбекистан,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: khurramova1988@mail.ru

Эсанов Рахмат Султон угли

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

Тошпулатов Фаррух Нозимович

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

Матмуратов Бахтишод Янгибоевич

базовый докторант (PhD), Хорезмская Академия Мамуна,
Республика Узбекистан, г. Хива

Матчанов Алимжон Давлатбоевич

д-р хим. наук, вед. науч. сотр. заведующий лабораторией экспериментальных технологий,
Институт биоорганической химии Академии наук Республики Узбекистан,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

PREPARATION OF COMPLEX WATER-SOLUBLE ANTITUBERCULOSIS DRUGS**Fayyoz Khurramova**

Young scientific Laboratory of Experimental Technologies,
Institute of Bioorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Rakhmat Esanov

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

Farrux Tashpulatov

Young scientific Laboratory of Experimental Technologies,
Institute of Bioorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Bakhtishod Matmuratov

Basic doctoral student (PhD), Khorezm Mamun Academy
Republic of Uzbekistan, Hiva

Alimjon Matchanov

Doct. Chem. Sciences, Leading Researcher.
Head of the Laboratory of Experimental Technologies,
Institute of Bioorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В данной работе водорастворимые супрамолекулярные комплексы моноаммониевой соли глицирризиновой кислоты (МАСГК) с различным молярным соотношением были получены с некоторыми противотуберкулезными препаратами (изониазид, рифампицин, пиразинамид, этамбутола гидрохлорид, ломефлоксацин, левофлоксацин). Определены некоторые физико-химические количества полученных комплексов и проанализированы их химические структуры на основе методов оптической спектроскопии (УФ, ИК).

ABSTRACT

In this work, water-soluble supramolecular complexes of MASGA with different molar ratios were obtained with some anti-tuberculosis drugs (isoniazid, rifampicin, pyrazinamide, ethambutol hydrochloride, lomefloxacin, levofloxacin). Certain physico-chemical quantities of the obtained complexes have been determined and their chemical structures have been analyzed on the basis of optical spectroscopy methods (UV, IR).

Ключевые слова: туберкулез, изониазид, рифампицин, пиразинамид, этамбутола гидрохлорид, ломефлоксацин, левофлоксацин, глицирризиновая кислота, супрамолекулярный комплекс.

Keywords: tuberculosis, isoniazid, rifampicin, pyrazinamide, ethambutol hydrochloride, lomefloxacin, levofloxacin, glycyrrhizic acid, supramolecular complex.

Введение. Из литературных данных известно, что *Mycobacterium tuberculosis* вызывает сильное воспаление не только в легких, но и в суставах, костях, мозговых оболочках, почках и других органах, приводя к образованию мертвой ткани [7].

Согласно общим принципам фтизиатрии лечение больных туберкулезом проводится в течение длительного периода времени (месяцы, годы) с использованием антибактериальной химиотерапии в зависимости от формы и степени заболевания [1].

Изониазид в настоящее время классифицируется Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) как противотуберкулезное средство и используется как часть схем лечения в сочетании с такими лекарствами, как рифампицин, пиразинамид и этамбутола гидрохлорид. Изониазид замедляет синтез фосфолипидов, ДНК и РНК в бактериях и разрушает оболочку туберкулезных палочек. Он образует хелаты с двухвалентными катионами внутри и вне клетки, необходимые для жизни туберкулезных палочек, и замедляет различные процессы окисления. Доза изониазида составляет 5–15 мг на килограмм массы тела [9].

Производные гидразида изоникотиновой кислоты, фтивазид и метазиды менее растворимы в воде, чем изониазид, и в результате не всасываются полностью через слизистую оболочку желудочно-кишечного тракта. Суточная доза фтивазида составляет 30–40 мг/кг массы тела, принимается 2 или 3 раза до еды. Доза метазиды составляет 20 мг/кг в сутки. Хотя они слабее изониазида, но менее токсичны [2].

Когда рифампицин и пиразинамид используются вместе, количество рифампицина в крови оказывается выше, чем при приеме по отдельности, и рифампицин выводится с мочой под действием пиразинамида [5].

Согласно литературным данным, препараты, применяемые при лечении больных туберкулезом, оказывают определенное негативное воздействие на организм, поэтому можно разработать высокоэффективные препараты, модифицировав эти типы препаратов на основе природных биологически активных веществ, выделенных из растений.

С этой точки зрения основной биологической активностью экстракта корня солодки является глицирризиновая кислота (ГК) [8]. В настоящее время разработаны и внедрены в медицинскую практику ряд препаратов на основе ГК и ее солей [4].

Известно, что ГК и ее производные обладают высокой биологической активностью (воспаление, раны, аллергия, вирусы, различные противоопухолевые, антиоксидантные эффекты) [6; 10].

Препараты на сладкой основе – иммуностимуляторы в малых дозах, иммунодепрессанты в больших дозах (до 6,5 г/кг). Калийные, кальциевые и аммониевые соли ГК широко используются как ранозаживляющее средство [3].

Из приведенной выше литературы следует, что изучение синергических свойств лекарственных средств, используемых против туберкулеза, путем их химической модификации природными биологически активными веществами для снижения их терапевтических доз, повышения растворимости, снижения токсичности и увеличения продолжительности действия является одной из актуальных тем.

Поэтому целью данной работы является разработка сложных водорастворимых эффективных супрамолекулярных соединений путем модификации лекарств, используемых против туберкулеза.

Методы и материалы

Объектом исследования служили супрамолекулярные комплексы изониазида, рифампицина, пиразинамида, этамбутола гидрохлорида, ломефлоксацина и левофлоксацина с ГК и ее моноаммониевой солью (МАСГК) в различных молярных соотношениях. Температуры разжижения полученных соединений определяли на приборе ПТПТУ 25-11-1144. Измерение УФ-спектров поглощения проводили на спектрофотометре Shimadzu 1280 (США). ИК-спектр полученных комплексов снимали в диапазоне частот колебаний 4000–400 см⁻¹ на спектрометре PerkinElmerIR 10.6.1 (США).

Для этого ГК растворяли в 96 %-ном этиловом спирте, при интенсивном перемешивании добавляли лекарства из 10 %-ного раствора в этаноле к дистиллированной воде в соотношении 1:1 и добавляли

соответствующее лекарство. Реакционную смесь перемешивали 5–6 ч, органическую часть приводили в движение роторным приводом, а водный остаток сушили лиофильным методом.

При получении супрамолекулярных комплексов с МАСГК растворяли в воде при интенсивных перемешиваниях, а затем добавляли растворы лекарственных препаратов, растворенных в 96 %-ном этаноле.

Реакцию проводили в системе вода : этанол (50 : 50) при интенсивном перемешивании в течение 5–6 часов. Органическую часть перегоняли под вакуумом на роторном испарителе, а водную часть сушили лиофильно. Выход конечных продуктов составил 87–95 % относительно теоретического объема.

Результаты и их обсуждение

Бу ерда: $n=4,6$; $x = 0.5, 1, 1.5, 3.9, 5$

R=

Схема 1. Общая схема получения супрамолекулярных комплексов изониазида, рифампицина, пиразинамида, этамбутола гидрохлорида, ломефлоксацина и левофлоксацина с ГК и МАСГК

Определены физико-химические свойства полученных супрамолекулярных комплексов. Химические структуры и характеры связей супрамолекулярных комплексов обсуждены данными методов УФ- и ИК- спектроскопии. Определены температуры плавления, разжижения и их структура. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Образующиеся супрамолекулярные комплексные соединения представляют собой бело-желтый порошок, хорошо растворяющийся в воде.

Для изучения природы связей, участвующих в образовании супрамолекулярных комплексных соединений, обсуждены данные УФ-спектров соединений

в 50 %-ном растворе этанола и проанализированы поглощения в ближней ультрафиолетовой области спектра. В УФ-спектрах супрамолекулярных комплексных соединений на основе ГК и ее монаммониевой соли с изониазидом пик поглощения, соответствующий характерным электронным переходам $\pi \rightarrow \pi^*$, наблюдается при длине волны 260 нм. Сравнительные данные УФ-спектров комплексов с исходными веществами показывают, что в комплексных соединениях наблюдается «батохромный» сдвиг на 11 нм, который указывает на образование комплексных соединений с помощью водородных связей и межмолекулярных электростатических сил.

Рисунок 1. УФ-спектр комплекса МАСГК: пиразинамид: изониазид (4:2:1)

В других комплексных соединениях тоже наблюдается максимумы поглощения при ближней ультрафиолетовой области спектра 259–260 нм и 226 нм. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Для выяснения типов взаимодействий, которые присутствуют в процессе комплексообразования, были проанализированы ИК-спектры комплексов.

Основываясь на изменении основных частот колебаний функциональных групп в ИК-спектрах

исходных соединений, можно предположить, что взаимодействие между молекулами осуществляется с помощью водородных связей, на которые указывают частоты валентных колебаний ОН и NH в виде широкого плеча в области 3600–3200 см⁻¹. Также наблюдаются характерные валентные колебания карбонильных групп при $\nu(\text{C=O})$ 1710–1697 см⁻¹. Деформационные колебания – при $\delta(\text{NH}_4^+)$ 1400–1390 см⁻¹.

Таблица 1.

Некоторые физико-химические и спектральные характеристики полученных комплексов и их свойства

№	Комплексы	Мольное соотношение	Т.пл., °С (с.разлож)	УФ, λ_{max} , нм(lge)	Основные волновые числа в ИК-спектрах, см ⁻¹
1	МАСГК Пиразинамид Изониазид	4:2:1	187–189	260(5.02)	(ОН, NH ₄ ⁺) = 3220, $\nu(\text{CH}, \text{CH}_2, \text{CH}_3)$ = 2928, $\nu(\text{C=O})$ = 1697, $\nu(\text{C}_{11}=\text{O}, \text{C}=\text{C})$ = 1658, $\nu(\text{COO}^-)$ = 1593, $\delta(\text{CH}_2, \text{CH}_3)$ = 1456, 1417, $\delta(\text{NH}_4^+)$ = 1390, $\delta(\text{CH})$ = 1211, 1175, $\delta(\text{C-O-C}, \text{C-OH})$ = 1041, $\delta(=\text{CH})$ = 980
2	МАСГК Изониазид Левифлоксацин Пиразинамид Рифампитцин	6:0.5:1.5:2:1	175–180	259(5.15) 226(4.03)	(ОН, NH ₄ ⁺) = 3203, $\nu(\text{CH}, \text{CH}_2, \text{CH}_3)$ = 2927, $\nu(\text{C=O})$ = 1694, $\nu(\text{C}_{11}=\text{O}, \text{C}=\text{C})$ = 1658, $\nu(\text{COO}^-)$ = 1593, $\delta(\text{CH}_2, \text{CH}_3)$ = 1453, 1417, $\delta(\text{NH}_4^+)$ = 1385.8, $\delta(\text{CH})$ = 1213, 1167, $\delta(\text{C-O-C}, \text{C-OH})$ = 1042, $\delta(=\text{CH})$ = 979, $\delta(\text{CH})$ = 807 (Ar)
3	МАСГК Изониазид Ломефлоксацин Пиразинамид Этамбутолгидрохлорид	6:1:1.5:2:2	185–190	261(5.08) 226(3.80)	(ОН, NH ₄ ⁺) = 3209, $\nu(\text{CH}, \text{CH}_2, \text{CH}_3)$ = 2928, $\nu(\text{C=O})$ = 1701, $\nu(\text{C}_{11}=\text{O}, \text{C}=\text{C})$ = 1659, $\nu(\text{COO}^-)$ = 1588, $\delta(\text{CH}_2, \text{CH}_3)$ = 1450, 1419, $\delta(\text{NH}_4^+)$ = 1385.8, $\delta(\text{CH})$ = 1263, 1170, $\delta(\text{C-O-C}, \text{C-OH})$ = 1033, $\delta(=\text{CH})$ = 979, $\delta(\text{CH})$ = 868(Ar)
4	МАСГК Изониазид Рифампитцин Пиразинамид Этамбутолгидрохлорид	6:1:2:5:3.9	160–162	269(5.18) 226(4.06)	(ОН, NH ₄ ⁺) = 3253, $\nu(\text{CH}, \text{CH}_2, \text{CH}_3)$ = 2935, $\nu(\text{C=O})$ = 1686.6, $\nu(\text{C}_{11}=\text{O}, \text{C}=\text{C})$ = 1657, $\nu(\text{COO}^-)$ = 1585, $\delta(\text{CH}_2, \text{CH}_3)$ = 1450, 1419, $\delta(\text{NH}_4^+)$ = 1328, $\delta(\text{CH})$ = 1214, 1167, $\delta(\text{C-O-C}, \text{C-OH})$ = 1042, $\delta(=\text{CH})$ = 978, $\delta(\text{CH})$ = 868(Ar)

№	Комплексы	Мольное соотношение	Т.пл., °С (с.разлож)	УФ, $\lambda_{\max}$, нм(Igε)	Основные волновые числа в ИК-спектрах, см^{-1}
5	МАСГК Изониазид Этамбутолгидрохлорид	4:1:2	180–185	265(4.90) 259(3.92)	(OH, NH_4^+) = 3209.6, $\nu(\text{CH}, \text{CH}_2, \text{CH}_3)$ = 2927, $\nu(\text{C}=\text{O})$ = 1699, $\nu(\text{C}_{11}=\text{O}, \text{C}=\text{C})$ = 1658, $\nu(\text{COO}^-)$ = 1590, $\delta(\text{CH}_2, \text{CH}_3)$ = 1456, 1414, $\delta(\text{NH}_4^+)$ = 1387.7, $\delta(\text{CH})$ = 1212, 1172, $\delta(\text{C}-\text{O}-\text{C}, \text{C}-\text{OH})$ = 1033, $\delta(=\text{CH})$ = 979
6	МАСГК Изониазид Этамбутолгидрохлорид	4:2:1	185–187	258(6.09)	(OH, NH_4^+) = 3214, $\nu(\text{CH}, \text{CH}_2, \text{CH}_3)$ = 2924, $\nu(\text{C}=\text{O})$ = 1698.6, $\nu(\text{C}_{11}=\text{O}, \text{C}=\text{C})$ = 1658, $\nu(\text{COO}^-)$ = 1590, $\delta(\text{CH}_2, \text{CH}_3)$ = 1456, 1416, $\delta(\text{NH}_4^+)$ = 1385.8, $\delta(\text{CH})$ = 1212, 1172, $\delta(\text{C}-\text{O}-\text{C}, \text{C}-\text{OH})$ = 1033, $\delta(=\text{CH})$ = 979

Кроме того, резкое уменьшение интенсивности частот колебаний в ближней ИК-области спектра, принадлежащей NH_2 -, OH-группам, указывает, что помимо водородных связей в образовании комплекса

могут происходить ионно-дипольные ($-\text{NH}_3^+ \cdots \text{OH}$, $\text{N}^+ \cdots \text{OH}$) взаимодействия.

Рисунок 2. МАСГК : пиразинамид : изониазид (4 : 2 : 1). ИК-спектр комплекса

В ИК-спектре МАСГК : пиразинамид : изониазид : левофлоксацин : пиразинамид : рифампитцин 6 : 0.5 : 1.5 : 2 : 1 комплекса максимум поглощения, соответствующий валентным колебаниям сопряженной $-\text{C}=\text{O}$ группы у агликоновой части молекулы МАСГК при $1700\text{--}1694\text{ см}^{-1}$. Следует отметить, что у исходных противотуберкулезных веществ в этой области максимумы поглощения не наблюдаются. Кроме того, наряду с колебаниями также наблюдаются максимумы поглощения при $1750\text{--}1728\text{ см}^{-1}$, соответствующие валентным колебаниям карбонила молекулы МАСГК. Частоты валентных колебаний групп $-\text{OH}$ и $-\text{NH}$ в виде широкого плеча наблюдались при $3400\text{--}3200\text{ см}^{-1}$, наблюдалось смещение валент-

ных колебаний данных групп на 17 см^{-1} в низкочастотную область спектра, которое свидетельствует о том, что в комплексе образований участвуют водородные связи.

В ИК-спектрах 3 и 4 комплексных соединений (МАСГК : изониазид : ломефлоксацин : пиразинамид : этамбутолгидрохлорид 6 : 1 : 1.5 : 2 : 2 и МАСГК : изониазид : рифампитцин : пиразинамид : этамбутолгидрохлорид 6 : 1 : 2 : 5 : 3.9) наблюдаются характерные частоты колебания $\text{C}=\text{O}$ у двойной связи при 1701 см^{-1} и карбонила $\text{C}=\text{O}$ карбоксильной группы при 1686 см^{-1} . В ИК-спектрах третьего (МАСГК : изониазид : ломефлоксацин : пиразинамид : этамбутолгидрохлорид 6 : 1 : 1.5 : 2 : 2) комплекса характерные колебания $\text{C}=\text{C}$ группы при

1670–1659 cm^{-1} и группы $-\text{COO}$ при 1600–1588 cm^{-1} , деформационные колебания $-\text{CH}_2$, $-\text{CH}_3$ групп – при 1460–1450 cm^{-1} и 1430–1419 cm^{-1} соответственно. Деформационные колебания NH_4^+ аммонийной группы наблюдаются при 1395–1385 cm^{-1} , валентные колебания $-\text{CH}$ -группы – при 1275–1263 cm^{-1} , валентные колебания $-\text{C}-\text{O}-\text{C}$ -группы – при 1185–1170 cm^{-1} , и колебания $-\text{C}-\text{OH}$ – при 1033 cm^{-1} .

В ИК-спектрах комплекса МАСГК : изониазид : этамбутолгидрохлорид (4 : 1 : 2) наблюдаются следующие характерные частоты валентных колебаний свободных гидроксильных и амногрупп МАСГК при 3208–3203 cm^{-1} . У комплекса данные колебания наблюдаются при 3230–3224 cm^{-1} , которые указывают, что в комплексообразовании кроме водородных связей участвуют ион-дипольные ($-\text{NH}_3^+ \cdots \text{O}-\text{N}$, $\text{N}^+ \cdots \text{OH}$) взаимодействия.

Заключение

Таким образом, на основе полученных данных можно сделать следующие заключения:

- впервые были получены супрамолекулярные комплексы с различными противотуберкулезными препаратами в различных молярных соотношениях;
- изучены физико-химические свойства и химическая структура полученных комплексных соединений, а также природа связей, участвующих в образовании комплексов, обсуждены на основе данных УФ- и ИК-спектроскопии;
- следующим этапом исследования является изучение специфической противотуберкулезной активности полученных соединений для выявления наиболее активных комплексов.

Список литературы:

1. Васильева Т.С. Социальные аспекты эпидемической ситуации по туберкулезу // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения: науч.-практ. конф. с междунар. участием (24–26 ноября 2009 г.).
2. Ерохина М.В. Белки множественной лекарственной устойчивости как фактор резистентности клеток млекопитающих к противотуберкулезным препаратам: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.03.04 клеточная биология, цитология, гистология. – М., 2019. – С. 5–6.
3. Комплексные соединения глицирризиновой кислоты с противомикробными препаратами / Л.А. Балтина, Р.М. Кондратенко, Г.А. Толстиков, С.Р. Мустафина [и др.] // Хим.-фарм. журнал. – 2003. – Т. 37. – № 9. – С. 32–35.
4. Солодка: Биоразнообразие, химия, применение в медицине / Т.С. Толстиков, Т.С. Балтина, В.П. Гранкина, Р.М. Кондратенко [и др.]. – Новосибирск : Гео, 2007. – 311 с.
5. Судь В., Нарасимхан Б., Ахуджа М. Журнал лекарств, медикаментов. – 2012, апрель.
6. Толстикова Т.Г., Толстиков А.Г., Толстиков Г.А. На пути к низкодозным лекарствам // Вестник Российской академии наук. – М., 2007. – Т. 77. – № 10. – С. 867–874.
7. Турсунов Ф.И., Иброхимов М.А., Содиков А.С. Сил. «Абу Али ибн Сино». – 1999. – 303 б.
8. Baltina L.A. Chemical modification of glycyrrhizic acid as a route to new bioactive compounds for medicine // Current Medicinal Chemistry. – 2003. – Vol. 10. – P. 155–171.
9. Pinel J., Weiss F., Henkensand M.V. Grouzard. Essential drugs. Practical guidelines. – 77 p.
10. World Health Organization, Radix Glycyrrizae // Monographs on Selected Medicinal Plants. – Geneva, 1999. – Vol. 1. – P. 183–194.

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

DOI: 10.32743/UniChem.2021.80.2.42-49

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СИНТЕЗА ИЗО-БУТАНОЛА

Абдуллаев Джахонгир Урозалиевич*базовый докторант
Национального университета Узбекистана,
Республика Узбекистан, г. Ташкент***Нурмонов Сувонкул Ерханович***профессор
Национального университета Узбекистана,
Республика Узбекистан, г. Ташкент***Кодиров Ориф Шарипович***доцент
Национального университета Узбекистана,
Республика Узбекистан, г. Ташкент***Зиядуллаев Анвар Эгамбердиевич***преподаватель
Чирчикского государственного педагогического института,
Республика Узбекистан, г. Чирчик***Носиров Акром Худайбердиевич***магистрант
Национального университета Узбекистана
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

MATHEMATICAL MODELATION OF ISO-BUTANOL SYNTHESIS

Abdullaev Jakhongir Urozalievich*basic doctoral student at National University of Uzbekistan
Uzbekistan, Tashkent***Nurmonov Suvonkul Erkhonovich***Professor of National University of Uzbekistan
Uzbekistan, Tashkent***Qodirov Orif Sharipovich***Associate Professor of National University of Uzbekistan
Uzbekistan, Tashkent***Ziyadullaev Anvar Egamberdievich***Lecturer of Chirchik State Pedagogical Institute
Uzbekistan, Chirchik***Nosirov Akrom Khudaiberdievich***Master's degree from National University of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

Синтез насыщенных спиртов, содержащих четыре и более атомов углерода, теломерация на основе этилена и этанола, подбор оптимальных условий, обеспечивающих высокий выход продукта.

ABSTRACT

Synthesis of saturated alcohols containing four or more carbon atoms by telomerization on the base of ethylene and ethanol, selection of optimal conditions providing high product yield.

Ключевые слова: этилен, этанол, пероксид водорода, пероксид бензоила, синтез при высоком давлении, определение оптимальных условий, растворитель, поверхностно-активные вещества, теломерация, каталитические реакции.

Keywords: ethylene, ethanol, hydrogen peroxide, benzoyl peroxide, synthesis at high pressure, optimal conditions, solvent, surfactants, telomerization, catalytic reactions.

Насыщенные алифатические спирты широко используются в различных отраслях промышленности; в частности изо-бутиловый спирт - в качестве растворителя, добавки к нитроцеллюлозе и каучукам, компонента печатных красок [1] и лаков, смывки краски, компонента парфюмерии, гидравлических жидкостей [2], промежуточного продукта при производстве изо-пентанольного растворителя и других химикатов; спирты C₆-C₁₁ в основном используются в качестве пластификаторов поливинилхлорида; а высшие спирты, содержащие C₁₂-C₁₈, широко используются в качестве детергентов [3]. Бутанол и высшие насыщенные спирты могут быть синтезированы на основе этилена и этилового спирта [4].

Одним из нетрадиционных способов производства спиртов, необходимых для промышленности, является их получение из низкомолекулярных спиртов посредством теломеризации. В этом методе используются низкомолекулярные спирты метанол, этанол, пропанол и бутанол в качестве телогена, а этилен как мономер при производстве высокомолекулярных спиртов. В этом случае в соответствии с исходным

спиртом образуются разные теломеры. В качестве катализаторов используются пероксид водорода или органические пероксиды [5, 6].

Актуальной проблемой является разработка технологии производства изо-бутанола в промышленном масштабе. Оптимизация технологических процессов методом математического моделирования - это современный, быстрый, недорогой, мало экспериментальный способ достижения цели, быстрое проектирование.

Математическое моделирование синтеза изо-бутанола позволяет определить условия его образования, а также оптимальные технологические параметры.

В данной работе метод наименьших квадратов был использован в математическом моделировании на основе результатов экспериментов, проведенных по получению изо-бутанола. Полученные экспериментальные результаты и результаты расчетов оказались близкими друг к другу. В целом проблему можно сформулировать следующим образом. Наличие определенной корреляции в экспериментальных результатах показано в табл. 1.

Таблица 1.

x	x_1	x_2	x_3	...	x_{n-1}	x_n
y	y_1	y_2	y_3	...	y_{n-1}	y_n

Это требует создания аналитического отношения, которое максимально точно освещает экспериментальные результаты. Чтобы создать такие параметры, использован метод небольшого количества следующих квадратов $f(x, a_1, a_2, \dots, a_k)$. В этом про-

цессе функция $f(x, a_1, a_2, \dots, a_k)$ должна быть установлена у, $f(x, a_1, a_2, \dots, a_k)$ так, чтобы результирующие квадраты были сдвигами в единицах измерения в $Y_i = f(x, a_1, a_2, \dots, a_k)$ и должны быть меньше размеров смещения (рис. 1).

$$S(a_1, a_2, \dots, a_k) = \sum_{i=1}^n [y_i - Y_i]^2 = \sum_{i=1}^n [y_i - f(x, a_1, a_2, \dots, a_k)]^2 \rightarrow \min \quad (1)$$

Рисунок 1. Аналитическая зависимость выхода продукта от температуры

Математическое моделирование и обработка результатов синтеза состоит из двух этапов:

1. определение внешнего вида выбранной взаимосвязи по результатам эксперимента;

2. выбор коэффициента зависимости от технологических параметров $Y = f(x, a_1, a_2, \dots, a_k)$, определяемый с помощью a_i и других.

Условие достаточного минимума функции $S(a_1, a_2, \dots, a_k)$ (1) объясняется тем, что она равна нулю по всем своим производным. Таким образом, поиск минимальной функции определяется решением этого алгебраического уравнения.

$$\begin{cases} \frac{\partial S}{\partial a_1} = 0 \\ \frac{\partial S}{\partial a_2} = 0 \\ \dots \\ \frac{\partial S}{\partial a_k} = 0 \end{cases} \quad (2)$$

$$\begin{cases} a_1 n + a_2 \sum_{i=1}^n x_i + a_3 \sum_{i=1}^n x_i^2 + \dots + a_k \sum_{i=1}^n x_i^{k-1} = \sum_{i=1}^n y_i \\ a_1 \sum_{i=1}^n x_i + a_2 \sum_{i=1}^n x_i^2 + a_3 \sum_{i=1}^n x_i^3 + \dots + a_k \sum_{i=1}^n x_i^k = \sum_{i=1}^n x_i y_i \\ \dots \\ a_1 \sum_{i=1}^n x_i^k + a_2 \sum_{i=1}^n x_i^{k+1} + a_3 \sum_{i=1}^n x_i^{k+2} + \dots + a_k \sum_{i=1}^n x_i^{2k-2} = \sum_{i=1}^n x_i^k y_i \end{cases} \quad (4)$$

Тогда (4) система записывается в виде матрицы.

$$Ca = g, \quad (5)$$

Если параметры a_i линейны с зависимостью функции $Y = f(x, a_1, a_2, \dots, a_k)$, из линейного уравнения к с неизвестным k, получится следующая система (3):

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n 2[y_i - f(x, a_1, a_2, \dots, a_k)] \frac{\partial f}{\partial a_1} = 0 \\ \sum_{i=1}^n 2[y_i - f(x, a_1, a_2, \dots, a_k)] \frac{\partial f}{\partial a_2} = 0 \\ \dots \\ \sum_{i=1}^n 2[y_i - f(x, a_1, a_2, \dots, a_k)] \frac{\partial f}{\partial a_k} = 0 \end{cases} \quad (3)$$

В общем, в системе уравнений для расчета параметров A_i является множественным числом и принимает вид $Y = \sum_{i=1}^k a_i x^{i-1}$ на уровне $k-1$ и задается системой (4):

Матрица C и элемент вектора g вычисляются по формулам:

$$C_{i,j} = \sum_{k=1}^n x_k^{i+j-2}, i = 1, \dots, k+1, j = 1, \dots, k+1, \quad (6)$$

$$g_i = \sum_{k=1}^n y_k x_k^{i-1}, i = 1, \dots, k+1. \quad (7)$$

На основе системы (4) был математически смоделирован процесс синтеза изо-бутанола при высоком давлении на основе этилена и этанола с использованием параметров зависимости

$$Y = a_1 + a_2x + a_3x^2 + \dots + a_{k+1}x^k \quad [7, 8].$$

Результаты по синтезу изо-бутанола и его выходу при различных температуры математически смоделированы и обработаны (табл. 2).

Таблица 2.

Продукт синтеза и его выход при различных температурах

t[1]=40; t[2]=50; t[3]=60; t[4]=70	y[1]=22.8; y[2]=34.5; y[3]=53.5; y[4]=45.4
t[1] := 40	y[1] := 22.8
t[2] := 50	y[2] := 34.5
t[3] := 60	y[3] := 53.5
t[4] := 70	y[4] := 45.4

Математические расчеты синтеза изо-бутанола проводились на основе полученных результатов, представленных в табл. 3.

Таблица 3.

Полученные результаты для математической обработки

Температура, °C	Продолжительность реакции, ч.	Выход продукта, %	Средняя скорость реакции, %/час
40	3	22,8	7,33
50	4	34,5	8,5
60	5	53,5	10,6
70	6	45,4	7,5

Модель математической обработки выходов, полученных при синтезе изо-бутанола из этилена и этанола:

Модель 1

t_i	40	50	60	70
u_i	22,8	34,5	53,5	45,4

где: t_i - температура, u_i - выход изо-бутанола.

Используя заданные значения и функцию формируется следующая система линейных уравнений:

$$S(a_1, a_2, \dots, a_k) = \sum_{i=1}^4 [u_i - U_i]^2 = \sum_{i=1}^4 [u_i - f(t_i, a_1, a_2, a_3, a_4)]^2 \rightarrow \min$$

$$f(t_i, a_1, a_2, a_3, a_4) = a_1 + a_2 t_i + a_3 t_i^2 + a_4 t_i^3$$

Решается система линейных уравнений (А, В, С) с использованием метода матриц:

$$A = \begin{pmatrix} 184026000000 & 2873200000 & 45780000 & 748000 \\ 2873200000 & 45780000 & 748000 & 12600 \\ 45780000 & 748000 & 12600 & 220 \\ 748000 & 12600 & 220 & 4 \end{pmatrix}$$

$$B = \begin{pmatrix} 3.28999000 \cdot 10^7 \\ 537790.0 \\ 9025.0 \\ 156.2 \end{pmatrix} \quad C = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \end{pmatrix}$$

$$A * C = B$$

Следовательно, чтобы найти значения (a_1, a_2, a_3, a_4) матрицы C , необходимо знать A^{-1} :

$$A^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & 9 & 5447 & 2703 \\ 180000 & -40000 & 180000 & -2000 \\ 9 & 1823 & -981 & 54781 \\ 40000 & 20000 & 80 & 100 \\ 5447 & 981 & 594053 & 1474773 \\ 180000 & 80 & 360 & 20 \\ -2703 & 5478 & 1474773 & 3296021 \\ 2000 & 100 & 20 & 3296021 \end{pmatrix}$$

$C = A^{-1} * B$ позволяет найти значение матрицы C на основе формулы, и эта матрица

$$C = \begin{pmatrix} -0,0023668 \\ 9270 \\ -119,71 \\ 5173 \end{pmatrix}$$

и следующие будут иметь значения $a_1 = -0,0023668$, $a_2 = 9270$, $a_3 = -119,71$, $a_4 = 5173$

Исходя из полученных результатов с учетом этих значений образование изо-бутанола зависит от температуры и скорости реакции и результаты математических расчетов и экспериментов выражаются следующими функциями.

$$f_1 := a_1 * 40^3 + a_2 * 40^2 + 40 * a_3 + a_4; f_1 := 22,798240$$

$$f_2 := a * 50^3 + b * 50^2 + 50 * c + d; f_2 := 34,497500$$

$$f_3 := a * 60^3 + b * 60^2 + 60 * c + d; f_3 := 53,496560$$

$$f_4 := a * 70^3 + b * 70^2 + 70 * c + d; f_4 := 45,395380$$

$$f = a * t^3 + b * t^2 + c * t + d \text{ функция и } t = 40 \dots 70, f = 20 \dots 58;$$

На основании полученных результатов построены диаграммы образования изо-бутанола с помощью программы Maple 2018 (рис. 2).

Рисунок 2. Температурная зависимость синтеза изо-бутанола:
(а-экспериментально, б - математическим моделированием)

Проведенные расчеты показывают, что при математической обработке выход продукта, имеет точность 98%, что близко к экспериментальным данным.

$$u_1 - f_1 := 22,8 - 22 = 0,8; \quad 96 \%$$

$$u_2 - f_2 := 34,5 - 34 = 0,5; \quad 98 \%$$

$$u_3 - f_3 := 53,5 - 53 = 0,5; \quad 99 \%$$

$$u_4 - f_4 := 45,4 - 45 = 0,4; \quad 99 \%$$

Следовательно, экспериментальные результаты также основывались на скорости реакции. В этом

процессе Модель 2 была получена на основе данные табл. 1:

Модель 2.

t_i	40	50	60	70
ϑ_i	7,6	8,62	10,7	7,56
u_i	22,8	34,5	53,5	45,4

где: t_i - температура, ϑ_i - скорость реакции, u_i - выход изо-бутанола.

На основе этих результатов разработано несколько функций.

$$S(a_1, a_2, \dots, a_k) = \sum_{i=1}^4 [u_i - U_i]^2 = \sum_{i=1}^4 [u_i - f(t_i, \vartheta_i, a_1, a_2, a_3, a_4)]^2 \rightarrow \min$$

$$f(t_i, \vartheta_i, a_1, a_2, a_3, a_4) = a_1 t_i + a_2 t_i^2 + a_3 t_i \vartheta_i + a_4 \vartheta_i^2$$

Используя заданные значения этих функций сформулирована следующая система линейных

уравнений, и если ее упростить, то она выглядит следующим образом:

$$\left\{ \begin{array}{l} a_1 \sum_{i=1}^4 t_i^2 + a_2 \sum_{i=1}^4 t_i^3 + a_3 \sum_{i=1}^4 t_i^2 \vartheta_i + a_4 \sum_{i=1}^4 t_i \vartheta_i^2 = \sum_{i=1}^4 u_i t_i \\ a_1 \sum_{i=1}^4 t_i^3 + a_2 \sum_{i=1}^4 t_i^4 + a_3 \sum_{i=1}^4 t_i^3 \vartheta_i + a_4 \sum_{i=1}^4 t_i^2 \vartheta_i^2 = \sum_{i=1}^4 u_i t_i^2 \\ a_1 \sum_{i=1}^4 t_i^2 \vartheta_i + a_2 \sum_{i=1}^4 t_i^3 \vartheta_i + a_3 \sum_{i=1}^4 t_i^2 \vartheta_i^2 + a_4 \sum_{i=1}^4 t_i \vartheta_i^3 = \sum_{i=1}^4 u_i t_i \vartheta_i \\ a_1 \sum_{i=1}^4 t_i \vartheta_i^2 + a_2 \sum_{i=1}^4 t_i^2 \vartheta_i^2 + a_3 \sum_{i=1}^4 t_i \vartheta_i^3 + a_4 \sum_{i=1}^4 \vartheta_i^4 = \sum_{i=1}^4 u_i \vartheta_i^2 \end{array} \right.$$

На основе линейных систем для процесса формируют матрицы K, L и U, которым задаются следующие значения:

$$K = \begin{bmatrix} 12600 & 748000 & 109274.00 & 16895.7720 \\ 748000 & 45780000 & 6.46818000 \cdot 10^6 & 970393.6400 \\ 109274.00 & 6.46818000 \cdot 10^6 & 970393.6400 & 153332.5015 \\ 16895.7720 & 970393.6400 & 153332.5015 & 25231.85555 \end{bmatrix}$$

$$L = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \end{pmatrix} U = \begin{pmatrix} 9025.0 \\ 537790.0 \\ 80173.380 \\ 12600.41824 \end{pmatrix}$$

Используя формулу $L = K^{-1} * U$, находят пределы матрицы $L(a_1, a_2, a_3, a_4)$ и при этом получают следующие результаты:

$$a_1 = -142979756350144, a_2 = 0.284994001094674e - 2,$$

$$a_3 = 0.0750329624543156, a_4 = 0.0364723829334253$$

На основании полученных значений с использованием этой функции $f(t_i, \vartheta_i, a_1, a_2, a_3, a_4)$ проведенные

экспериментальные химические эксперименты показывают, что точность достигает 97%.

$$f_1 := a_1 * 40 + a_2 * 40^2 + 40 * 7.33 * a_3 + 7.33^2 * a_4; f_1 := 22.800000098$$

$$f_2 := a_1 * 50 + a_2 * 50^2 + 50 * 8.5 * a_3 + 8.13^2 * a_4; f_2 := 34.49999863$$

$$f_3 := a_1 * 60 + a_2 * 60^2 + 60 * 10.6 * a_3 + 10.6^2 * a_4; f_3 := 53.50000040$$

$$f_4 := a_1 * 70 + a_2 * 70^2 + 70 * 7.5 * a_3 + 7.5^2 * a_4; f_4 := 45.40000014$$

На основании полученных результатов была создана температурно-зависимая иконограмма синтеза изо-бутанола (рис. 3).

Рисунок 3. Иконограммы температурной зависимости синтеза изо-бутанола:
(а - на практике, б - математическим моделированием)

Выполненные расчеты показали, что точность полученных экспериментальных результатов составляет 98%, при их математической обработке на основе данных по выходу продукта и скорости реакции.

Таким образом, определены альтернативные условия и оптимальные технологические параметры производства продукта математической обработкой и моделированием результатов, полученных при синтезе изо-бутанола на основе этилена под высоким

давлением. Математическое моделирование результатов по средней скорости реакции, анализ кинетических параметров синтеза изо-бутанола, графиков аналитических функций и кинетических параметров позволили осуществить его синтез с максимальным выходом 53,5% при продолжительности реакции 5 ч и температуре 60 °С.

Список литературы:

1. Hahn H.-D., Dämbkes G., Rupprich N., Bahl H., Frey G.D. Butanols // Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. - Wiley. - 2013.

2. Gangolli S. (1999), The Dictionary of Substances and Their Effects, 5 (2 ed.), London: Royal Society of Chemistry, p. 523, ISBN 978-0-85404-828-1, retrieved 2010-01-17
3. Falbe Jürgen; Bahrmann, Helmut; Lipps, Wolfgang; Mayer, Dieter. "Alcohols, Aliphatic". Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. Weinheim: Wiley-VCH.
4. В.В. Лисицкий, З.Г. Расулев, А.С. Лапонов, И.М. Борисов, Х.С. Вахитов. //Способ получения алифатических спиртов, содержащих три и более атомов углерода. 10.01.2004
5. Abdullaev J.U., Nurmanov S.E., Parmanov A.B., Mirkhamitova D.X. Synthesis of aliphatic alcohols on the base on ethylene//National Association of Scientists. Yekaterinburg, Russia, -2020, № 60. P. 34-36.
6. A.B. Parmanov, S.E. Nurmonov, Sh. Djumagulov, J. Isomiddonov. Synthesis of divinyl ester of adipic acid // European Journal of Molecular & Clinical Medicine. ISSN: 2515-8260. Vol. 07, Iss. 07, 2020. P. 909-920.
7. Н.В. Ушева, О.Е. Мойзес, О.Е. Митянина, Е.А. Кузьменко. Математическое моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – Ст. 135.
8. Ziyadullayev A.E., Nurmonov S.E., Parmonov A.B., Jumartova U.U., Mavloniy M.I. Mathematical processing of the results of synthesis of vinyl ethers of cyanuric acid. Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe Poland (East European Scientific Journal) № 3(55), 2020.

ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ С МОЧЕВИНОЙ С ПОЛУЧЕНИЕМ КАРБАМАТНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Бабамуратов Бекзод Эргашевич

докторант, Термезский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Термез
E-mail: babamuratov1985@mail.ru

Тураев Хайит Худайназарович

д-р хим. наук, профессор,
Термезский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Термез
E-mail: hhturaev@rambler.ru

Джалилов Абдулахат Турапович

д-р хим. наук, профессор, академик АН РУз,
директор ООО «Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии»,
Республика Узбекистан, Ташкент. обл., Ташкентский р-н, п/о Ибрат
E-mail: gup_miixt@mail.ru

STUDY OF INTERACTION OF CELLULOSE WITH UREA TO OBTAIN CARBAMATE CELLULOSE

Bekzod Babamuratov

Postdoctoral Student, Termez State University,
the Republic of Uzbekistan, Termez

Hayit Turayev

Doctor of Chemistry, Professor, Termez State University,
the Republic of Uzbekistan, Termez

Abdulakhat Djalilov

LLC Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology,
Director. Academician of the Academy of Sciences of Uzbekistan,
doctor of chemical sciences, professor,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В статье изучен процесс получения целлюлозы из целлюлозосодержащих растений и взаимодействие полученной целлюлозы с мочевиной. Состав волокна определяли с помощью химических методов. Для изучения молекулярных характеристик целлюлозы и химического строения полученных производных использовали вискозиметрический метод, ИК-спектроскопию. На основе тростниковой целлюлозы, путем обработки её щёлочью и мочевиной, получены производные целлюлозы, содержащие карбонильные и амидные группы.

ABSTRACT

This article studies the production of cellulose from cellulose-containing plants and the interaction of the resulting cellulose with urea. The fiber composition was determined using chemical methods. To study the molecular characteristics of cellulose and the chemical structure of the obtained derivatives, the viscometric method and IR spectroscopy were used. On the basis of cane cellulose, by treating it with alkali and urea, cellulose derivatives containing carbonyl and amide groups have been obtained.

Ключевые слова: пшеничная солома, тростник, клещевина, уровень полимеризации, вискозиметрический метод, ИК- спектроскопия, гидрогель, аэрогель.

Keywords: wheat straw, reed, castor oil plant, polymerization level, viscometric method, IR spectroscopy, hydrogel, airgel.

Введение. Известно, что целлюлоза - один из важнейших полимерных материалов, который очень распространен в природе. Целлюлоза и ее производные являются основным источником сырья в таких отраслях как производство изделий из полиэтилена, в текстильной промышленности, химической промышленности, для получения гидрогеля и аэрогеля. Растения в природе являются источником большого количества целлюлозы, но из-за высокого спроса на целлюлозу и ее производные, не могут полностью удовлетворить спрос. Одним из важных аспектов является решение возникающих проблем за счет рационального использования местного сырья для удовлетворения таких потребностей [1-3].

Карбамат целлюлозы (КЦ) представляет собой биоразлагаемый и экологически чистый материал на биологической основе и, таким образом, представляет собой интересную альтернативу полимерам на нефтяной основе или волокнам из целлюлозы, полученным с использованием вискозного процесса [4, 5]. Дальнейшие исследования проводятся для определения количества азота, выделяемого в КЦ, когда для реакции с целлюлозой применяются различные концентрации мочевины. Также изучается влияние концентрации азота КЦ на его растворимость в мочевино-щелочной системе [6,7]. Продукты из регенерированной целлюлозы (гидрогели и аэрогели) изготавливаются путем быстрого растворения КЦ в мочевино-щелочной системе. Морфология регенерированных целлюлозных продуктов наблюдается под автоэмиссионным сканирующим электронным микроскопом (СЭМ). Превращения алломорфов в продукты регенерированной целлюлозы исследуются с помощью дифракции рентгеновских лучей (ДРЛ). Прозрачность регенерированных целлюлозных продуктов определяется с помощью спектрофотометра в ультрафиолетовой и видимой (УФ-видимой) области. Также оценивается степень набухания (DS) продуктов из регенерированной целлюлозы [8-10].

Экспериментальная часть. В данной статье, в основном, изучалось взаимодействие целлюлозы с мочевиной (карбамид). Процесс начали с разделения и переработки сырья, то есть с отделения целлюлозы от растений, так как растения являются одним из наиболее распространенных источников целлюлозного сырья. Известно, что существует множество видов растений, содержащие целлюлозу. Для эксперимента был выбран ряд растений, которым до сих пор уделялось мало внимания по извлечению целлюлозы из их состава, а именно пшеничная солома, тростник и клецевина.

Эксперимент проводили в трехгорлой колбе, снабженной мешалкой, термометром, обратным холодильником. Сначала растворили мочевины в дистиллированной воде, были приготовлены растворы мочевины разной концентрации, используя разные уровни температуры. Этот процесс был основан на коэффициенте растворимости мочевины. Далее, в приготовленные растворы мочевины, постепенно добавляли целлюлозные крошки, перемешивая с помощью перемешивающего механизма. Этот процесс проводили в диапазоне температур 20-30 °С и в течение 3 часов. Полученный продукт после фильтрации поместили в сушильный шкаф при температуре 35-45 °С для сушки. После сушки продукт в чашках Петри поместили в микроволновую печь с мощностью 700 W. Продукт нагревали около 60 минут при максимальном нагреве. Затем продукт достали из микроволновой печи и тщательно промыли в дистиллированной воде. Промытый продукт сушили, выдерживая его в сушильном шкафу при 60 °С. В результате получился светло-желтый полимер карбамат-целлюлозы. Полученный продукт взвесили и сравнили с массой сырья для расчета выхода реакции.

В таблице 1 показано количество целлюлозы в различных растениях и степень полимеризации полученной целлюлозы, определенной вискозиметрическим методом.

Таблица 1.

Анализ количества целлюлозы в растениях и степень полимеризации

Тип растений	Содержание целлюлозы, %	Температура реакции, °С	Степень полимеризации
пшеничная солома	46,5 - 48	120	960
		130	970
		140	980
тростник	48,5 - 49,8	120	975
		130	986
		140	997
клецевина	49,5 - 50	120	850
		130	950
		140	1050
хлопковое волокно	93-97	120	1200
		130	1130
		140	870

Графическое представление этой таблицы показано на рисунке 1. Как видно из таблицы 1 и рисунка 1, количество целлюлозы в хлопковом волокне и степень ее полимеризации выше, чем у остальных. Степень полимеризации у клешевины ближе к хлопковому волокну. Однако из-за небольшого количества этого растения, выращиваемого в Узбекистане, оно не может служить основным

источником сырья. Дальнейшие исследования проводились по изучению тростникового растения в качестве источника целлюлозы, потому что это растение широко распространено в дикой природе в разных частях Узбекистана. Используя полученную целлюлозу, проведена вторая часть эксперимента – получение карбаматацеллюлозы.

n – степень полимеризации, T – температура протекания реакции

Рисунок 1. График температурной зависимости степени полимеризации при отделении целлюлозы из растений

Полученный на основе местного сырья карбамат-целлюлозы, был анализирован на ИК-спектрофотометре (Рисунок 2).

Рисунок 2. ИК-спектр карбамата целлюлозы

На ИК-спектре видно, что в областях 3332 см^{-1} и 3288 см^{-1} расположены валентные колебания связей NH_2 и NH -групп, соответственно. Полосы поглощения в области 1109 см^{-1} указывают на наличие C-N группы, свидетельствующие о взаимодействии углеродного атома целлюлозы и аминогруппы карбамида. Полосы поглощения в областях 1001 см^{-1} , 1029 см^{-1} и 1056 см^{-1} относятся к валентным колебаниям C-C связей [6,7].

Выводы

По результатам реакции модифицирования целлюлозы, полученной из тростника, с карбамидом получен карбамат целлюлозы. Доказано преобразование карбаматных групп путем снятия ИК-спектров полученного образца.

Показана зависимость степени полимеризации получаемой целлюлозы от вида используемого целлюлозосодержащего растения, температуры реакции выделения целлюлозы и концентрации применяемых реагентов.

Список литературы:

1. Rahmonberdiev G., Murodov M., Negmatova K., Lysenko A. Effective Technology of Obtaining The Carboxymethyl Cellulose From Annual Plants // Materials science and engineering an introduction. –Switzerland, 2012.- P. 541-543.
2. Киёмов Ш.Н., Джалилов А.Т. Уретановый олигомер ОУ-400 // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2020. № 7 (76). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/9892>.
3. Willberg-Keyriläinen P., Hiltunen J., Ropponen J. Production of cellulose carbamate using urea-based deep eutectic solvents // Cellulose. – 2018. doi: 10.1007/s10570-017-1465-9.
4. Киёмов Ш.Н., Джалилов А.Т. Адгезия эпоксиуретанового полимера по металлу // Universum: технические науки. – 2020. – №. 9-2 (78).
5. S. Paunonen T., Kamppuri L., Katajainen C., et.al. Environmental impact of cellulose carbamate fibers from chemically recycled cotton // J. Clean. Prod. – 2019. doi: 10.1016/j.jclepro.2019.03.063.
6. Джалилов А.Т., Киёмов Ш.Н. Уретан-эпоксидные термореактивные полимерные системы в качестве антифрикционного материала // Булатовские чтения. – 2020. – т. 5. – С. 76-78.
7. Gan S., Zakaria S., Chia C.H., Chen R.S., et.all. Highly porous regenerated cellulose hydrogel and aerogel prepared from hydrothermal synthesized cellulose carbamate // PLoS One, 2017. doi: 10.1371/journal.pone.0173743.
8. Dahou W., Ghemati D., Oudia A., Aliouche D. Preparation and biological characterization of cellulose graft copolymers // Biochem. Eng. J.. - 2010, doi: 10.1016/j.bej.2009.10.006.
9. Тарасевич Б.Н. ИК-спектры основных классов органических соединений. Справочные материалы. М. МГУ-2012. – 55 с.
10. Киёмов Ш.Н., Джалилов А.Т. Трибология эпоксиуретанового полимера // Universum: технические науки. – 2019. – №. 6 (63).

ИЗУЧЕНИЕ СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ ТРОСТНИКА

Бабамуратов Бекзод Эргашевич

докторант, Термезский государственный университет.
Республика Узбекистан, г. Термез
E-mail: babamuratov1985@mail.ru

Джалилов Абдулахат Турапович

д-р хим. наук, профессор, академик АН РУз,
директор ООО «Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии»,
Республика Узбекистан, Ташкентская обл., Ташкентский р-н, п/о Ибрат

Тураев Хайит Худайназарович

д-р хим. наук, профессор,
Термезский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Термез

STUDYING THE METHOD OF OBTAINING CELLULOSE FROM CANE

Bekzod Babamuratov

Postdoctoral Student, Termez State University,
the Republic of Uzbekistan, Termez

Abdulakhat Djalilov

LLC Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology, Director.
Academician of the Academy of Sciences of Uzbekistan, doctor of chemical sciences, professor,
Republic of Uzbekistan. Tashkent

Hayit Turayev

Doctor of Chemistry, Professor, Termez State University,
the Republic of Uzbekistan, Termez

АННОТАЦИЯ

В данной статье исследован процесс получения целлюлозы из тростника, изучена зависимость степени полимеризации (СП) получаемой α -целлюлозы из тростника от концентрации щелочного раствора.

Исследовано влияние температуры на выход целлюлозы. Проведен ИК-спектроскопический анализ полученного продукта. Составлены диаграммы зависимости выхода целлюлозы и α -целлюлозы от концентрации NaOH при температуре 120 °C.

ABSTRACT

In this article, the process of obtaining cellulose from cane is investigated, the dependence of the degree of polymerization of the obtained α -cellulose from cane on the concentration of an alkaline solution is studied.

The effect of temperature on the cellulose yield has been investigated. IR-spectroscopic analysis of the obtained product was carried out. Diagrams of the dependence of the yield of cellulose and α -cellulose on the concentration of NaOH at a temperature of 120 °C were made.

Ключевые слова: тростник, отбеливание, уровень полимеризации, вискозиметрический метод, ИК-спектроскопия, щелочная варка.

Keywords: cane, bleaching, polymerization rate, viscometric method, IR spectroscopy, alkali boiling.

Введение. Целлюлоза, как наиболее широко распространенный природный полимерный материал, является одним из важнейших полуфабрикатов, применяемых в бумажной, текстильной и химической промышленности [1].

Растения в природе являются источником большого количества целлюлозы, но из-за высокого спроса

на целлюлозу и ее производные, полностью удовлетворить спрос не удаётся. Одним из важных аспектов является решение возникающих проблем за счет рационального использования местного сырья для удовлетворения таких требований [2, 3].

Основным растительным сырьем для производства целлюлозы является древесина хвойных, лиственных пород, хлопковое волокно и хлопковый линт. Целлюлозу можно получать и из таких не древесных видов растений, как лён, стебли хлопчатника (гуза-пая), конопля, джут, кенаф и др. [4-6].

Однако, за последние 20-30 лет широкое распространение находят также и однолетние растения: солома ржи, ячменя, пшеницы, риса, тростника и клеверина. За рубежом целлюлозу получают также из бамбука и багассы [7].

Но, несмотря на наличие значительной сырьевой базы, в последнее время, исследователями и технологами ведутся интенсивные поиски новых видов целлюлозосодержащего сырья для получения целлюлозы [8].

Как упоминалось, основными видами целлюлозосодержащего сырья являются древесина лиственных и хвойных пород, а также однолетние растения [9,10]. При этом, практическое содержание целлюлозы в них одинаковое (38-43%). Тогда как, содержание лигнина в древесине в 2,5-3 раза больше, чем у однолетних растений, а содержание гемицеллюлоз преобладает в однолетних растениях [11, 12].

Дальнейшие исследования проводились по изучению тростникового растения в качестве источника целлюлозы, потому что это растение широко распространено в дикой природе в разных частях Узбекистана.

Предварительными исследованиями показано, что в тростнике имеется около 55 % целлюлозы. Поэтому проведение научно-исследовательских работ по разработке технологии получения целлюлозы из тростника, является актуальной задачей.

Целью работы является нахождение оптимальных условий реакций получения α -целлюлозы из однолетнего тростникового растения.

Экспериментальная часть. В данной статье изучался процесс получения целлюлозы из тростника. Для проведения реакции тщательно промыли смесь стеблей и листьев мелко измельченного тростникового

растения в дистиллированной воде для удаления песка и других примесей, затем хорошо высушили.

Эксперименты проводили в автоклаве, снабженном мешалкой, термометром и манометром. Работу начали с погружения сырья в щелочной раствор определенной концентрации, для выделения целлюлозы. Процесс набухания занимает около 3 часов. В ходе исследования использовались щелочные растворы разной концентрации. Далее смесь, смоченную щелочью, помещали в автоклав, плотно закрыли крышку автоклава, включили нагрев. Работы проводились при разной температуре и времени нагрева. По результатам анализов пришли к выводу, что наилучший выход целлюлозы получился при температуре 120⁰С и при времени нагрева 1,5 часа. Далее работы проводили при нагреве автоклава до температуры 120 °С и поддерживали данную температуру в течение 90 минут. Давление в автоклаве поддерживали на уровне 1–1,5 МПа. В конце процесса получившуюся массу достали из автоклава и тщательно промыли в дистиллированной воде. Во время промывания определяли pH среду промывных вод индикаторной бумагой. Промывали до pH = 7,5. Затем промытую массу поместили в сушильный шкаф для сушки при 40-60 °С. Из-за светло-желтого цвета полученного продукта после сушки, далее проводили процесс отбеливания с использованием свежеприготовленного 3%-ного раствора гипохлорита натрия. Этот процесс проводили в трехгорлой колбе, снабженной мешалкой, термометром, обратным холодильником. Высушенный продукт поместили в колбу, залили раствором гипохлорита натрия, включили мешалку и перемешивали со скоростью 300 об/мин. Температуру поддерживали на уровне 70 °С. Длительность процесса около 1,5-2 часов. Далее полученную массу тщательно промыли дистиллированной водой до pH=7,5. Полученный продукт высушили в сушильном шкафу при температуре 60-70⁰С. Получился белый продукт - целлюлозное волокно. Полученный продукт взвесили и сравнили с массой сырья для расчета выхода реакции. Выход реакции составил 46,5–51%.

Таблица 1.

Физико-химические показатели получения целлюлозы и степень полимеризации (СП) α -целлюлозы

№	NaOH, г/л	Температура, °С	t, час	Выход целлюлозы, %	Влажность, %	Зольность, %	α -целлюлоза, %	СП
1.	50	120	1,5	70	2,9	2,4	52,8	990
2.	55	120	1,5	65	3,4	1,8	68,1	985
3.	60	120	1,5	60	3,7	1,2	85,4	970
4.	65	120	1,5	55	3,9	1,0	89,7	920
5.	70	120	1,5	50	4,1	0,95	92,9	850

При получении целлюлозы были проведены исследования щелочной варки тростника с различными концентрациями NaOH, и изучены основные характеристические показатели полученного продукта. Данные приведены в таблице 1.

Графическое представление этой таблицы показано на рисунке 1.

Рисунок 1. Зависимость выхода целлюлозы и α-целлюлозы от концентрации NaOH при температуре 120 °C

Как видно на рисунке 1, при температуре 120 °C и концентрации щёлочи 70 г/л получается наибольший выход α-целлюлозы.

Полученную из тростника целлюлозу, анализировали с помощью ИК-спектроскопии (рис.2).

Рисунок 2. ИК-спектр полученной целлюлозы

ИК-спектр показывает, что в областях 3331 см⁻¹ и 3271 см⁻¹ наблюдаются валентные колебания связей -ОН группы. Поглощение полос в области 2900 см⁻¹ указывает на наличие группы -CH₂. Поглощение полос в областях 1001 см⁻¹, 1029 см⁻¹ и 1056 см⁻¹ связано с валентными колебаниями связей -C – C- групп [5].

Выводы

Исследован процесс получения целлюлозы из тростника. Показано, что выход α-целлюлозы, из листьев и стеблей тростника, получается

наилучшим при концентрации щелочи более 70 г/л. Состав и структура целлюлозы исследовались с помощью ИК-спектроскопии, в ИК-спектре появляются пики, соответствующие гидроксильным группам в областях 3321 и 3271 см⁻¹, а также деформационные колебания в областях 1040 и 1060 см⁻¹. связей C – C групп.

Степень полимеризации полученной α-целлюлозы уменьшается с увеличением концентрации щелочи от 50 г/л до 70 г/л, соответственно от 990 до 850.

Список литературы:

1. P. Willberg-Keyriläinen, J. Hiltunen, and J. Ropponen, "Production of cellulose carbamate using urea-based deep eutectic solvents," *Cellulose*, 2018, doi: 10.1007/s10570-017-1465-9.
2. G. Rahmonberdiev, M. Murodov, K. Negmatova, A. Lysenko. "Effective Technology of Obtaining The Carboxymethyl Cellulose From Annual Plants"// Materials science and engineering an introduction. –Switzerland, 2012.-pp 541-543.
3. S. Gan, S. Zakaria, C.H. Chia, R.S. Chen, A.V. Ellis, and H. Kaco, "Highly porous regenerated cellulose hydrogel and aerogel prepared from hydrothermal synthesized cellulose carbamate," *PLoS One*, 2017, doi: 10.1371/journal.pone.0173743.
4. S. Paunonen, T. Kamppuri, L. Katajainen, C. Hohenthal, P. Heikkilä, and A. Harlin, "Environmental impact of cellulose carbamate fibers from chemically recycled cotton," *J. Clean. Prod.*, 2019, doi: 10.1016/j.jclepro.2019.03.063.
5. Тарасевич Б.Н. ИК-спектры основных классов органических соединений. Справочные материалы. М. МГУ-2012. – 50-60 с.
6. W. Dahou, D. Ghemati, A. Oudia, and D. Aliouche, "Preparation and biological characterization of cellulose graft copolymers," *Biochem. Eng. J.*, 2010, doi: 10.1016/j.bej.2009.10.006.
7. Aref.I. M. (2005). "Performance of Leucaena lencecephala and Albizia lebbeck trees under low irrigation water in the field." *Journal of the Saudi Society' of Agricultural Sciences* 4(1). 51-60.
8. Lopez F., Garcia M.M., Yanez R., Tapias R. Fernandez M. and Diaz M.J. (2008). "Leucaena species valoration for biomass and paper production in 1 and 2 year harvest," *Bioresource Technol* 99(11). 4846-4853. DOI: 10.1016/j.biortech.2007.09.048.
9. Hindi S.S.Z., Bakhshwain A.A., and El-Feel A. (2010). "Physico-chemical characterization of some Saudi ligno-cellulosic natural resources and their suitability for fiber production," *Journal of Meteorology, Environment and Arid Land Agriculture Science* 21(2). 45-55. DOI: 10.4197/Met.21-2.4.
10. Zhang M.Q. (2007). "Polymeric materials from natural resources - Emerging as the times require." *eXPRESS Polymer Letters* 1(7). 406-406. DOI: 10.3144/expresspolymlett.2007.57.
11. Tang L.G., Hon D.N.S., and Zhu Y.Q. (1997). "An investigation in solution acetylation of cellulose by microscopic techniques," *Journal of Applied Polymer Science* 64(10). 1953-1960. DOI: 10.1002/(SICI)1097-4628(19970606).
12. Edgar K.J., Buchanan C.M., Debenham, J S., Rundquist P.A., Seiler B.D. and Shelton M.C. (2001). "Advances in cellulose ester performance and application." *Progress in Polymer Science* 26(9). 1605-1688. DOI: 10.1016/S0079-6700(01)00027-2.

**ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ И КОЛИЧЕСТВА КАТАЛИЗАТОРА
ПРИ СИНТЕЗЕ МОРФОЛИНОВЫХ НЕНАСЫЩЕННЫХ ПРОДУКТОВ
ПРИ УЧАСТИИ ВИНИАЦЕТИЛЕНА**

Жумаев Жаббор Хамрокулович

ассистент кафедры химии
Бухарского инженерно-технологического института,
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: jabbor.jumayev@mail.ru

Ахмедов Вохид

доцент кафедры химии
Бухарского инженерно-технологического института,
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: voxid7@mail.ru

Шарипова Насиба Уктамовна

ассистент кафедры химии
Бухарского инженерно-технологического института,
Республика Узбекистан, г. Бухара

**INFLUENCE OF THE NATURE AND AMOUNT OF THE CATALYST IN THE SYNTHESIS
OF MORPHOLINE UNSATURATED PRODUCTS WITH THE PARTICIPATION
OF VINYL ACETYLENE**

Jabbor K. Jumaev

Assistant of the Department of Chemistry,
Bukhara Engineering Technological Institute,
Republic of Uzbekistan, Bukhara

Vohid As. Akhmedov

Professor of the Department of Chemistry
Bukhara Institute of Engineering and Technology,
Republic of Uzbekistan, Bukhara

Nasiba Uk. Sharipova

Assistant of the Department of Chemistry,
Bukhara Engineering Technological Institute,
Republic of Uzbekistan, Bukhara

АННОТАЦИЯ

В статье изучено влияние катализаторов на реакцию морфолина на соединение с винилацетиленом. Катализаторы выполняются в двух различных системах, среди которых рекомендуется альтернативная.

ABSTRACT

The article studies the effect of catalysts on the reaction of morpholine on the compound with vinyl acetylene. The catalysts are manufactured in two different systems, among which an alternative is recommended.

Ключевые слова: Винилацетилен, N-морфолинбутадиен-2,3, вторичный амин, катализатор, ДМСО, гидроксид натрия, гидроксид лития, гидроксид калия, гомогенный катализ, гетерогенный катализ.

Keywords: Vinyl acetylene, N-morpholinebutadiene-2,3, secondary amine, catalyst, DMSO, sodium hydroxide, lithium hydroxide, potassium hydroxide, homogenous catalysis, heterogeneous catal

Введение

Во многих каталитических процессах выход продукта и направление реакции сильно зависят от природы и количества применяемого катализатора и

растворителя, температуры проведения реакции, молярного соотношения реагентов, от скорости введения первичных реагентов [1,2]. Так реакция аммиака и аминов с простыми олефинами протекает

только в сложных условиях в присутствии катализаторов. Например: N-этиланилин можно получить из анилина и этилена, а для накопления аминов по связи ($-C\equiv C-$) необходимо увеличить давление и количество катализаторов, поэтому реакция идет при давлении 200 атмосфер, при температуре 300 °C в присутствии натрия с выходом 80-90% продукта. Однако в этих условиях реакция не прекращается во время нормальной виниловой этапы или вместо ожидаемых виниламинов образуются изомеры оснований Шиффа [3,4].

Присутствие алленовой группы и атома азота в молекуле алленовых производных аминов позволяет

им претерпевать различные химические изменения, включая реакции полимеризации и агрегации, что обуславливает важность изучения виниловых соединений, в связи, с чем было написано немало специальных руководств, основанных на их полимеризации в лабораторных экспериментах [5, 6].

При нагревании в водном растворе (под давлением), вторичные амины соединяются с винилацетиленом с образованием алленаминов, которые затем под действием пролонгированного амина или под действием спиртов превращаются в ацетиленамины.

Амины не связываются с винилалкилатцикленами при нагревании до $t < 120$ °C под давлением.

Цель исследования:

Изучение влияния различных катализаторов на синтез N-морфолинбутадиен-2,3. Выбор наиболее подходящего катализатора в зависимости от выхода продукта.

Материалы и методы исследований

Реакцию получения алленовых производных морфолина проводили в присутствии катализатора ХОН ($X=K, Na, Li$) приготовленного для гомогенной и для гетерогенной систем реакций синтеза.

А) Способ приготовления катализатора для гетерогенной системы: Катализатор готовили методом пропитывания. Для этого готовили раствор, добавляя 21,43 г ХОН к 50 мл воды. Приготовленный раствор ХОН добавляли к 50 г активированного угля (этикетка AU-L) в фарфоровом тигле и медленно нагревали при постоянном перемешивании, процесс останавливали после достижения состояния флюса. Подготовленный катализатор сушили в сушильном

шкафу при 150 °C в течение 3 часов. Готовый катализатор затем использовали для реакции.

Б) Способ приготовления катализатора для гомогенной системы: Колбу Эрленмейера поместили на регулируемый нагреватель. В начале реакции в колбу наливали смесь из 2,55 г ХОН и 50 мл ДМСО, смесь перемешивали, и нагревали при 97-100 °C, затем охлаждали до 35 °C. Готовый катализатор затем использовали для реакции, которая была описана в предыдущей статье [7].

Результаты исследования и обсуждение

Кроме этого было изучено влияние природы катализатора на процесс образования алленовых аминов. В качестве катализаторов использовали гидроксиды лития, натрия, калия. Во всех случаях было обнаружено образование N-морфолинбутадиен-2,3. Результаты образования, полученные в зависимости от природы используемого катализатора, представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Влияние природы катализатора на выход N-морфолинбутадиен-2,3 (продолжительность реакции 4 часа, температура 70-75°C)

№	Катализатор	Выход продукта, %
1.	LiOH	17,6
2.	NaOH	15,4
3.	KOH	25,0

Как видно из таблицы 1, наиболее активным катализатором является КОН, при котором выход N-морфолинбутадиен-2,3 составляет 17,6%, а при LiOH и NaOH составляют 15,4 и 25,0 % соответственно. По нашему предположению гомогенный катализатор на основе КОН в растворе ДМСО наиболее активизирует и усиливает химическую реакцию образования алленовых аминов.

Затем, для того, чтобы определить, как влияет количество выбранного катализатора (КОН) на реакцию получения алленового амина и времени реакции, процесс проводили в растворе ДМСО, изменяя количество КОН (10-20% по массе морфолина). Полученные результаты показаны на рисунке 1.

Рисунок 1. Влияние количества катализатора на реакцию получения N-морфолинбутадиена-2,3 (при температуре 70-75°C): (1)-10% по отношению к массе амина; (2)-15% по массе амина; (3)-20% по массе амина

Анализ полученных результатов показывает, что увеличение количества катализатора в пределах 15% по отношению к массе морфолина приводит к увеличению выхода N-морфолинбутадиена-2,3. Дальнейшее увеличение количества катализатора, как показано на Рис. 1, отрицательно влияет на выходе продукта, что приводит к снижению выхода N-морфолинбутадиена-2,3. По результатам исследования можно сказать, что необходимое количество катализатора для синтеза N-морфолин-бутадиена-2,3 из морфолина и винилацетилена составляет 15%.

Выводы

Реакцию проводили в гомогенной системе, так как в ней по сравнению с реакцией в гетерогенной системе преобладал наиболее высокий выход

N-морфолинбутадиена-2,3 и одновременно с этим уменьшалось время продолжительности реакции.

В поисках катализатора участвующего в реакции получения N-морфолинбутадиена-2,3 в гомогенной системе, в лабораторных условиях обеспечивающего наиболее максимальный выход данного продукта, применяли соединения содержащие LiOH, KOH, NaOH. Экспериментальным путем было доказано что использование катализатора на основе (KOH) в количестве 15% (по массе морфолина) позволяет наиболее эффективно получить около 25% выхода продукт и повлиять на время продолжительности данной реакции.

В целом реакцию можно описать следующим образом.

Список литературы:

1. Рахматов М.С. Влияние катализатора, температуры и растворителя на синтез и выход продукта реакции с виниловым эфиром салициловой кислоты в присутствии винилацетилена. Universum: химия и биология Архив выпусков журнала "Химия и биология" 2020 11(77)
2. Shomurod N., Vokhid A., Bobir O. Preliminary Quantum Chemical Analysis of Synthesized Monomers with the Participation of Vinylacetylene //International Journal of Progressive Sciences and Technologies. – 2020. – Т. 22. – №. 2. – С. 50-56.
3. Атоев Э.Х. Строение и свойства внутрикомплексных соединений 8-меркаптохинолина (тиооксина) и его производных. Universum: химия и биология. Электрон. научн.журн. Вып. 10 (76_2) стр. 29-32, 2020.

4. Ахмедов В.Н., Олимов Б.Б. У., Назаров Ш.К. Электронная структура и квантово-химические расчёты виниловых эфиров фенолов //Universum: химия и биология. – 2020. – №. 4 (70).
5. Назаров Ш.К. Ахмедов В.Н. Олимов Б.Б. Хаитов С. Синтез мономеров при участии винилацетилена из одноатомных фенолов содержащих ариловую группу Электрон. научн.журн. Вып. 11 (77) стр. 11-15, 2020
6. Жумаев Ж.Х., Шарипова Н.У., Рамазанов Б.Г. Электронная структура и квантово-химические расчёты ненасыщенных производных морфолина. Научный журнал.Universum: химия и биология: Москва, 2020. №7(73) С.60-63
7. Жумаев Ж.Х., Шарипова Н.У. Влияние растворителей на процесс взаимодействия морфолина с винилацетиленом //Universum: химия и биология: электрон. научн. журн. Часть-2. 2020- С. 4-6.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Научный журнал

**UNIVERSUM:
ХИМИЯ И БИОЛОГИЯ**

№ 2(80)
Февраль 2021

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+