

Евразийский Союз Ученых.
Серия: медицинские, биологические и химические науки

Ежемесячный научный журнал

№ 6 (87)/2021 Том 1

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Макаровский Денис Анатольевич

AuthorID: 559173

Заведующий кафедрой организационного управления Института прикладного анализа поведения и психолого-социальных технологий, практикующий психолог, специалист в сфере управления образованием.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Карпенко Юрий Дмитриевич

AuthorID: 338912

Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью ФМБА, Лаборатория эколого-гигиенической оценки отходов (Москва), доктор биологических наук.

Малаховский Владимир Владимирович

AuthorID: 666188

Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Факультеты, Факультет послевузовского профессионального образования врачей, кафедра нелекарственных методов терапии и клинической физиологии (Москва), доктор медицинских наук.

Ильясов Олег Рашитович

AuthorID: 331592

Уральский государственный университет путей сообщения, кафедра техносферной безопасности (Екатеринбург), доктор биологических наук

Косс Виктор Викторович

AuthorID: 563195

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма, НИИ спортивной медицины (Москва), кандидат медицинских наук.

Калинина Марина Анатольевна

AuthorID: 666558

Научный центр психического здоровья, Отдел по изучению психической патологии раннего детского возраста (Москва), кандидат медицинских наук.

Сырочкина Мария Александровна

AuthorID: 772151

Пфайзер, вакцины медицинский отдел (Екатеринбург), кандидат медицинских наук

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Художник: Валегин Арсений Петрович

Верстка: Курпатова Ирина Александровна

Адрес редакции:

198320, Санкт-Петербург, Город Красное Село, ул. Геологическая, д. 44, к. 1, литера А

E-mail: info@euroasia-science.ru ;

www.euroasia-science.ru

Учредитель и издатель ООО «Логика+»

Тираж 1000 экз.

СОДЕРЖАНИЕ

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

Вълканова Н.
КАЧЕСТВА ВОДЫ ДЛЯ КУПАНИЯ В ДОБРИЧСКОЙ
ОБЛАСТИ - СЕВЕРО-ВОСТОЧНОМ ПОБЕРЕЖЬЕ
ЧЕРНОГО МОРЯ..... 3

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Ганиева Р.А., Дадашева С.Б.,
Джафарова Дж.Р., Гасанов Р.А.*
ЗАЩИТА БИОАКТИВНОЙ КОМПОЗИЦИЕЙ НА
ОСНОВЕ ПЛЮМБАГИНА (*CERATOSTIGMA*
PLUMBAGINOIDES BUNGE) И НА-АСКОРБАТОМ
ПИГМЕНТОВ И ФСII ПРИ ОКИСЛИТЕЛЬНОМ
СТРЕССЕ 8

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Алиев И.И., Исмаилова С. Ш.,
Гусейнова Ш.А., Ахмедова Дж.А.*
ФАЗОВЫЕ РАВНОВЕСИЕ В СИСТЕМЕ As_2Te_3-
 $Cu_2Cr_4Te_7$ 14

*Бордина Г.Е., Лопина Н.П.,
Некрасова Е.Г., Богочанов В.С., Гуреев С.Ю.*
ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФЕЙСЛИФТИНГА 18

*Лопина Н.П., Бордина Г.Е.,
Некрасова Е.Г., Гуреев С.Ю., Богочанов В.С.*
ХИМИЯ БОЛИ 22

*Муродова З.Б.,
Хушвактов М., Абдурахманова З.Э.*
НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ МЕХАНИЗМА ГЛУБОКОГО
ОКИСЛЕНИЯ ЭТАНОЛА НА ПОВЕРХНОСТИ
КАТАЛИЗАТОРА ТЕРМОКАТАЛИТИЧЕСКОГО
СЕНСОРА 27

ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЕ НАУКИ

Котлова Л.И., Цокова Т.Н.
ВЫБОР РАСТВОРИТЕЛЯ ДЛЯ
СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА
ТРЕХКОМПОНЕНТНОЙ ЛЕКАРСТВЕННОЙ СМЕСИ.. 33

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

КАЧЕСТВА ВОДЫ ДЛЯ КУПАНИЯ В ДОБРИЧСКОЙ ОБЛАСТИ - СЕВЕРО-ВОСТОЧНОМ ПОБЕРЕЖЬЕ ЧЕРНОГО МОРЯ.

DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2021.1.87.1390

Валканова Н.

*кандидат медицинских наук, доцент
Медицинский университет Варны*

BATHING WATER QUALITY IN DOBRICH REGION ON THE NORTHEAST BLACK SEA COAST

Valkanova N.

*Candidate of Medical Sciences, Associate Professor
Medical University of Varna*

РЕЗЮМЕ

Качество воды для купания в Европе остается высоким на протяжении десятилетий, места для купания соответствуют самым высоким и самым строгим стандартам качества Европейского Союза.

Цель и задача: Дать сравнительную характеристику качества воды для купания в Добричском районе Северного Причерноморья на 2018-2013 гг. и 2014-2018 гг.

Материалы: Образцы морской воды 880 штук(2008-2013) и 740 штук (2014-2018) в стерильных стеклянных флаконах емкостью 300-500 мл, отобранные компанией RHI Dobrich, результаты микробиологических исследований морской воды, отчеты, анализы.

Методы: документальный, лабораторный, статистический, графический.

Результаты: Проведен сравнительный анализ качества воды для купания за два периода: 6 лет (2008-2013 гг.) и 5 лет (2014-2018 гг.) В Северо-восточном черноморском прибрежном районе Добричского района. на основе изученных 20 точек отбора проб. В 2008-2013 годах нестандартные пробы морской воды были обнаружены в среднем на 17,04%, при этом самая высокая относительная доля составила 32,4% в 2011 году и 31,69% в 2009 году, после чего она резко упала до 0,70% в 2012 году и 4,92% в 2013 году. Анализ вод для купания в период 2014-2018 гг. показывает, что в 75% баллов они имеют оценку «отлично» и 25% - «хорошо».

Выводы: 1 Риска для здоровья от загрязнения морских вод, используемых для купания в летний сезон 2008-2013 гг. отсутствует. 2. Отклонения с нестандартными пробами и повторяемостью за два периода (2008-2013 и 2014-2018 гг.) есть в двух точках - Божурец и Крапец-Север 3. В водах для купания Fish-Fish и Русалка улучшили показатель с «хорошо» в «Отлично». 4. Нет районов с мгновенным загрязнением и плохим качеством морской воды.

SUMMARY

The quality of bathing water in Europe has remained high for decades. Bathing sites meet the highest and strictest "excellent" quality standards of the European Union. Aim and task: to make a comparative characteristic of the quality of bathing water in Dobrich region in the Northern Black Sea coastal region for 2018-2013 and 2014-2018.

Materials: Seawater samples 880 pieces(2008-2013) pieces+740 pieces (2014-2018), in sterile glass bottles of 300-500 ml, sampled by RHI Dobrich, results of microbiological studies of seawater, reports, analyzes.

Methods: documentary, laboratory, statistical, graphic.

Results: The comparative analysis of the quality of bathing waters in two periods of 6 years (2008 - 2013) and 5 years (2014-2018) in the Northeast Black Sea coastal region of Dobrich District is based on the studied 20 sampling points. For 2008 - In 2013, non-standard seawater samples were detected by an average of 17.04%, with the highest relative share of 32.4% in 2011 and 31.69% in 2009, after which it dropped sharply to 0.70% in 2012 and 4.92% in 2013. The analysis of bathing water in the period 2014-2018 shows that in 75% of the points they have "excellent" assessment and 25% in "good".

Conclusions: 1. There is no health risk of pollution of sea water used for bathing in the summer season 2008-2013. 2. Deviations with non-standard samples and repeatability during the two periods (2008 - 2013 and 2014-2018) are in two points - Bozhurets and Krapets-North. 3. At the checkpoint Fish-Fish and Rusalka the bathing waters have improved the indicator from "good" to "Excellent".

Ключевые слова: морская вода, вода для купания, точки, отбор проб, классификация, профиль.

Key words: sea water, bathing water, points, sampling, classification, profile

Введение: Перед лицом растущих угроз, связанных с чрезмерной эксплуатацией морских ресурсов, загрязнением и изменением климата, необходимы срочные действия для восстановления хорошего состояния европейских морей. По

данным Европейского агентства по окружающей среде (ЕАОС), качество воды для купания в Европе остается высоким на протяжении десятилетий. Почти 85% мест для купания, наблюдаемых в Европе в 2019 году, соответствуют самым строгим

стандартам качества Европейского Союза. Исполнительный директор ЕАОС Ханс Брунинк: «Более чистая вода для купания приносит пользу не только нашему здоровью и благополучию, но и здоровью окружающей среды».

Законодательство определяет, что качество воды для купания может быть классифицировано как «отличное», «хорошее», «удовлетворительное» или «плохое» в зависимости от количества фекальных бактерий. Страны-члены ЕС обязаны принимать меры в случае оценки «плохой» и запрещать использование. Принимаются корректирующие меры с рекомендациями по ограничению купания. Качество морской воды в Болгарии проходит регулярный зранный контроль. Условия и порядок определения территориального охвата побережья Черного моря и прибрежной пляжной полосы регулируются угрозой для побережья Черного моря, а государственный санитарный контроль факторов окружающей среды - подзаконными актами (2,4,5,6,7) Основными загрязнителями являются сточные воды и сток воды с сельскохозяйственных угодий и земель. Обильные дожди способствуют заеданию канализации и смыванию загрязненной воды в реках и морях. (1,7,10,14.)

Цель и задачи: Анализ качества воды для купания (профилей воды для купания) в Добричском районе за период 2008-2013 гг. и 2014-2018 гг.

Материалы: Мониторинг вод для купания проводился в соответствии с индикаторами,

включенными в Постановление №5 об управлении качеством воды для купания (SG, выпуск 53/2008): BDS ENISO7899-1 для «кишечных энтерококков» и BDS ENISO 9308 -3 для «Escherichia coli». Требования по минимальной частоте отбора проб выполняются, поскольку пробы отбираются из точек, определенных с географическими координатами. Для их точного определения используется GPS. Пробы 880+740 штук отбираются в стерильные стеклянные флаконы емкостью 300-500 мл. и специальная защитная одежда - комбинезона и спасательного жилета и при необходимости использовать удочку с телескопической ручкой. Профили воды для купания подготовлены Областной инспекцией здравоохранения (РНИ) Добрич.

Методы: используются лабораторные, документальные, статистические, графические методы.

Полученные результаты: Мы показываем сравнительный анализ качества воды для купания в течение двух периодов: 6 лет (2008-2013) и 5 лет (2014-2018) в Северо-восточном черноморском прибрежном районе Добричского района.

На побережье Добруджи приходится 32,24% длины всех пляжей и 31,52% их площади. По территориально-административному принципу есть три черноморских муниципалитета: Шабла, Каварна, Балчик. Распределение береговой линии и количество соответствующих контрольных точек представлены в Таблице №1.

Таблица №1

Распределение береговой линии и количество соответствующих контрольных точек

Муниципалитет	Длина береговой линии, прилегающей к соответствующему муниципалитету	Количество зон контроля точки
Сабля (Шабла)	40 км.	4 броя считать
Каварна	42 км.	7 броя считать
Балчик	18 км.	9 броя считать

На черноморском побережье Добричской области 20 точек отбора проб. Их характеристики от №1 до №20 за период 2008-2013 гг. Анализируются по: географическому положению, местности, зоне купания, доступу на территорию, характеристикам дна, средней глубине, посещаемости, загрязненности местности, занятиям водными видами спорта, температуре

моря, вода, осадки, точечные источники загрязнения, охраняемые территории и др.(2) Из 880 проб моря, отобранных и проанализированных за 6 лет (в период 2008-2013 гг.) из 20 мест для купания с одной точкой отбора проб морской воды, были обнаружены отклонения с большими различиями в отдельных точках. (Рис. №1)

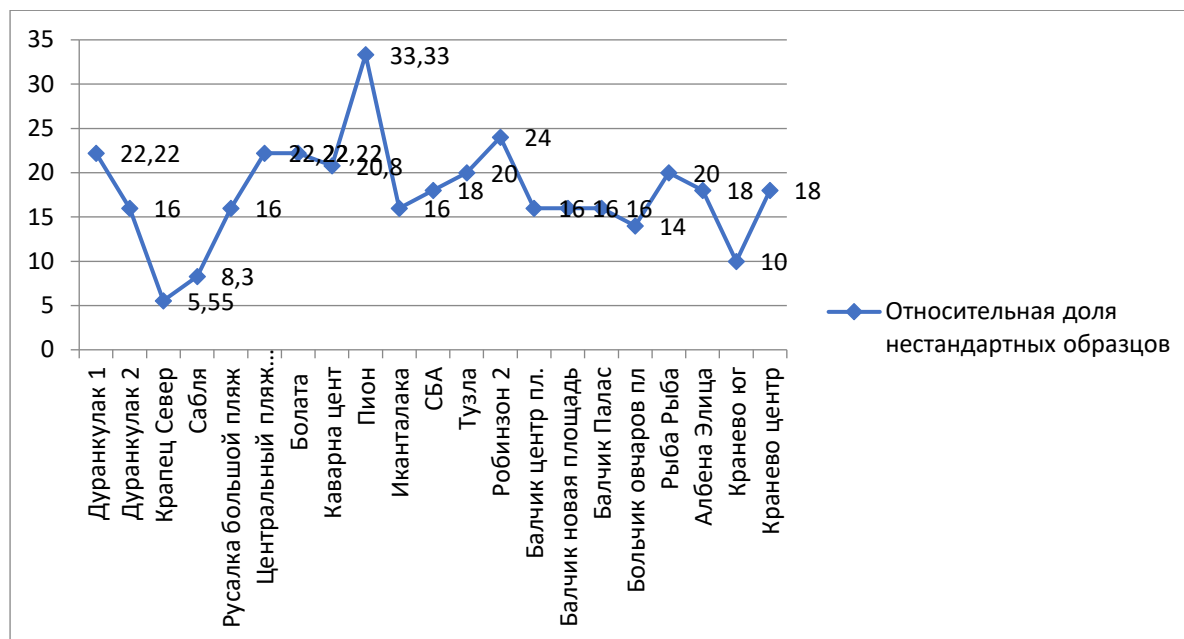


Рис. 1 Относительная доля (%) нестандартных проб - по точкам на Черноморском побережье Добричской области за период 2008-2013г.

Нестандартные пробы морской воды были обнаружены в среднем на 17,04%, при этом самая высокая относительная доля составила 32,4% в 2011 году и 31,69% в 2009 году, после чего она резко упала до 0,70% в 2012 году и 4,92% в 2013 году. нестандартные пробы в точках на побережье. Черного моря показывают, что он колеблется от 5,55% (Крапец) до 20,0% (Рыба-Рыба), 22,22% (Русалк) и 24,0% (Робинзон) до 33,33% (Божурец) Все соответствуют рекомендованным значениям.

Классификация качества воды для купания в соответствующих зонах купания для каждого из лет с 2008 по 2013 год составлен по результатам мониторинга за один сезон за купание (на соответствующий год) в соответствии с требованиями старого Постановления № 11 о качество воды для купания с 2002 г. (действует по классификации до 2014 г.)

По ее словам, зоны делятся на следующие категории:

ОП - соответствующие рекомендованным значениям (согласно Постановлению № 11)

ОЗ - соответствующие обязательным значениям (согласно Постановлению № 11)

Н / Д - не соответствует обязательным значениям (согласно Постановлению № 11)

С - запрещено

За второй период исследования показатели изменились.

Классификация качества воды для купания в соответствующих купальных зонах в сезонах 2014, 2015, 2016, 2017 и 2018 годов производится на основании результатов мониторинга за пять последовательных купальных сезонов) в соответствии с требованиями «новое» Постановление № 5 об управлении качеством воды для купания от 2008 г. (в силе с категоризацией 2014 г.)

Профили воды для купания в прибрежном регионе Черного моря 2014-2018 гг.

Оценка качества воды для купания классифицируется в соответствии с нормативно определенными критериями и процедурами. Это основано на требованиях Директивы 2006/7 / ЕС Европейского парламента и Совета от 15 февраля 2006 г. об управлении качеством воды для купания и отмене Директивы 76/160 / ЕЕС (ОJ L 64, 4.3.2006, стр. 1). , стр. 37), а также Постановление № 5 об управлении качеством воды для купания (ГТ, выпуск 53/2008). Цель состоит в том, чтобы увеличить количество вод для купания, классифицируемых как «отличные» или «хорошие». Информация, которую он предоставляет, предназначена для людей, заинтересованных в купании в водах прибрежного региона Черного моря. Создание и поддержание базы данных для мониторинга, проводимого в течение сезонов, осуществляется Региональной инспекцией здравоохранения (РНИ) Добрич, которая является компетентным органом Министерства здравоохранения. Другим компетентным органом является Бассейновое управление водного хозяйства в Черноморском регионе - Варна (BDCR-Варна) Министерства окружающей среды и водных ресурсов (МЭВ).

Исследования и исследования для формирования оценки производятся по группе показателей описательного характера:

- Зона
- Панорамный вид
- Местоположение воды для купания: Страна, Район, Муниципалитет, Северо-восточное побережье Черного моря.
- Пункт мониторинга
- Остальные требования следуют динамике обзора профиля, типов источников загрязнения с зонами воздействия до оценки риска с

классификацией на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «плохо» в зависимости от количества фекальных бактерий:

- Категоризация воды для купания
- Последний обзор профиля
- Следующая проверка профиля
- Расположение
- Оператор на пляже
- Площадь (границы) купальных вод в пределах поверхностного водоёма
- Описание ареала регионального влияния
- Уровень давления от точечных источников загрязнения

➤ Уровень давления от диффузных источников загрязнения

➤ Оценка возможности распространения цианобактерий

➤ Оценка возможности распространения макроводорослей и фитопланктон

➤ Оценка риска краткосрочного загрязнения

В таблице № 2 показаны от №1 до №20 точки отбора проб на Черноморском побережье Добричского района и их характеристики: «Отлично» и «Хорошо».

Таблица №2

Профили купальных вод Черноморского побережья Добричской области за 2014-2018 гг.

Зона для купания	Год 2014	Год 2015	Год 2016	Год 2017	Год 2018
Тузла	Отлично	Отлично	Отлично	Отлично	Отлично
Робинзон-2	Отлично	Отлично	Отлично	Отлично	Отлично
Балчик - Центральный	Хорошо	Отлично	Отлично	Отлично	Отлично
Новый пляж	Отлично	Отлично	Отлично	Отлично	Отлично
Балчик - дворец	Отлично	Отлично	Отлично	Отлично	Отлично
Овчаровский пляж	Район закрыт				
Кранево - Центр	Отлично	Отлично	Отлично	Отлично	Отлично
Кранево - Юг	Отлично	Отлично	Отлично	Отлично	Отлично
Рыба-рыба	Отлично	Отлично	Отлично	Отлично	Отлично
Албена	Отлично	Отлично	Отлично	Отлично	Отлично
Пион	Хорошо	Хорошо	Хорошо	Хорошо	Хорошо
Болата	Хорошо	Хорошо	Хорошо	Хорошо	Отлично
Каварна - Центр	Отлично	Отлично	Отлично	Отлично	Отлично
Русалка - Большой пляж	Отлично	Отлично	Отлично	Отлично	Отлично
Русалка – Центр.пляж	Отлично	Отлично	Отлично	Отлично	Отлично
Икантилака	Отлично	Отлично	Отлично	Отлично	Отлично
СБА Sba	Отлично	Отлично	Отлично	Отлично	Отлично
Дуранкулак - Север 1	Отлично	Отлично	Отлично	Отлично	Отлично
Дуранкулак - Север 2	Отлично	Хорошо	Хорошо	Хорошо	Хорошо
Крапец - Север	Отлично	Отлично	Хорошо	Хорошо	Хорошо
Кемпинг "Добруджа"	Отлично	Отлично	Отлично	Отлично	Отлично

Анализ воды для купания в период 2014-2018 гг. показывает, что в 75% (15 шт.)

баллы имеют оценку «отлично» и 25% (5 шт.) - «хорошо».

За весь период обучения балл Божурец, за все 5 лет Болата и Дуранкулак 2-4 года, Крапец-Север - 3 года, Балчик-центральный -1 год оценены на «хорошо», остальные 15 баллов - на «отлично» (Таблица №2)

Обсуждение: Сравнительный анализ показателей первого и второго периода показывает, что отклонения с нестандартные образцы и повторяемость в обоих периодах есть только в двух точках - Божурец и Крапец-Север. На контрольно-пропускных пунктах Fish-Fish и Mermaid вода для купания улучшилась «Хорошо» на

«отлично». Пляж Болата был выбран одним из самых красивых пляжей Европы в 2017 году по версии 32 428 туристов из 116 стран проголосовали в конкурсе, проводимом Европейская организация European Best Destinations. (13,15,17)

Данные Европейского агентства по окружающей среде (ЕАОС) и Европейской комиссии качество воды почти в 22000 реках, море и озерах в Европе в 2017 году, включая Швейцарию и Албанию, не входящие в состав выставок ЕС:С лучшей водой для купания с отличным качеством более 95%. страны Австрия, Кипр - 97,3%, Греция почти 96%, Мальта почти 99%. Во главе Люксембурга находится обследовано 12 резервуаров, все отличного качества. В 30 странах,

охваченных исследованием, 85% мест для купания получил оценку «отлично». (12)

В Болгарии 44,2% из 95 проверенных мест для купания имеют отличное качество воды.

в 2017 году. Сейчас почти 65% мест для купания в Болгарии имеют отличное качество воды / (12)

В 2018 году прекратилась тенденция уменьшения купальных площадей в хорошем состоянии, за счет тех, у кого оценка «отлично». Однако процент (%) мест для купания «хорошего качества» в нашей стране высок по сравнению с средние уровни для стран Евросоюза (13).

Выводы:

1. Отсутствие риска для здоровья от загрязнения морских вод, используемых для купание в летний сезон 2008-2013 гг.

2. Анализ вод для купания в период 2014-2018 гг. показывает, что в 75% (15 шт.)

баллы имеют оценку «отлично» и 25% (5) - «хорошо».

3. Отклонения с нестандартными образцами и повторяемость в течение двух периодов (2008-2013 и 2014-2018 гг.) находятся в двух точках - Божурец и Крапец-Север.

4. В Fish-Fish и Mermaid вода для купания улучшилась с «хорошей» в "Превосходно."

5. Нет районов с мгновенным загрязнением и низким качеством морской воды.

Литература:

1. Директива 2006/7 / ЕС Европейского парламента и Совета от 15 февраля 2006 г. управление качеством воды для купания и отмена Директивы 76/160 / ЕЕС

2. Даниел Монов, Надежда Павлова, Теодора Димитрова, Снежана Маразова, Диана Радкова, Геновева Рагёвская. Санитарный контроль морских вод на Черноморском побережье Добричской области. Варненский медицинский форум, пункт 5, 2016, приложение 5, 16-21 49.

3. Закон об устройстве побережья Черного моря, SG, вып. 48 от 15 июня 2007, в силе с 01.01.2008, изм. SG, нет. 9 от 3 февраля 2015 г.

4. Монов Д. Природные и Географические особенности Черноморского побережья Болгарии, обеспечивающие условия для отдыха и освоения природных ресурсов, способствующие здоровью населения. Евразийский союз ученых (ЕСУ) # 9(78), том 2, серия: Медицинские науки, 2020, 59-65с.

5. Монов Д. Природно-географические особенности Черноморского побережья Болгарии, определяющие направления государственного контроля за здоровьем на региональном уровне. Юбилейная научная конференция с международным участием «Новые подходы в общественном здоровье и политике здравоохранения» 26-28 ноября 2020 г. онлайн, г. Плевен, Сборник отчетов, 104-110 с.

6. Постановление №5 от 30 мая 2008 года об управлении качеством воды для купания. (ГГ, выпуск 53 от 2008 г., с изменениями, дополнениями, ГГ, ном. 15 от 21 февраля 2012 г., с изменениями, ГГ, № 5 от 18 января 2013 г.).

7. Постановление №11 от 2002 г. о качестве воды для купания (ГГ, выпуск 25 от 2002 г. изд. и доб. нет. 53 за 2008 г.). Действует до 31.12.2014

8. Постановление № 8 от 25.01.2001 г. о качестве прибрежных морских вод. (ГГ, выпуск 10 от 2.02.2001 г.). <http://eea.government.bg/bg/legislation/water/nared8.pdf>

9. Постановление №5 от 2007 года о мониторинге воды (ГГ, выпуск 44 от 2007 года).

10. Постановление № 1 от 11 апреля 2011 года о мониторинге воды. Министром окружающей среды и вод (ГГ, вопрос 34 от 29 апреля 2011 г., с изменениями и дополнениями, ГГ, ном. 22 от 5 марта 2013 г., с изменениями, ГГ, ном. выпуск 44 от 17 мая 2013 г. с изменениями и доб. DV. № 60 от 22 июля 2014 г. с изменениями и доб. DV. выпуск 20 от 15 марта 2016). Действует с 29.04.2011

11. <https://op.europa.eu/bg/publication-detail/-/publication/c137dbd0-21c5-492f-81ad-736a1295fc68/language-bg>

12. <https://www.investor.bg/evropa/334/a/nad-44-ot-mestata-za-kypane-v-bylgariia-sa-s-otlichno-kachestvo-na-vodata-261973/>

13. <http://dobrich.government.bg/news.php?id=3341>

14. <https://www.eea.europa.eu/bg/highlights/spored-poslednata-godishna-otsenka-kachestvoto>

15. <http://www.rzi-dobrich.org> 13 <http://www.rzi-dobrich.org/349-2018>

16. <http://www.dotbg.bg/article/8676524> © www.dotbg.bg

17. <http://www.rzi-dobrich.org/167-%d0%b2%d0%be%d0%b4%d0%b8-%d0%b7%d0%b0-%d0%ba%d1%8a%d0%bf%d0%b0%d0%bd%d0%b5>

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 581.02.132
ГРНТИ 34.17.23

ЗАЩИТА БИОАКТИВНОЙ КОМПОЗИЦИЕЙ НА ОСНОВЕ ПЛЮМБАГИНА (*CERATOSTIGMA PLUMBAGINOIDES BUNGE*) И NA-АСКОРБАТОМ ПИГМЕНТОВ И ФСII ПРИ ОКИСЛИТЕЛЬНОМ СТРЕССЕ

DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2021.1.87.1388

Ганиева Рена Абдул-Ахад

кандидат биологических наук;
доцент лабор. «Биофизика клетки»

Дадашева Севиль Биал

кандидат биологических наук;
доцент лабор. «Биофизика клетки»

Джафарова Джейхуна Рамис

Докторант

Института ботаники Национальной Академии Наук Азербайджана
биологического факультета

Институт ботаники Национальной Академии Наук Азербайджана,
Азербайджан, г. Баку, Бадамдарское шоссе, 40, AZ 1004

Гасанов Ральффрид Абдул-Ахад

доктор биологических наук, профессор;
заведующий Биотехнической научно-исследовательской лаборатории
биологического факультета БГУ

Бакинский государственный университет, Азербайджан,
г. Баку, ул.

Академика Захида Халилова, 23. Индекс: AZ 1148, AZ-1073/1

PROTECTION WITH A BIOACTIVE COMPOSITION BASED ON PLUMBAGIN (*CERATOSTIGMA PLUMBAGINOIDES BUNGE*) AND NA-ASCORBATE PIGMENTS AND PSII IN OXIDATIVE STRESS

Rena A. Ganiyeva

PhD (biology);
associate professor at the laboratory of "Cell biophysics"

Sevil B. Dadashova

PhD (biology);
associate professor at the laboratory of "Cell biophysics"

e-mail: sevil_fotosintez@mail.ru

Jeyhuna R. Jafarova

doctoral student
at the Institute of Botany of Azerbaijan National Academy of Science
faculty of biology

Institute of Botany, ANAS, Azerbaijan,
Baku, Patamdar highway,
40, AZ1004

Ralphreed A. Gasanov

doctor of science (biology), full professor;
head of the Biotechnical Research Laboratory,
faculty of biology, BSU

Baku State University, Azerbaijan,
Baku, acad. Zahid Khalilov st., 23, index: AZ 1148, AZ-1073/1

АННОТАЦИЯ

Исследованы защитные свойства Na-аскорбата и биоактивной композиции (БАК) полученной на основе плюмбагина из корней (*Ceratostigma plumbaginoides Bunge*) при токсическом действии Zn^{2+} и Ni^{2+} на проростки пшеницы (*Triticum aestivum* L.). Изменение характеристик миллисекундной замедленной флуоресценции (мсек ЗФ Хл *a*) отражающих состояние ФС II показывает снижение блокирование активности электрон транспортной цепи (ЭТЦ) на акцепторной стороне при действии Zn^{2+} и Ni^{2+} и на донорной при действии Ni^{2+} . Падает устойчивость Хл *b* 650 и повышается устойчивость каротиноидов к данному стрессу. Действие Na-аск и БАК изменяет соотношение пигментов. Na-аск восстанавливает

активность донорной и повышает работу акцепторной стороны ЭТЦ при последовательном действии с Zn^{2+} . Активность акцепторной стороны ЭТЦ восстанавливается при одновременном действии Na-аск с Ni^{2+} . Эффект БАК проявляется в восстановлении активности донорной стороны ЭТЦ ФС II при последовательном действии с металлами. Корректирующий эффект Na-аск и БАК, определяется их способностью нейтрализовать реактивные формы кислорода, образующихся при стрессе и поддерживать окислительно-восстановительные реакции фотосистем.

ABSTRACT

The protective properties of Na-ascorbate and a bioactive composition (BAC) obtained on the basis of plumbagin from roots (*Ceratostigma plumbaginoides* Bunge) under the toxic effect of Zn^{2+} and Ni^{2+} on wheat seedlings (*Triticum aestivum* L.) were studied. The change in the characteristics of millisecond delayed fluorescence (msec DF Chl *a*) reflecting the state of PS II shows a decrease in the blocking of the activity of the electron transport chain (ETC) on the acceptor side under the action of Zn^{2+} and Ni^{2+} and on the donor side under the action of Ni^{2+} . The resistance of Chl *b* 650 decreases and the resistance of carotenoids to this stress increases. The action of Na-asc and BAC changes the ratio of pigments. Na-asc restores the activity of the donor side and increases the work of the acceptor side of the ETC upon sequential action with Zn^{2+} . The activity of the acceptor side of the ETC is restored with the simultaneous action of Na-asc with Ni^{2+} . The effect of the BAC is manifested in the restoration of the activity of the donor side of the ETC PS II with sequential action with metals. The corrective effect of Na-asc and LHC is determined by their ability to neutralize reactive oxygen species formed under stress and to support the redox reactions of photosystems.

Ключевые слова: фотосистема II, пигменты, Zn, Ni, реактивные формы кислорода, антиоксиданты.

Key words: photosystem II, pigments, Zn, Ni, reactive oxygen species, antioxidants.

Введение

Падение фотосинтетической активности при действии ТМ связано с возникновением окислительного стресса инициирующего генерацию реактивных форм кислорода (РФК) [1, 19]. Большое внимание уделяется выяснению природы и механизма образования РФК передающих сигнал SOS в живом организме на уровне отдельных молекул. Основным сайтом генерации РФК при фотосинтезе является ЭТЦ ФС II. Есть исследования предполагающие повреждение цинком окислительной стороны ЭТЦ ФС II и ингибирование марганцевого кластера. В то же время предполагается и другой сайт повреждения цинком между ФС II и ФС I в ЭТЦ на уровне PQ [11, 18]. Токсичность Ni^{2+} проявляется в сайте переноса электрона от феофетина через хиноновый акцептор Q_A и F на хинон Q_B в следствии изменения переносчиков или белков реакционного центра фотосистемы II (РЦ ФС II) [12]. ТМ включаясь в сайты ЭТЦ на многих ее участках влияют на ее активность [7, 10]. Они отрицательно влияют на состояние пигментного аппарата. Как Zn^{2+} , так и Ni^{2+} блокируют синтез и аккумуляцию хлорофилла и каротиноидов [13]. Стресс приводит к нарушению баланса между генерацией РФК и их удалением, что вызывает активизацию системы антиоксидантной защиты [4, 14]. Система антиоксидантной защиты элиминируют РФК, а также устраняют соединения, поврежденные в результате окисления кислородом. Основную роль в нейтрализации РФК играют антиоксидантные ферменты и низкомолекулярные вещества [15, 21]. Фенольные соединения в растительных клетках также формируют антиоксидантную систему [17]. В связи с этим в работе проведены сравнительные анализы для определения защитных свойств Na-аск и натурального антиоксиданта в условиях стресса вызванного ТМ.

Методы исследования

Объект: 7-дневные проростки пшеницы (*Triticum aestivum* L.) выращивали в водной среде в факторостатных условиях ($t^{\circ} 24^{\circ}C$, влажность 80%, освещение 250 мкВт/см²).

Условия: Для создания в растительном клетке и хлоропластах повышенного содержания РФК, проростки помещали в растворы содержащие токсические концентрации ионов Zn^{2+} и Ni^{2+} ($10^{-3}M$). В качестве антиоксиданта применяли натриевую соль аскорбиновой кислоты (Na-аск) в концентрации $4 \cdot 10^{-4}M$ и биологическую активную композицию на основе плюмбагина (2 метил, 5-окси, 14-нафтохинон) (50 мг/л), полученную из корней плюмбагина (*Ceratostigma plumbaginoides* Bunge) методом перегонки без применения органических растворителей и химических веществ. [8]. Исследования проводились *in vivo* в двух вариантах.

Метод исследования: функциональную активность фотосистемы II *in vivo* оценивали на основе анализа индукции миллисекундной замедленной флуоресценции хлорофилла (мсек ЗФ Хл *a*). Спектр поглощения пигментов определяли на спектрофотометре Furey Cary 50 Scan Varian.

Результаты исследований и их обсуждение

Фотосинтетические пигменты играют фундаментальную роль в фотосинтезирующих растениях. Состояние пигментного аппарата в фотосинтетической мембране зависит от действия на растения различных абиотических и биотических факторов. Стресс, вызванный действием тяжелыми металлами (ТМ) разрушает метаболизм в растениях, что приводит к уменьшению фотосинтетической эффективности и уменьшению аккумуляции фотосинтетических пигментов.

Анализ спектров поглощения показал, что в результате деструктивных изменений вызванных действием ТМ содержание и соотношение пигментов: Хл *a* 680, Хл *b* 650, Кар 480, Кар 450

изменяется относительно контроля (рис. 1 А); (табл. 1, 2).

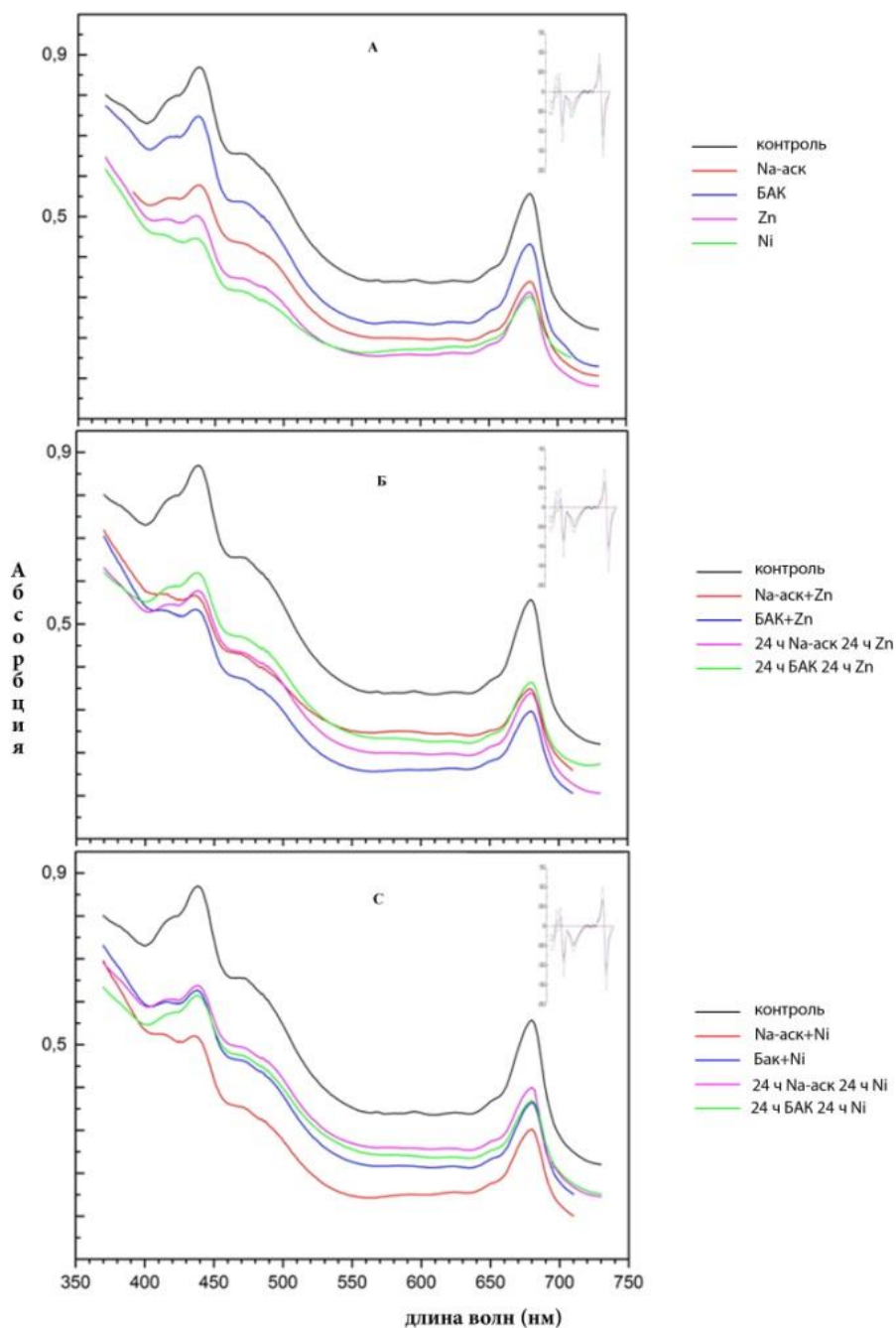


Рисунок 1. Спектр поглощения и первая производная пигментов снятые при комнатной температуре в листьях проростков пшеницы (*Triticum aestivum* L.) подвергнутые действию ТМ (Рис. 1А) и протекторные действия Na-аск и БАК (Рис. 1 В, С).

Наблюдается изменения отношения Хл *a* 680/Хл *b* 650, что указывает на меньшую устойчивость Хл *b* 650 при действии стрессоров. Уменьшение отношение Кар 450/Хл *a* 680 и Кар 480/Хл *a* 680 при действии Ni указывает на возможно большую устойчивость Хл *b* 680.

Можно полагать, что в данном варианте каротиноиды менее устойчивы к действию ТМ (табл. 1, 2). Действие БАК и Na-аск в условиях действия ТМ повышают содержание пигментов и изменяют их соотношение подводя к контролю. При одновременном действии на проростки Na-

аск+Ni²⁺, БАК+Ni²⁺, Na-аск+Zn²⁺, БАК+Zn²⁺ отношение Хл *a* 680/Хл *b* 650 уменьшалось относительно действия Zn²⁺ и Ni²⁺, возможно, в результате повышения устойчивости Хл *b* к данному стрессу. При последовательном действии Na-аск→Ni²⁺, БАК→Ni²⁺ соотношение форм Хл *a* 680/Хл *b* 650 приравнялась к контролю. Последовательное действие Na-аск→Zn²⁺, БАК→Zn²⁺ оставляет отношение Хл *a* 680/Хл *b* 650 на уровне действия Zn²⁺ (табл. 1, 2). Отношение Кар 450/Хл *a* 680 имело тенденцию к повышению при действии Na-аск и БАК в обоих вариантах, что

может указывать на меньшую устойчивость Хл *a* 680, особенно при действии Ni²⁺ (табл. 1, 2).

Таблица 1. В таблице представлены изменения отношения Хл *a* 680/Хл *b* 650; Кар 480/Хл *a* 680; Кар 450/Хл *a* 680 в зависимости от

действия на проростки пшеницы (*Triticum aestivum* L.) NiCl₂ в течении 48ч, а также в присутствии Na-аск и БАК в 2-х вариантах а) 24ч Na-аск+24ч Ni²⁺; б) 24ч БАК+24ч Ni²⁺; с) 24ч Na-аск→24ч Ni²⁺; д) 24ч БАК→24ч Ni²⁺

Варианты Пигменты	контроль	Ni ²⁺	Na-аск +Ni ²⁺	БАК+Ni ²⁺	Na-аск →Ni ²⁺	БАК →Ni ²⁺
Хл <i>a</i> 680/Хл <i>b</i> 650	1,6	2,5	1,9	1,8	1,5	1,6
Кар 480/Хл <i>a</i> 680	1,2	1	1,1	1,3	1,3	1,3
Кар 450/Хл <i>a</i> 680	1,6	1,3	1,9	1,9	1,8	1,9

Таблица 2.

В таблице представлены изменения отношения Хл *a* 680/Хл *b* 650; Кар 480/Хл *a* 680; Кар 450/Хл *a* 680 в зависимости от действия на проростки пшеницы (*Triticum aestivum* L.) ZnCl₂ в течении 48ч, а также в присутствии Na-аск и БАК в 2-х вариантах а) 24чNa-аск+24чZn²⁺; б) 24чБАК+24чZn²⁺; с) 24чNa-аск→24чZn²⁺; д) 24чБАК→24чZn²⁺

Варианты Пигменты	контроль	Zn ²⁺	Na-аск +Zn ²⁺	БАК+Zn ²⁺	Na-аск → Zn ²⁺	БАК →Zn ²⁺
Хл <i>a</i> 680/Хл <i>b</i> 650	1,7	1,9	1,5	1,6	1,8	1,9
Кар 480/Хл <i>a</i> 680	1,2	1,3	1,2	1,3	1,3	1,3
Кар 450/Хл <i>a</i> 680	1,5	1,6	1,4	1,7	1,8	1,7

Действие ТМ приводило к падению функциональной активности ФС II. Характер изменения индукционных переходов мсек ЗФ Хл *a*

показал четкую зависимость работы электрон транспортной цепи (ЭТЦ) от действия ТМ.

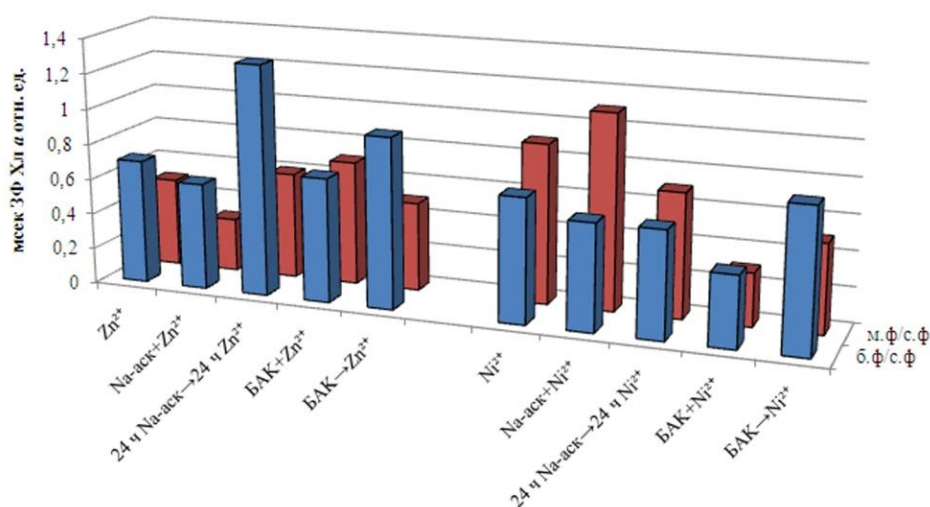


Рисунок 2. Зависимость изменения величины отношения быстрой и медленной флуоресценции к стационарной флуоресценции (б/с; м/с) мсек ЗФ Хл *a* от действия на проростки пшеницы (*Triticum aestivum* L.) в течении 24 часов ZnCl₂ и NiCl₂ и в присутствии Na-аскорбата в 2 вариантах.

Действие Zn^{2+} и Ni^{2+} приводит к уменьшению величины отношения быстрой флуоресценции (донорную сторону ЭТЦ ФС II) к стационарной флуоресценции (б.ф/с.ф) и величины отношения медленной флуоресценции (акцепторная сторона ЭТЦ ФС II) к стационарной флуоресценции (м.ф/с.ф). Токсический эффект Zn^{2+} превышает эффект Ni^{2+} в 1,8 раз для величины м.ф/с.ф. Одновременное введение Na-аск и Zn^{2+} не ослабляло его токсичность. Защитный эффект Na-аск проявлялся при его последовательном внесении с Zn^{2+} в среду выращивания. Токсичность Ni^{2+} подавлялась действием Na-аск при одновременном их внесении в среду. Величина м.ф/с.ф восстанавливалась до контрольного варианта. Эффект БАК в восстановлении величины б.ф/с.ф проявляется при последовательном их действии с ТМ (Рис. 2).

Токсические концентрации ТМ вызывают окислительный стресс инициирующий генерацию активных радикалов кислорода таких как superoxide $O_2^{\bullet-}$, гидроксил OH^{\bullet} , синглетный кислород 1O_2 . Токсичность их обусловлена способностью инактивировать ферменты и другие макромолекулы связанные с SH группами и блокировать простатические группы замещением функционально важных ионов металлов [2, 9]. Результатом является повреждение тилакоидной мембраны и деструктивные изменения и аккумуляция пигментов. Наблюдаемые нами изменения поглощающей способности пигментов, происходящие при действии Zn^{2+} и Ni^{2+} , подтверждаются этими выводами. Активные радикалы кислорода и изменение пигментного фонда приводит к нарушению фотохимических реакций в электрон транспортной цепи ФС II. Наблюдаемая нами инактивация ионами Ni^{2+} донорной стороны происходит в результате генерирования долгоживущей $P680^{*+}$ и $TyrZ^{*+}$ радикалов, которые не могут восстанавливаться в отсутствие достаточного потока электронов от Mn_4O_5Ca -кластера. Инактивация ионам Zn^{2+} и Ni^{2+} акцепторной стороны вызывается нарушением функции $Q_A \rightarrow Q_B$ и формированием синглетного кислорода [5, 6]. Токсическое действие ТМ приводит к нарушению равновесия между фотосистемами и смещению редокс состояния Q_A , повышая отток электронов к ФС I. Это приводит к возрастанию стационарной флуоресценции и падению отношения фаз к стационару. Изменения флуоресцентных характеристик связаны также с деструкцией хлорофилла в хлорофилл-белковых комплексах при стрессах [20]. Корректирующий эффект антиоксидантов Na-аск и БАК на состояние ФС II подавляемых ТМ имеет зависимость от условий эксперимента. Как Na-аск так и БАК продемонстрировали положительное действие на устойчивость пигментов к стрессу. Являясь сильным антиоксидантом Na-аск нейтрализует образующиеся при стрессе РФК и детоксифицирует H_2O_2 как донор электрона на аскорбат пероксидазу или O_2 и $^{\bullet}OH$, предотвращая этим инактивацию энзимов и поддерживает таким образом

окислительно-восстановительное равновесие между фотосистемами [3, 8, 16]. Фенольные соединения содержащиеся в БАК образуют систему защиты, также успевают тушить образующие РФК (время жизни-2мс) мигрирующие в окружении ФС II.

Выводы

1. Тяжелые металлы в токсических концентрациях приводит к окислительному стрессу, подавляя фотосинтетическую активность;
2. Na-аск и БАК полученный на основе растительных экстрактов способны тушить РФК образующиеся при действии ТМ стабилизируя активность фотосистем.

Полученные результаты показывают принципиальную возможность практического применения исследуемых натуральных веществ, обладающих антиоксидантными свойствами для профилактики и нейтрализации РФК при стрессах. Актуальным является выявление новых сырьевых источников для получения перспективных натуральных веществ обладающих антиоксидантной активностью.

Список литературы

1. Ben Ghnaya A., Charles G., Hourmant A. et al. Physiological behaviour of four rapeseed cultivar (*Brassica napus* L.) submitted to metal stress. *C. R. Biologies.* 2009; 332:363-370. <https://doi.org/10.1016/j.crvi.2008.12.001>
2. Clemens S. Toxic metal accumulation, responses to exposure and mechanisms of tolerance in plants. *Biochimie.* 2006; 88(11):1707-1719. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biochi.2006.07.003>
3. Dixit V., Pandey V., Shyam R. Differential antioxidative responses to cadmium in roots and leaves of pea (*Pisum sativum* L. cv. Azad). *J. Exp. Bot.* 2001; 52(358):1101-1109. <https://doi.org/10.1093/jexbot/52.358.1101>
4. Foyer Ch.H., Noctor G. Redox homeostasis and antioxidant signaling: a metabolic interface between stress perception and physiological responses. *The Plant Cell.* 2005; 17(7):1866-1875. <https://doi.org/10.1105/tpc.105.033589>
5. Gasanov R.A., Alieva S., Arao S. et al. Comparative study of the water oxidizing reactions and the millisecond delayed chlorophyll fluorescence in photosystem II at different pH. *J. of Photochem. Photobiol.* 2007; (86):160-164. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2006.08.008>
6. Gasanov R.A., Aliyeva S.A., Mamedov F. Delayed fluorescence in a millisecond range – a probe for the donor side-induced photoinhibition of photosystem II // *Photosynthesis: Overview on Recent Progress and Future Perspectives.* I K International Publishing House; 2012.
7. Gazyev, A., Aliyeva, S., Kurbanova, I. et al. Molecular operation of metals into the function and state of photosystem II. *Metallomics.* 2011; (3):1362-1367. <https://doi.org/10.1039/C1MT00100K>
8. Jafarova J., Ganiyeva R., Bayramova S. et al. The nature of PS II reactions stability under oxidative

- stress. *Bangladesh J. Bot.* 2019; 48(4):1029-1035. <https://doi.org/10.3329/bjb.v48i4.49051>
9. Joshi M.K., Mohanty P. Chlorophyll a fluorescence as a probe of heavy metal ion toxicity in plants//Chlorophyll a fluorescence: A signature of photosynthesis. Kluwer Academic Publishers; 2004. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-3218-9_25
10. Kondzior P., Butarewicz A. Effect of heavy metals (Cu and Zn) on the content of photosynthetic pigments in the cells of Algae *Chlorella vulgaris*. *J Ecol. Eng.* 2018; 19(3):18–28. <https://doi.org/10.12911/22998993/85375>
11. Miller M. and Cox R.P. Effect of Zn²⁺ on photosynthetic oxygen evolution and chloroplast manganese. *FEBS Letters.* 1983; 155(2):331-333. [https://doi.org/10.1016/0014-5793\(82\)80631-5](https://doi.org/10.1016/0014-5793(82)80631-5)
12. Mohanty N., Vass I., Demeter S. Impairment of photosystem 2 activity at the level of secondary quinone electron acceptor in chloroplasts treated with cobalt, nickel and zinc ions. *Physiol. Plant.* 1989; (76):386-390. <https://doi.org/10.1111/j.13993054.1989.tb06208.x>
13. Myśliwa-Kurdziel B., Strzałka K. Influence of metals on biosynthesis of photosynthetic pigments//Physiology and biochemistry of metal toxicity and tolerance in plants. Kluwer Academic Publishers; 2002.
14. Polle A. Dissecting the superoxide dismutase-ascorbate-glutathione-pathway in chloroplasts by metabolic modeling. Computer simulations as a step towards flux analysis. *Plant Physiology.* 2001; 126(1):445–462. <https://doi.org/10.1104/pp.126.1.445>
15. Scandalios J.G. Oxidative stress: molecular perception and transduction of signals triggering antioxidant gene defenses. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research.* 2005; 38(7):995-1014. <https://doi.org/10.1590/S0100-879X2005000700003>
16. Smirnoff N. Ascorbic acid: metabolism and functions of a multi-faceted molecule. *Curr. Opin. Plant Biol.* 2000; 3(3):229-235. 10.1016/s1369-5266(00)80070-9
17. Sytar O., Kumar A., Latowski D. et al. Heavy metal-induced oxidative damage, defense reactions, and detoxification mechanisms in plants. *Acta Physiol Plant.* 2013; (35):985–999. <https://doi.org/10.1007/s11738-012-1169-6>
18. Van Assche F. and Clijsters H. Inhibition of photosynthesis in *Phaseolus vulgaris* by treatment with toxic concentrations of zinc: effects on electron transport and photophosphorylation. *Physiologia Plantarum.* 1986; 66(4): 717-721. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1986.tb05605.x>
19. Wang C., Zhang S.H., Wang P.F. et al. The effect of excess Zn on mineral nutrition and antioxidative response in rapeseed seedlings. *Chemosphere.* 2009; 75(11):1468-76. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2009.02.033>
20. Курбанова И.М., Ганиева Р.А., Дадашева С.Б. и др. Состояние хлорофилл-белковых комплексов РЦ ФС II и ССК при воздействии на проростки пшеницы Cd²⁺ и Co²⁺ // Актуальные проблемы биоэкологии. 2010. С. 168-172. [Kurbanova I.M., Ganiyeva R.A., Dadashova S.B. et al. The state of chlorophyll-protein complexes of RC FS II and LHC under action of Cd²⁺ and Co²⁺ on wheat seedlings. *Actual problems of bioecology.* 2010; 168-172 (In Russ).]
21. Прадедова Е.В., Ишеева О.Д., Салаяев Р.К. Классификация системы антиоксидантной защиты как основа рациональной организации экспериментального исследования окислительного стресса у растений//Физиология растений. 2011. Т.58. № 2. С.177-185. [Pradedova E.V., Isheeva O.D., Salyaev R.K. Classification of the antioxidant defense system as the ground for reasonable organization of experimental studies of the oxidative stress in plants. *Russian Journal of Plant Physiology.* 2011; 58(2): 210-217. (In Russ).] <https://doi.org/10.1134/S1021443711020166>

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 546.19.24 + 56.763.24

ФАЗОВЫЕ РАВНОВЕСИЕ В СИСТЕМЕ As₂Te₃-Cu₂Cr₄Te₇

DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2021.1.87.1389

*Алиев¹ И.И.**Д.х.н. проф. Рук. лаборатории**Исмаилова¹ С. Ш.**Аспирантка, м.н.сопр**Гусейнова¹ Ш.А.**К.х.н., ст. науч. сопр.*¹*Институт Катализа и Неорганической Химии**им. М.Ф. Нагиева НАН Азербайджана**Ахмедова² Дж.А.**К.х.н., доцент*²*Адыманский Государственный университет,**факультет искусств и наук, кафедра химия, Турция***АННОТАЦИЯ**

Сплавы системы As₂Te₃-Cu₂Cr₄Te₇ исследованы и построена их фазовая диаграмма с использованием методов физико-химического анализа (ДТА, РФА, МQA, а также измерением плотности и микротвердости). Исследования показали, что система As₂Te₃-Cu₂Cr₄Te₇ представляет собой частично квазибинарное сечение квазитройной системы As₂Te₃-Cr₂Te₃-CuTe. В системе при комнатной температуре на основе As₂Te₃ растворяется 3,5 мол. % Cu₂Cr₄Te₇, а основе As₂Te₃, до 17 мол. % As₂Te₃. Эвтектическое равновесие и перитектическое превращение происходят во время химических взаимодействий между соединениями As₂Te₃ и Cu₂Cr₄Te₇ в системе.

ABSTRACT

The alloys of the As₂Te₃-Cu₂Cr₄Te₇ system were investigated by methods of physicochemical analyzes (DTA, XRD, MSA, as well as density and microhardness measurements) and its phase diagram was constructed. Studies have shown that the As₂Te₃-Cu₂Cr₄Te₇ system is a partially quasi-binary section of the As₂Te₃-Cr₂Te₃-CuTe quasi-ternary system. In a system at room temperature based on As₂Te₃, solid solutions reach 3.5 mol %, and based on the Cu₂Cr₄Te₇ solid solutions reach up to 17 mol %. Eutectic equilibrium and peritectic transformation occur during chemical interactions between As₂Te₃ and Cu₂Cr₄Te₇ compounds in the system.

Ключевые слова: система, эвтектика, микротвердость, ликвидус, сингония.

Keywords: system, eutectic, microhardness, solidus, liquids.

Физические свойства соединения As₂Te₃, в том числе фотоэлектрические, мало изучены в литературе по сравнению с сульфидными и селенидными соединениями. Известно, что по оптическим свойствам соединений As₂S₃ и As₂Se₃ проведено множество исследований [1-8]. Фотоэлектрические и термоэлектрические свойства соединения As₂Te₃ были исследованы [9-12]. Другой компонент исследуемой системы - соединение Cu₂Cr₄Te₇. Тройные халькогениды, содержащие медь и хром, являются ферромагнитными материалами [13-15]. С этой точки зрения получение магнитооптических материалов при химическом взаимодействии халькогенидов As₂Te₃ и Cu₂Cr₄Te₇ имеет научное и практическое значение.

Целью настоящего исследования является определение наличия новых фаз и полей твердого раствора путем построения фазовой диаграммы и изучения фазового равновесия в системе As₂Te₃-Cu₂Cr₄Te₇.

Ранее нами были изучены ряд квазибинарных сечений квазитройной системы As₂Te₃-Cr₂Te₃-CuTe и построены их диаграммы состояния [16-18].

Соединение As₂Te₃ плавится при открытом максимуме 381°C и кристаллизуется в моноклинном сингонии, с параметрами решетки: $a = 14,339$; $b = 4006$; $c = 9,873$ Å, $\beta = 95^\circ$ пр. гр. C2 / м, плотность $\rho = 6,25$ г/см³ [19].

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Синтез сплавов системы As₂Te₃-Cu₂Cr₄Te₇ осуществлялся путем плавления компонентов As₂Te₃ и Cu₂Cr₄Te₇ в кварцевой ампуле, при давлении 0,1333 МПа в интервале температур 600–1100°C. Полученные сплавы подвергали термообработке при 325°C в течение 240 часов до гомогенизации.

Сплавы уравновешенной системы были исследованы методами ДТА, РФА, МQA, а также измерением плотности и микротвердости.

Дифференциально-термический анализ выполнен на низкочастотном пирометре Курнакова марки НТР-73. Скорость нагрева сплавов составляла 10°C/мин. В качестве термодпары взята хромель-алюмель. Температура анализа 800-1000°C.

Рентгенофазовый анализ сплавов выполнен на рентгеновском дифрактометре D2 PHASER. В

качестве облучателей использовались $\text{CuK}\alpha$ и фильтры Ni.

Микротвердость измеряли на металлографическом микроскопе ПМТ-3. В ходе измерений изучалась весовая зависимость микротвердости. Микроструктурный анализ проводили под микроскопом МИМ-8. Для этого сплавы шлифовали и полировали, а их структуру исследовали под микроскопом. С целью определения границы использовали смеси HNO_3 конц.+10 мл раствора H_2O_2 . Пикнометрический метод был использован для определения плотности сплавов системы, а толуол был взят в качестве раствора наполнителя.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Сплавы системы As_2Te_3 - $\text{Cu}_2\text{Cr}_4\text{Te}_7$ компактные и серого цвета. После завершения гомогенизации образцов был проведен физико-химический анализ сплавов системы.

В результате дифференциально-термического анализа сплавов было определено, что на их

термограммах получаются два и три эндотермических эффекта. Изотермический эффект 400°C в системе - это температура линии солидуса. Поскольку соединение $\text{Cu}_2\text{Cr}_4\text{Te}_7$ перитектическое, в результате разложения при высоких температурах были получены три тепловых эффекта.

В результате микроструктурного анализа сплавов системы As_2Te_3 - $\text{Cu}_2\text{Cr}_4\text{Te}_7$ установлено, что вблизи исходных компонентов образуются однородные поля. Для определения площади твердого раствора на основе соединения $\text{Cu}_2\text{Cr}_4\text{Te}_7$ синтезировано 5, 7, 10, 17 и 20 мол. % As_2Te_3 сплавов. Затем сплавы подвергали термообработке при 100 и 200°C в течение 200 часов и охлаждали непосредственно в ледяной воде при этих температурах. На них был проведен микроструктурный анализ и определено, что при комнатной температуре твердые растворы на основе $\text{Cu}_2\text{Cr}_4\text{Te}_7$ доходят до 17 мол. % As_2Te_3 .

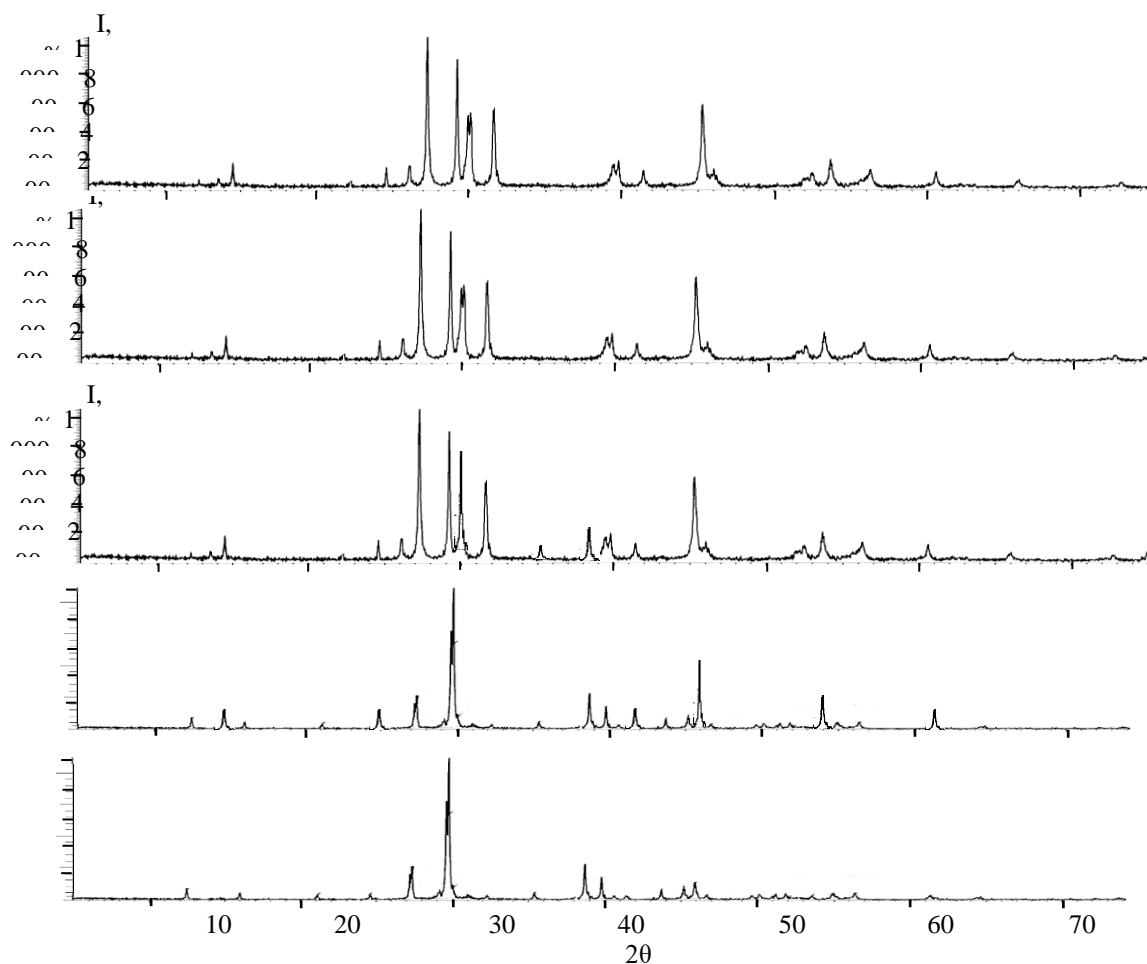


Рис.1. Дифрактограммы сплавов системы As_2Te_3 - $\text{Cu}_2\text{Cr}_4\text{Te}_7$.

1- As_2Te_3 , 2-30, 3-70, 4-85, 5-100 мол. % $\text{Cu}_2\text{Cr}_4\text{Te}_7$.

При температуре эвтектики область растворимости составляет 20 мол. % As_2Te_3 . В расчете на соединение As_2Te_3 площадь твердого раствора составляет ~ 3.5 мол. % $\text{Cu}_2\text{Cr}_4\text{Te}_7$.

Рентгеноструктурный анализ сплавов, содержащих 30, 70 и 85 мол. % $\text{Cu}_2\text{Cr}_4\text{Te}_7$, был

проведен для подтверждения наличия двухфазных сплавов, идентифицированных с помощью ДТА и МСА анализов системы As_2Te_3 - $\text{Cu}_2\text{Cr}_4\text{Te}_7$ (рис.1).

Результаты рентгенографического анализа показывают, что на рентгенограммах 30 и 70 мол. % $\text{Cu}_2\text{Cr}_4\text{Te}_7$ сплавов системы присутствует смесь дифракционных максимумов исходных компонентов. Это показывает, что сплавы системы

двухфазные, т.е. квазибинарные. Сплав, содержащий 85 мол. % $\text{Cu}_2\text{Cr}_4\text{Te}_7$, представляет собой твердый раствор на основе $\text{Cu}_2\text{Cr}_4\text{Te}_7$.

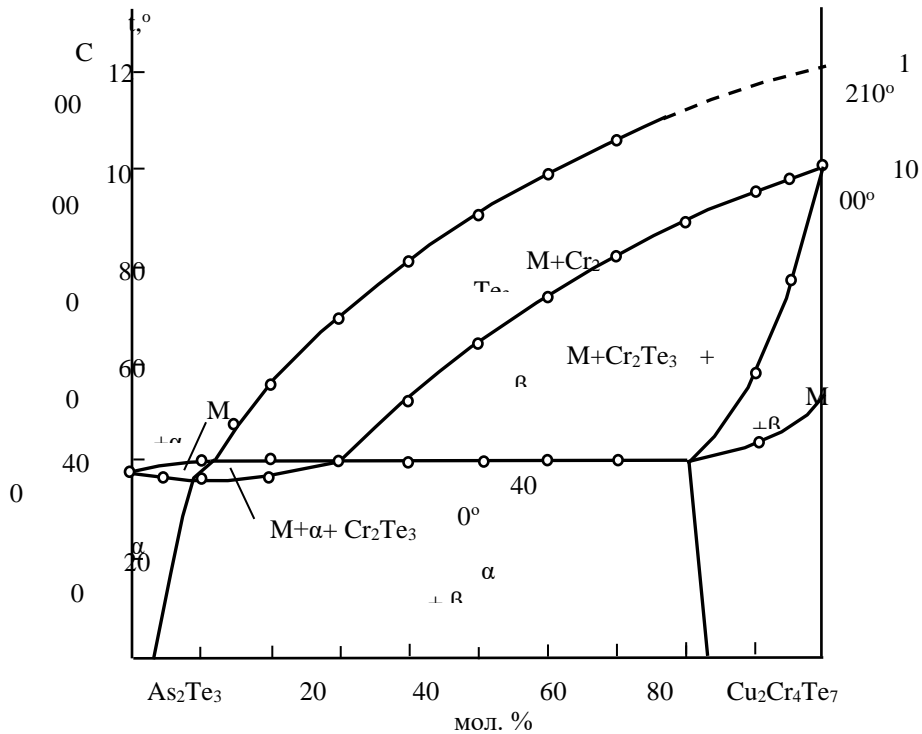


Рис.2. Фазовая диаграмма системы $\text{As}_2\text{Te}_3\text{-Cu}_2\text{Cr}_4\text{Te}_7$.

По результатам физико-химических методов анализа построена фазовая диаграмма системы $\text{As}_2\text{Te}_3\text{-Cu}_2\text{Cr}_4\text{Te}_7$ (рис. 4.13). Система $\text{As}_2\text{Te}_3\text{-Cu}_2\text{Cr}_4\text{Te}_7$ представляет собой частично квазибинарное сечение квазитройной системы $\text{As}_2\text{Te}_3\text{-Cr}_2\text{Te}_3\text{-CuTe}$.

Ликвидус система основан на соединениях As_2Te_3 и $\text{Cu}_2\text{Cr}_4\text{Te}_7$ соответственно и состоит из моновариантного кривого равновесия твердых растворов α и β . Пересечение кривых ликвидуса фаз α и Cr_2Te_3 составляет 12 мол. % $\text{Cu}_2\text{Cr}_4\text{Te}_7$, температура 400°C.

Соединение $\text{Cu}_2\text{Cr}_4\text{Te}_7$ является перитектическим и разлагается при температуре

выше 1000°C по реакции $\text{Cu}_2\text{Cr}_4\text{Te}_7 \leftrightarrow \text{M} + \text{Cr}_2\text{Te}_3$. С понижением температуры происходит вторичная кристаллизация, и образуются трехфазные области ($\text{M} + \alpha + \text{Cr}_2\text{Te}_3$) и ($\text{M} + \text{Cr}_2\text{Te}_3 + \beta$).

Области β -твердого раствора, сформированного на основе $\text{Cu}_2\text{Cr}_4\text{Te}_7$, составляет 83-100 мол.%. Было определено, что в интервале концентраций 3-83 мол. % $\text{Cu}_2\text{Cr}_4\text{Te}_7$ представляет собой двухфазный сплав, состоящий из сплавов (α и β).

Некоторые физико-химические свойства сплавов системы $\text{As}_2\text{Te}_3\text{-Cu}_2\text{Cr}_4\text{Te}_7$ приведены в таблице 1. Из таблицы видно, что в системе были получены два разных значения микротвердости.

Таблица 1.

Составы, результаты ДТА, измерение микротвердости и плотности сплавов системы $\text{As}_2\text{Te}_3\text{-Cu}_2\text{Cr}_4\text{Te}_7$

Состав, мол. %		Термические эффекты, °C	Плотность, г/см ³	микротвердость, МПа	
As ₂ Te ₃	Cu ₂ Cr ₄ Te ₇				
				α P=0,15 N	β P=0,20 N
100	0.0	381	6,25	1650	—
95	5,0	370	6,32	1720	—
90	10	360,400	6,35	1720	—
85	15	345,460,	6,40	1720	—
80	20	370, 400,560	6,43	1720	—
70	30	400,690	6,50	1720	2050
60	40	400,520,800	6,59	—	2050
50	50	400,650,900	6,68	—	2050
40	60	400,740,995	6,76	—	2050
30	70	400,815,1050	6,86	—	2050
20	80	400,850	7,05	—	2050
10	90	450,575,950	7,20	—	2020

5,0	95	755,980	7,13	–	1980
0,0	100	1000,1210	7,10	–	1970

Значение микротвердости (1650-1720) МПа соответствует микротвердости α -твердого раствора, полученного на основе As_2Te_3 , а значение МПа (1970-2050) соответствует значению микротвердости β -твердого раствора, полученного на основе $Cu_2Cr_4Te_7$. Зависимость плотностей сплавов системы от состава практически линейна (табл. 1).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, была построена фазовая диаграмма системы $As_2Te_3-Cu_2Cr_4Te_7$ и исследован ее характер. Установлено, что система $As_2Te_3-Cu_2Cr_4Te_7$ является частично квазибинарным сечением квазитройной системы $As_2Te_3-Cr_2Te_3-CuTe$. В системе при комнатной температуре на основе As_2Te_3 растворяется 3,5 мол. % $Cu_2Cr_4Te_7$, а на основе As_2Te_3 , до 17 мол. % As_2Te_3 . Эвтектическое равновесие и перитектическое превращение происходят во время химических взаимодействий между соединениями As_2Te_3 и $Cu_2Cr_4Te_7$ в системе.

Список литературы

1. Абрикосов Н.Х., Банкина В.Ф., Проецкая Л.В., Скуднева Е.В., Чижевская С.М. Полупроводниковые халькогениды и сплавы на их основе. –М., Изд-во. Наука. 1975. 220 с.
2. Hari P., Cheney C., Luerkea G., Singha S., Tolka N., Sanghera J.S., Aggarwal D. Wavelength selective materials modification of bulk As_2S_3 and As_2Se_3 by free electron laser irradiation // Journal of Non-Crystalline Solids. 2000. V. 270. P. 265-268.
3. Dinesh Chandra SATI1, Rajendra KUMAR, Ram Mohan MEHRA Influence of Thickness Oil Optical Properties of a: As_2Se_3 Thin Films // Turk J. Phys. 2006. V.30. P.519- 527.
4. Lovu M., Shutov S., Rebeja S., Colomeycu E., Popescu M. Effect of metal additives on photodarkening kinetics in amorphous As_2Se_3 films // Journal of Optoelectronics and Advanced Materials 2000. V. 2. Issue: 1. P 53-58.
5. Jun J. Li Drabold. D. A. Atomistic comparison between stoichiometric and nonstoichiometric glasses: The cases of As_2Se_3 and As_4Se_4 // Phys. Rev. 2001. V. 64. P. 104206-104213.
6. Hineva T., Petkova T., Popov C., Pektov P., Reithmaier J. P., Funrmann-Lieker T., Axente E., Sima F., Mihailescu C. N., Socol G., Mihailescu I. N. Optical study of thin $(As_2Se_3)_{1-x}(AgI)_x$ films // Journal of Optoelectronics and Advanced Materials. 2007. V. 9. No. 2. February, P. 326-329.
7. Seema Kandpal, Kushwaha R. P. S., Photoacoustic spectroscopy of thin films of As_2S_3 , As_2Se_3 and $GeSe_2$ // Indian Academy of Sciences. PRAM ANA journal of physics. 2007. V. 69. No. 3. P. 481-484.
8. Littler I. C. M., Fu L. B., Mägi E. C., Pudo D., Eggleton B. J. Widely tunable, acoustooptic resonances in Chalcogenide As_2Se_3 fiber // Optics Express. 2006.V. 14. Issue 18. P. 8088- 8095.
9. Scheidemantela T.J., Badding J.V. Electronic structure of β - As_2Te_3 // Solid State Communications. 2003 .V.127. P. 667-670.
10. Mahan G.D. Good Thermoelectrics // Academic Press, San Diego. 1998. P. 82-86.
11. Vaney J.B, Carreaud J., Delaizir G., Morin C., Monnier J., Alleno E., Piarristeguy A., Pradel A., Goncalves A.P., Lopes E.B. Thermoelectric Properties of the α - As_2Te_3 Crystalline Phase // Journal of Electronic materials. 2016. V. 45. P. 1447-1452. DOI: 10.1007/s11664-015-4063-3
12. Globus T.R., Gaskill D.K., Groshens T. Optical characterization of As_2Te_3 films for optical interconnects // Materials and devices for silicon-based Optoelectronics. 1998. V. 486. P. 391-396.
13. Yamashita O., Yamauchi H., Yamaguchi Y. et al. Magnetic Properties of the System $CuCr_2Se_{4-x}Y_x$ ($Y=C1, Br$) // J. Phys. Soc. Jap. 1979. V. 47. № 2. P. 450-454.
14. Белов К.П., Третьяков Ю.Д., Гордеев И.В., Королева Л.И., Педько А.В., Багорова С.Д., Алферов В.А., Саксонов Ю.Г., Шалимова М.А. Магнитные свойства халькогенидных шпинелей $Cd_xCu_xCr_2S_4$, $CdCr_2Se_{4-y}FeCr_2S_{4-y}$ // ФТТ 1973. Т.15, № 10. С.3106-108.
15. Север Г.Н. Аномальный фотомангнетический эффект в ферромагнитном полупроводнике $CdCr_2Se_4$ // ФТП. 1983. Т. 17. №8. С.1505-507.
16. Алиев И.И., Исмаилова С.Ш., Шахбазов М.Г. Исследование взаимодействия в системе $As_2Te_3-CuCr_2Te_4$ // Журн. Евразийский Союз ученых. 2019. Т. № 6(63). С.46-49.
17. Ильяслы Т.М., Алиев И.И., Гасангулиева Ш.А. Стеклообразование в тройной системе Cr-As-Se // IX Международное Курнаковское совещания по физико-химическому анализу Пермском ГУ 5-9 июля 2010. С.178.
18. Алиев И.И., Исмаилова С.Ш. Агаева Р. М. Исследование стеклообразования в системе $As_2Se_3-Cr_2Te_3$ // Сборник научных статей по итогам работы Международного научного форума. Наука и инновации современные концепции. 2019. Т.3. С.105-109.
19. Хворостенко А.С. Халькогениды мышьяка. Обзор из серии. „Физические и химические свойства твердого тела”. – Москва.1972. 93 с.

ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФЕЙСЛИФТИНГА

DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2021.1.87.1391

Бордина Галина Евгеньевна

Канд. хим. наук, доцент кафедры химии,
Тверской государственной медицинской университет (ТГМУ),
г.Тверь

Лопина Надежда Петровна

Канд. хим. наук, профессор кафедры химии,
Тверской государственной медицинской университет (ТГМУ),
г.Тверь

Некрасова Елизавета Георгиевна

Канд. мед. наук, доцент кафедры дерматовенерологии,
Тверской государственной медицинской университет (ТГМУ),
г.Тверь

Богочанов Владислав Сергеевич

Студент 1-ого курса, лечебного факультета,
Тверской государственной медицинской университет (ТГМУ),
г.Тверь

Гуреев Сергей Юрьевич

Студент 1-ого курса, лечебного факультета,
Тверской государственной медицинской университет (ТГМУ),
г.Тверь

АННОТАЦИЯ

При появлении возрастных изменений, сопровождающихся обвисанием щек, появлением кожных складок и складок в особо уязвимых местах и ухудшением контуров лица, также возникают показания к нитевидному лифтингу. Можно быстро и эффективно корректировать лицо, уплотнять кожу, стимулируя выработку коллагена и эластина, а также выполняя подтяжку.

ABSTRACT

With the appearance of age-related changes, accompanied by sagging cheeks, the appearance of skin creases and folds in particularly vulnerable areas and deterioration of the contours of the face, indications for thread lifting also arise. It is possible to quickly and effectively correct the face, seal the skin, by stimulating the production of collagen and elastin, as well as performing a lift.

Ключевые слова: фейслифтинг, состав нитевых структур, возрастные изменения, коррекция лица.

Keywords: neurology: facelift, the composition of filament structures, age-related changes correction of the face.

Нитевой лифтинг (фейслифтинг) — это методика подтяжки лица, применяемая в тех случаях, когда ткани уже начали провисать, однако можно еще обойтись без разрезов, то есть методика переходная между косметической и хирургической коррекцией. Процедура дает мгновенный результат, малоинвазивна и длится не более часа. Благодаря фейслифтингу можно сформировать аккуратный овал лица, избавиться от второго подбородка, приподнять брови или сформировать красивые скулы.

Также нити ставят с целью уплотнения каркаса лица и активизации выработки коллагена и эластина в коже. Сейчас на рынке косметики представлено много различных нитей [1].

Их классифицируют по разным признакам:

- По степени биодеградации в коже их подразделяют на нерассасывающиеся, длительно рассасывающиеся, рассасывающиеся и комбинированные.

- По конфигурации нити подразделяют на гладкие и текстурированные - с насечками, конусами и др.

- По способу крепления нити бывают автономными и строго фиксированными.

- Нити могут быть с антибактериальным покрытием и без него.

Нити, выпущенные в разные годы одним производителем в рамках одного бренда, условно относят к разным поколениям - первому, второму и т.д. [2, с. 5].

Известны материалы - рассасывающиеся (полимолочная кислота, полидиоксанон, различные сополимеры) и нерассасывающиеся (силикон, полиэфир). Чаще всего корейские, российские и европейские производители применяют в производстве мезонитей хирургический шовный материал «полидиоксанон» (PDO). Полидиоксанон распадается в течении 4-8 месяцев в результате гидролиза на воду и углекислый газ.

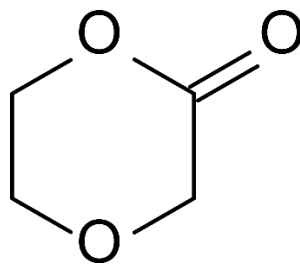


Рис.1. Диоксанон

Такой выбор обусловлен низкой себестоимостью. Нити из PDO быстрее чем нити из любых других материалов разрушаются в тканях, и чтобы замедлить этот процесс – некоторые производители на поверхность мезонитей из PDO наносят золотое напыление, либо слой полигликолевой кислоты (PGA).

Помимо полидиоксанона используются нити из чистого капролактона (PLC). Но, как и полидиоксанон, – этот материал также обладает лишь минимальным биостимулирующим действием.

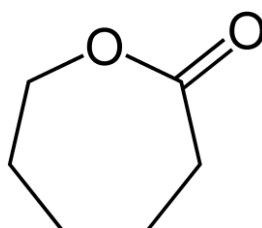


Рис.2. Капролактон

Также в косметологии часто используются нити из капролактона, на поверхность которых нанесена L-полимолочная кислота. Такой комбинированный материал называют термином «сополимер L-лактида с капролактоном»

(PLLA+PLC). Такой тип нитей благодаря полимолочной кислоте обладает сильным биостимулирующим воздействием, и действительно влияет на выработку коллагена в коже [3, с. 8].

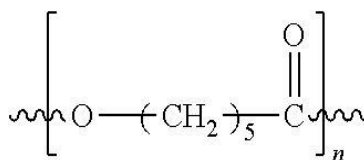


Рис.3. Поликапролактон

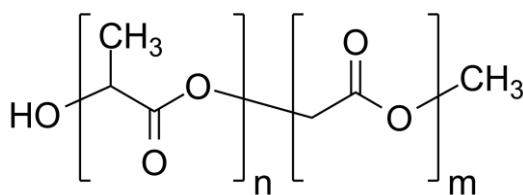


Рис.4. L-полимолочная кислота

Полимолочная кислота относится к альфа-гидроксикислотам (фруктовые), ее особенностью является то, что она постепенно рассасывается. В косметологии полимолочная кислота уступает первое место гиалауриновой, занимая при этом второе, однако ее эффект более ярковыраженный. Это связано с более глубоким проникновением и более активным действием. Полимолочная кислота активизирует процессы синтеза нового коллагена в клетках.

Кристаллы полимолочной кислоты оказывают действие на фибробласты, а те, в свою очередь, синтезируют белок. По прошествии определенного

срока вода из препарата впитывается, поэтому на ее месте образуются новые молодые ткани, обрастающие микрочастицами полимолочной кислоты. Позже происходит распад полимолочной кислоты, этим и объясняется появление нового прочного коллагенового каркаса на месте старых тканей. Полимолочная кислота выступает в роли инициатора цепной реакции, в которой происходит активизация фибробластов разной степени зрелости, они синтезируют белки, «омолаживающие» кожу, а в межклеточном матриксе происходит активное выделение гетерополисахаридов [6].

В косметологической отрасли на сегодняшний день выделяют виды нитей: гладкие, нити с насечками, спиральные, нити-пружинки, конусные, жидкие и др.

Гладкие нити используются с целью подтянуть подбородок, лоб, щеки, скулы и надбровные дуги. Силикон, полиамид и полиуретан входят в состав волокон этого вида нитей.

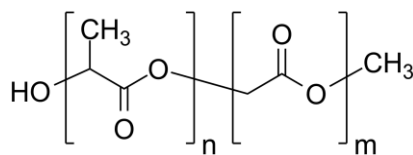


Рис.5. Силикон

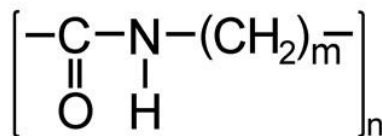


Рис.6. Полиамид

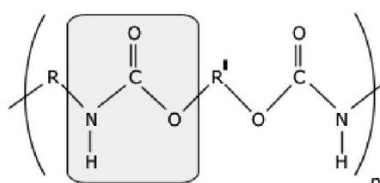


Рис.7. Полиуретан

Уникальность нитей с насечками объясняется их особой структурой, способствующей лучшему проникновению в ткани. Волокна снабжены зацепками.

Спиральные нити – на данный момент лучшие среди рассасывающихся нитей. В длину они до 5 сантиметров, а также спиральные нити способны возвращать форму после натяжения.

Чаще всего их применяют для подтяжки овала лица, подбородка, носогубных складок и бровных дуг, а комбинация с другим материалом позволяет корректировать кожу на разных глубинах. Главным достоинством является ярко выраженный результат, который долго сохраняется.

Нити - пружинки обладают высокой степенью эластичности и способностью фиксировать кожу при совершении мимических движений. Нити –

пружинки довольно хорошо приживаются в любых слоях кожи.

Их применяют для подтяжки щек и носогубных складок.

На имплантах конусных нитевых текстур имеются специальные узелки, обеспечивающие надежную фиксацию. Они рассасываются спустя год, результат же сохраняется свыше 5 лет. В основе таких нитей — биodeградирующий полипропилен, а узелки и конусовидные расширения состоят из поли (L-лактид-со-) гликолида. При работе в комплексе эти компоненты возвращают коже упругость и сглаживают морщины. После растворения вещества оставляют молодые соединительные ткани.

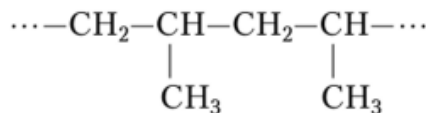


Рис.8. Полипропилен

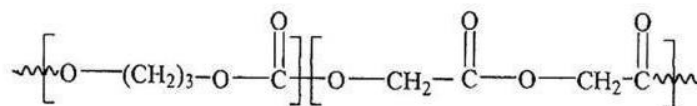


Рис.9. Полигликолид

Самой современной разработкой в области нитевого лифтинга являются жидкие нити. Они являются гелеобразной структурой, содержащей

гиалуроновую кислоту и высококонцентрированный гиалуронат цинка [4]. Имеют место быть пептиды и витамины.

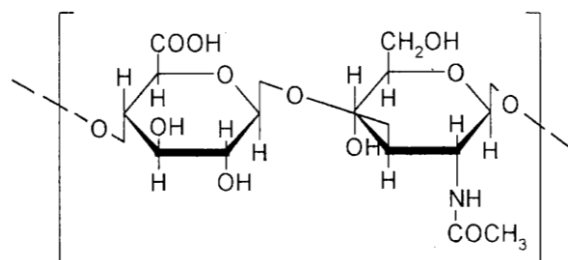


Рис.10. Гиалуроновая кислота

Нерассасывающиеся структуры – новое направление в области нитевого лифтинга. Нити крайне тонкие, но прочные. Основанием является

полипропилен, он очень инертен, поэтому организм его не отторгает.

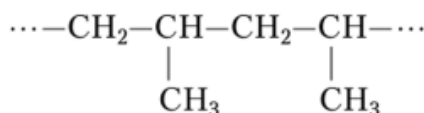


Рис.11. Полипропилен

Нерассасывающиеся – это такие нити, которые остаются в мягких тканях и не растворяются:

Золотые и платиновые нити обрели популярность в конце прошлого века. Они очень прочные. Состоят из золота и платины, поэтому не противопоказаны аллергикам. Не отторгаются мягкими тканями ввиду низкой активности. Они не рассасываются, а результат держится свыше 10 лет.

Нити с использованием гидроксиапатита кальция. Он очень хорошо совмещается с нашим организмом, поэтому его используют в ЧЛХ, травматологии и стоматологии. В косметологии его применяют для разглаживания морщин и восстановления объема тканей.

Комбинированные нити. Их основу составляет полипропилен с насечками, узелками или конусами, изготовленными из молочной кислоты и гликолида. Они формируют соединительнотканый каркас, а затем растворяются. Про них говорилось ранее. Результат держится 7 – 10 лет.

3D-мезонити. Это сложная система для коррекции овала лица, включающая лифтинг и мезотерапию. По прошествии 10 месяцев компоненты распадаются на воду и диоксид углерода, оставляя соединительнотканый каркас. Растворяясь, он оставляет после себя капсулу. Косметолог формирует прочный 3D каркас, внедряя импланты на разные глубины кожи. Импланты безопасны с точки зрения аллергологии.

Гиалуроновая кислота очень активно используется в регенеративной косметологии. Она заполняет провалы в тканях ввиду крупности молекулы, а также стимулирует регенерацию тканей и синтез структурных белков [9].

Список литературы

1. Нитевой лифтинг: обзор популярных методик // Kosmetik International. - 2015. - № 4. С. 70-75.
2. Жукова О.Г., Сергеева Н.Г. Нити AptosNano - новое слово в современной косметологии // KosmetikInternational. - 2017. - № 4. С. 76-77
3. Moy R.L., Fincher E.F. Poly-L-lactic acid for the aesthetic correction of facial volume loss // Aesthet. Surg. J. - 2005. - V. 25 (6). P. 646-648.
4. Жукова О.Г. Лифтинг с использованием биорезорбируемых нитей // Инъекционные методы в косметологии. - 2016. - № 2. С. 48-54.
5. Прокудин С.В., Сабан И., Мантурова Н.Е., Газиулина О.Р. Анатомическое обоснование нитевых подтяжек верхней трети лица // Вестник эстетической медицины. - 2013.- № 3. С. 20-28.
6. Bostman O.M., Laitinen O.M., Tynnenen. Tissue restoration after resorption of polyglycolide and poly-laevo-lactic acid screws // J Bone Joint Surg Br. - 2005. - V.87. P.1575-1580.
7. Маркадеев С. Мезонити в сравнении с другими антивозрастными методиками // KosmetikInternational. - 2017. - № 4. С. 78-82.
8. Fitzgerald R., Vleggaar D. Facial volume restoration of the aging face with poly-l-lactic acid // DermatolTher. - 2017. -V. 24(1). P. 2-27.
9. Рязанова Е.А., Хадарцев А.А. Лазерофорез комплекса гиалуроновой и янтарной кислот в восстановительной терапии и косметологии // «Медицина и качество жизни»: Тез. докл. IV конференции «Проблемы качества жизни в здравоохранении». - 2006.- № 4. С. 28.

ХИМИЯ БОЛИ**Лопина Надежда Петровна***Канд. хим. наук, профессор кафедры химии,
Тверской государственной медицинской университет (ТГМУ),
г.Тверь***Бордина Галина Евгеньевна***Канд. хим. наук, доцент кафедры химии,
Тверской государственной медицинской университет (ТГМУ),
г.Тверь***Некрасова Елизавета Георгиевна***Канд. мед. наук, доцент кафедры дерматовенерологии,
Тверской государственной медицинской университет (ТГМУ),
г.Тверь***Гуреев Сергей Юрьевич***Студент 1-ого курса, лечебного факультета,
Тверской государственной медицинской университет (ТГМУ),
г.Тверь***Богочанов Владислав Сергеевич***Студент 1-ого курса, лечебного факультета,
Тверской государственной медицинской университет (ТГМУ),
г.Тверь***АННОТАЦИЯ**

Цель – рассмотреть с точки зрения химии процессы и механизмы формирования болевого ощущения в теле человека. Проанализированы актуальная и современная литература и интернет-источники по этой теме. Рассмотрены самые известные медиаторы боли и их влияние на формирование этого ощущения.

ABSTRACT

The aim of our studies is to consider the processes and mechanisms of pain formation in the human body from the point of view of chemistry. The current and modern literature and Internet sources on this topic are analyzed. The most well-known pain mediators and their influence on the formation of this sensation are considered.

Ключевые слова: боль; ноцицептивная боль; медиаторы боли; рецепторы; рецепторы TRP.

Key words: pain; nociceptive pain; pain mediators; receptors; TRP receptors.

Ни для кого не секрет, что за формирование болевых ощущений в нашем организме отвечает нервная система. Эволюционно боль появилась неспроста. Это полезная адаптация к внешним раздражителям – определенная реакция, позволяющая нам понять, что организму наносится вред. Но как же получается так, что мы чувствуем боль? Многие ученые давно считали, что это чувство имеет химическую основу. Они предполагали существование особых веществ, которые в определенные моменты образуются в тканях или освобождаются из связанной формы. Их

назначение – передача посредством химических реакций особых импульсов, воспринимающихся нашим организмом как боль.

Самой распространенной болью, которую испытывают люди, является ноцицептивная боль [1, с. 1]. Она развивается, когда на специфические болевые рецепторы (ноцицепторы) воздействуют воспаление, химические вещества или физические травмы.

Как же на молекулярно-биологическом уровне происходит формирование болевого ощущения? Для этого должно пройти несколько стадий:



1. Трансдукция – на этой стадии сигнал улавливается нашими рецепторами и преобразуется в нервный импульс.

2. Кондукция – импульс передается по нервным волокнам.

3. Проекция – нервный импульс доходит до спинного мозга и обрабатывается там, после чего передается в головной мозг.

4. Восприятие – в головном мозге формируется восприятие раздражителя.

Чтобы ощущение было воспринято, необходимо изменить биохимические свойства рецептора. Для этого специальные белки-рецепторы, которые реагируют на определенный внешний фактор, с помощью конформационных изменений передают сигнал [2, с. 3]. Белковые взаимодействия в клетке усиливают сигналы, этим

и объясняется физиологический ответ организма. По набору рецепторов, существующих в ноцицептивной системе можно выделить четыре группы: несущие рецепторы механического воздействия, химического воздействия, полимодальные (с рецепторами всех раздражителей) и температуры.

Белки группы *TRP* – одни из самых важных терморецепторов.

Белки из этой группы способны генерировать потенциал действия для передачи сигнала путем пропускания ионов магния, кальция и натрия в клетку.

Среди этих белков особую роль играют TRPV1–TRPV4 и TRPM8. Они реагируют на повышение температуры и холод соответственно [3, с. 3-4].

С точки зрения биохимии механизмы схожи с реакцией мозга на изменение температуры. Например, капсаицин, содержащийся в перце чили активирует терморецептор TRPV1 (такие вещества называются *агонистами*) [4, с. 1]. А ментол, который содержится в мяте, — агонист TRPM8, и вызывает чувство охлаждения [5, с. 1-2] (Рис.1).

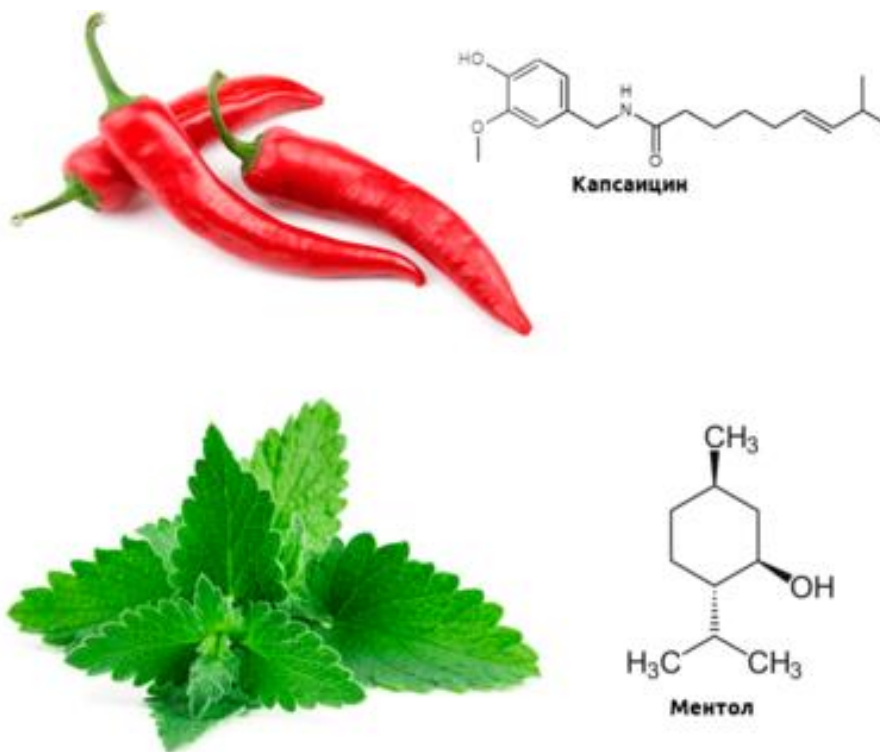


Рис.1 Капсаицин и ментол.

Механоноцицепторы — группа рецепторов, отличающаяся от температурных рецепторов более сложным строением. Здесь особого внимания помимо барорецепторов заслуживают рецепторы, активируемые олигопептидом брадикинином. В-1, брадикининовый рецептор, синтезируется после получения повреждения. Его роль заключается в активации сигнального каскада путем связывания брадикинина. Таким образом, эти рецепторы формируют боль. Стоит отметить свойство усиления восприятия, которое принимает участие в поддержании стимула формирования болевых ощущений и дальнейшей активации рецепторов.

Этим объясняется возникновение хронической боли при постоянном раздражении В-1 рецепторов [6, с. 4].

Рецептор TRP — TRPA1 — входит в группу рецепторов, реагирующих на химические вещества (ирританты) [7, с. 5]. Его активация возможна при взаимодействии с различными молекулами, часто сам рецептор вступает с ними в химическую реакцию, поэтому эффект его работы отличается необратимостью. К наиболее распространенным ирритантам относятся аллицин, содержащийся в чесноке и аллилизотиоцианат, который содержится в васеби. Они способны активировать TRPA1 (Рис.2).

Агонисты TRPA1

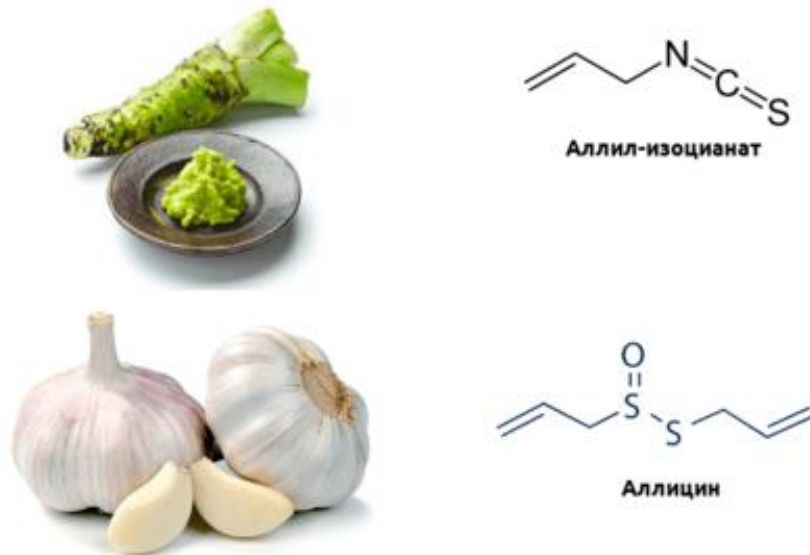


Рис.2 Аллилизотиоцианат и аллицин.

Отдельного внимания заслуживает боль, причиной которой является воспаление. Основной раздражитель ноцицепторов – гистамин. Его

синтезируют в кровь тучные клетки в ответ на воспаление (Рис.3).

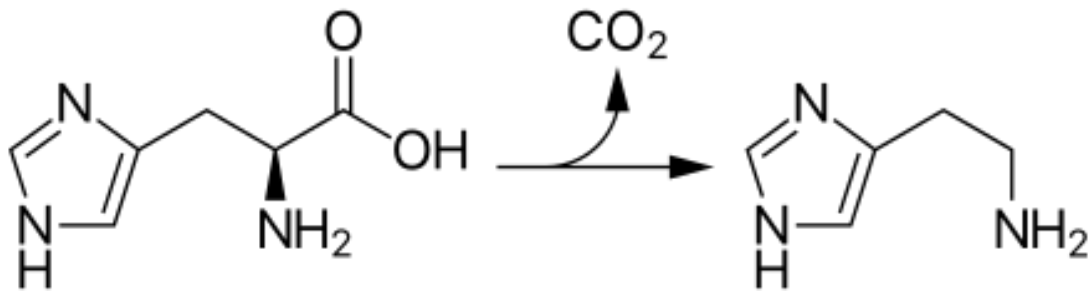
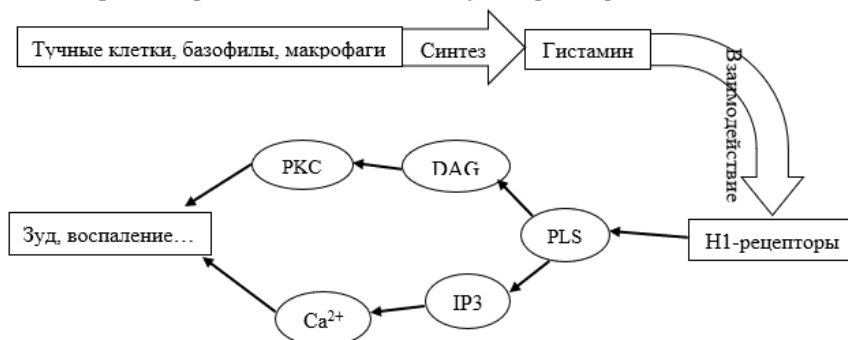


Рис.3 Синтез гистамина в организме.

Накопление гистамина происходит в комплексе с гепарином в базофилах и тучных клетках, свободный гистамин окисляется при помощи диаминоксидазы ($\text{Im} - \text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{диаминоксидаза}} \text{Im} - \text{CH}_2\text{CHO} + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$) либо метилируется гистамин-N-метилтрансферазой [8, с. 2].

Гистамин связывается со своими рецепторами (из семейства GPCR). Активация гистаминового рецептора 1 типа (H1) приводит к

активации фосфолипазы C (PLC) и гидролизу фосфатидилинозитолбисфосфата (PIP2) с образованием инозитолтрифосфата (IP3), который затем запускает высвобождение Ca^{2+} из эндоплазматической сети. Кальций, связавшись с кальмодулином, активирует протеинкиназу C, которая, при помощи дальнейшего фосфорилирования регуляторных киназ, подавляет экспрессию потенциал-зависимых калиевых каналов, что приводит к деполяризации мембраны и проведению болевого импульса [9, с. 2].



Описанные выше явления происходят в ноцицептивных рецепторах, однако само ощущение формируется в центральной нервной системе. Следовательно необходимо, чтобы сигнал туда попал. Для этого существуют натриевые и калиевые каналы, генерирующие потенциалы действия и передающие их путем синаптического взаимодействия в заднем роге спинного мозга. Боль и воспаление вызывается высвобождением при помощи кальциевых каналов нейромедиаторов из центральных или периферических синапсов. Далее по волокнам боль передается в головной мозг, и уже там формируется физиологический ответ.

Доказано существование особых химических веществ – медиаторов боли, которые способны генерировать это ощущение.

Один из самых известных таких медиаторов - гистамин. Многие исследователи неоднократно высказывали предположение, что накопление гистамина в жидкости, которая омывает нервные

окончания, вызывает болевое ощущение [10,2]. Травмы, удары, ожоги, порезы являются причиной возникновения сложного комплекса химических превращений, которые и будут составлять предварительную фазу боли. Следствием этого станет высвобождение из связанной формы или синтез медиаторов боли. Механизм их действия понятен: нервные окончания раздражаются, по волокнам возбуждение передается в головной мозг, там после обработки и анализа импульса возникает боль. Эти вещества синтезируются не мгновенно – существует латентный период. Поэтому при повреждении некоторых тканей боль может возникать не сразу. Как считают многие исследователи, все эти медиаторы боли являются гистаминоподобными. Опытным путем обнаружено большое содержание гистамина в тканях после ожога, ушиба, колото-резаных ранений и других травмах [10, с. 3].



Как говорилось ранее, существует ряд веществ, которые способны высвобождать гистамин из связанной формы. К ним относятся ферменты, бактериальные токсины, яды. Сейчас известно несколько десятков таких веществ. Например, химический препарат 48/70 (соединение р-метоксифенетил-метиламина с формальдегидом), антибиотики, некоторые лекарственные вещества [10, с. 2].

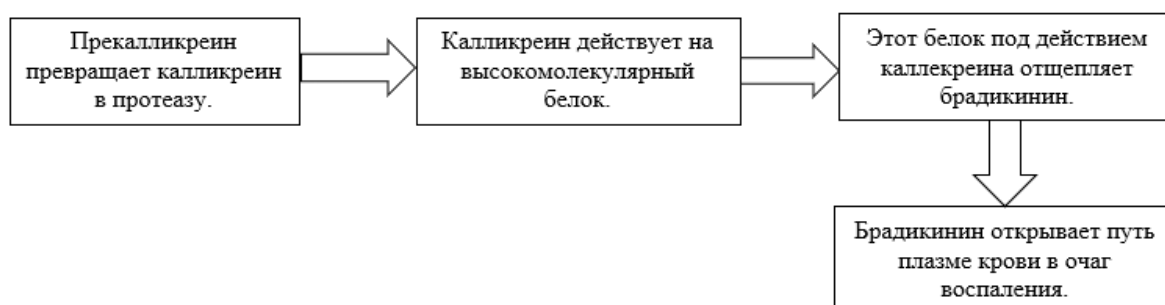
Доказано существование еще целого ряда медиаторов боли, среди них: формальдегид, монохлорацетон, монобромацетон, хлористый калий, эфиры монобром- и монойодуксусной кислот, бромциан, акролеин, аллилгорчичная кислота и другие вещества, введенные даже в очень больших разведениях (1: 400000), могут вызвать нестерпимое болевое ощущение, нарушая процессы окисления в клетке [10, с. 3].

Путем повторения опытов Кила на базе Новосибирского медицинского университета доказано, что ацетилхолин является медиатором боли. А если на основание пузыря (по опыту Кила) предварительно нанести раствор хлористого калия, то чувствительность к ацетилхолину резко повышается. Это объясняется способностью хлорида калия вытеснять ацетилхолин из связанной формы. Это увеличивает концентрацию свободного ацетилхолина, а связывание тканями прекращается. Накопление в ткани ацетилхолина вместе с гистамином вызывает еще более острую боль [10, с. 4].

Было установлено, что катехоламины участвуют в формировании болевого ощущения. К таким веществам относятся адреналин и норадреналин. При нанесении их на дно пузыря возникало болевое ощущение, а концентрация в моче и крови увеличивалась [10, с. 5].

Доказано, что чувство боли могут вызывать жидкости, образующиеся в организме при тех или иных заболеваниях. Например, экссудаты при воспалениях или плевральная жидкость. Открытая группа весьма активных химических болевых соединений получила такое общее название как кинины. В происхождении болевого ощущения им в настоящий момент придается важное значение. Кинины являются сложными белковоподобными соединениями (иногда их называют кинин-гормоны или местные гормоны). Наиболее связанные с генерацией боли кинины: брадикинин, каллидин и субстанция Р. Кинины, помимо таких способностей как расширение сосудов, снижение кровяного давления и увеличение скорости кровотока, обладают самым важным свойством - вызывание боли при взаимодействии с хеморецепторами. Эти вещества можно обнаружить в ядах таких животных как осы, пчелы, змеи и скорпионы. Они содержатся в коже, воспалительных экссудатах, образуются в плазме в процессе свертывания крови. Их происхождение довольно сложное. В крови содержатся предшественники кининов, имеющие название

кининогены. Под влиянием специфических ферментов – калликреинов – кининогены превращаются в кинины. Ферменты кининазы быстро разрушают кинины в нормальных физиологических условиях. Наиболее важные кинины – брадикинин и каллидин, которых в крови практически нет, а при вводе их в повышенных дозах в кровь у человека возникает жгучая боль и изменяется проницаемость сосудов. Распад и синтез кининов в организме человека довольно тесно связаны со свертыванием крови. Кининогены, образующиеся в печени, можно выделить из крови и тканей человека, а также всех видов животных, за исключением птиц. В плазме крови они содержатся в альфа-2-глобулиновой фракции. Однако, в крови отсутствует активный калликреин, участвующий в превращении кининогена в кинин. В плазме находится в неактивной форме (калликреиноген), которая превращается в калликреин под влиянием одного из многочисленных факторов, фактора Хагемана, который участвует в сложном процессе свертывания крови [10, с. 7].



Выводы: боль – самое неприятное проявление местной воспалительной реакции – также имеет важное приспособительное значение. Она возникает под влиянием провоспалительных медиаторов и способствует сохранению болевых ощущений в течение длительного времени, поддерживая тем самым функциональную иммобилизацию поврежденной части тела, что необходимо для эффективного течения восстановительных процессов. Механизмы формирования боли в теле человека на молекулярно-биологическом уровне имеют явную химическую природу. Это сложные реакции проведения болевого импульса по нервной системе с участием медиаторов боли.

Литература

1. Крылов, Б. В. Новые механизмы модуляции ноцицептивных сигналов для купирования хронической боли: роль медленных натриевых каналов / Б. В. Крылов. – Текст: непосредственный // XXIII съезд физиологического общества им. И. П. Павлова: материалы научно-практической конференции (18–22 сентября 2017 года). – Воронеж, 2017. – С. 382–383.
2. Чугунов, А. Рецепторы в активной форме: сайт / А. Чугунов. – 2008. – URL:

<https://biomolecula.ru/articles/retseptory-v-aktivnoi-forme> (дата обращения 23.03.2021). – Загл. С титул. экрана. – Текст: электронный.

3. Русинов, А. Молекулярная биология боли: сайт / А. Русинов. – 2019. – URL: <https://biomolecula.ru/articles/molekuliarnaia-biologiia-boli> (дата обращения 23.03.2021). – Загл. С титул. экрана. – Текст: электронный.

4. Чугунов, А. Жгучий перец облегчит боль: сайт / А. Чугунов. – 2007. – URL: <https://biomolecula.ru/articles/zhguchii-perets-oblegchit-bol> (дата обращения 24.03.2021). – Загл. С титул. экрана. – Текст: электронный.

5. Чугунов, А. «Мятный холодок»: почему ментол создаёт ощущение прохлады во рту: сайт / А. Чугунов. – 2007. – URL: <https://biomolecula.ru/articles/miatnyi-kholodok-pochemu-mentol-sozdaet-oshchushchenie-prokhлады-vo-rtu> (дата обращения 24.03.2021). – Загл. С титул. экрана. – Текст: электронный.

6. The role of kinin B1 and B2 receptors in the persistent pain induced by experimental autoimmune encephalomyelitis (EAE) in mice: Evidence for the involvement of astrocytes / Rafael C. Dutra, Allisson F. Bento, Daniela F.P. Leite, Marianne N. Manjavachi, Rodrigo Marcon, [et al.]. – Text: dirige // *Neurobiology of Disease*. – 2013. – V. 54. – P. 82-93.

7. Сазонов, В. Ф. Формирование мембранного потенциала покоя: сайт / В. Ф. Сазонов. – 2011. – URL: <https://biomolecula.ru/articles/formirovanie-membrannogo-potentsiala-pokoia> (дата обращения 26.03.2021). – Загл. С титул. экрана. – Текст: электронный.

8. Histamine, histamine receptors, and neuropathic pain relief / Iona Obara, Vsevolod Telezhkin, Ibrahim Alrashdi, Paul L. Chazot. – Text:

dirige // British Journal of Pharmacology. – 2019. – V. 177, № 3. – P. 580-599.

9. Каратеев, А. Е. Эйкозаноиды и воспаление / А. Е. Каратеев, Т. Л. Алейникова. – Текст: непосредственный // Современная ревматология. – 2016. – Т. 10, № 4. – С. 73-86.

10. Химия боли и ее медиаторы / В. И. Грачев, И. О. Маринкин, Н. В. Суслонина, М. Х. Дадаев. – Текст: непосредственный // American Scientific Journal. – 2019. – № 29-2 (29). – С. 20-30.

УДК 543.062:547.262

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ МЕХАНИЗМА ГЛУБОКОГО ОКИСЛЕНИЯ ЭТАНОЛА НА ПОВЕРХНОСТИ КАТАЛИЗАТОРА ТЕРМОКАТАЛИТИЧЕСКОГО СЕНСОРА

DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2021.1.87.1392

Муродова З.Б*, Хушвактов М*, Абдурахманова З.Э**.

*Самаркандский государственный университет.

г. Самарканд.

**Самаркандский медицинский институт.

г. Самарканд.

АННОТАЦИЯ

В работе экспериментальным путем изучено влияние парциальных давлений исходных веществ и продуктов реакции, на закономерности глубокого окисления этанола на поверхности катализатора термокаталитического сенсора. При этом установлены закономерности окисления горючих веществ на подобранных катализаторах и выявлены оптимальные условия, обеспечивающие протекание изучаемого процесса в кинетической области. Показано, что реакция на поверхности катализатора сенсора протекает по двум кинетически независимым (базисным) маршрутам. С учетом выше- изложенного предложена более детальная схема гетерогенно-каталитического окисления этанола в присутствии катализатора сенсора.

ANNOTATION

In this work, the effect of the partial pressures of the starting materials and reaction products on the patterns of deep oxidation of ethanol on the surface of the catalyst of the thermocatalytic sensor was studied experimentally. At the same time, the regularities of the oxidation of combustible substances on selected catalysts have been established and the optimal conditions have been identified that ensure the flow of the process under study in the kinetic region. It is shown that the reaction on the sensor catalyst surface proceeds along two kinetically independent (basic) routes. Taking into account the above, a more detailed scheme of the heterogeneous catalytic oxidation of ethanol in the presence of a sensor catalyst is proposed.

Ключевые слова. Этанол, механизм, определение, сенсор, катализатор, термокаталитический, токсичный, растворитель, газозоодушный смесь, химия, экология и медицина.

Keywords. Ethanol, mechanism, determination, sensor, catalyst, thermocatalytic, toxic, solvent, gas-air mixture, chemistry, ecology and medicine

Введение. Одним из самых распространенных психотропных веществ, является этиловый спирт чрезмерное использование, которого не имеет себе равных. Количество этанола в выдыхаемом человеком воздухе является важнейшим индикатором и процедурным звеном освидетельствования состояния опьянения в медико-оздоровительных учреждениях и дорожно-потрульной службе (ДПС) [1,2]. Также этанол является широко распространенным токсичным, пожаро- и взрывоопасным загрязнителем, а также и экотоксикантом атмосферного воздуха. Во многих процессах химической технологии контролируемым параметром является концентрация этилового спирта, используемого в качестве основного сырья и растворителя. Он легко воспламеняется, а в смеси с воздухом даже взрывается, поэтому, присутствие его в воздушной среде и замкнутых экологических системах

становится причиной возникновения взрывов и пожаров. В связи с этим, контроль за его концентрацией в газозоодушных системах представляет собой одной из важнейших задач техники безопасности, решения различных экологических и медицинских проблем[3]. Поэтому, задача создания нового поколения высокочувствительных сенсоров и газоанализаторов, а также разработка методик мониторинга этилового спирта в выдыхаемом человеком воздухе и технологических газах, является актуальной проблемой современной химии, экологии и медицины.

Из всех используемых в практике аналитической химии методов мониторинга содержания этанола наиболее широко применяются химические, газохроматографические и термокаталитические методы [4].

Наибольшую точность измерения концентрации этилового спирта из парогазовой смеси получается газовой хроматографией [5]. Однако этот метод требует достаточно громоздкой и дорогой аппаратуры а также подготовке высококвалифицированного специалиста. Время, необходимое для проведения такого анализа, очень большое, поэтому рекомендовать такую методику можно лишь в качестве образцовых средств измерений. К тому же как известно, анализ с помощью хроматографического метода является довольно трудоёмким и дорогостоящим.

Термокаталитический метод и сенсор широко используемый в практике контроля паров этилового спирта характеризуются чувствительностью, экспрессности и портативностью используемого анализатора. Наряду с отмеченными достоинствами термокаталитических сенсоров необходимо также отметить и их недостатки невысокая селективность самих и катализаторов на основе платиноидов.

В связи с этим, разработка высокоселективных термокаталитических методов и создание на их основе доступных и высокочувствительных приборов (сенсоров и автоматических газоанализаторов) мониторинга этанола является первостепенной и актуальной проблемой современной аналитической химии.

Цель исследования. Изучение механизм глубокого окисления этанола на поверхности катализатора термокаталитического сенсора. Оптимизация условий разработки термокаталитических методов с улучшенными метрологическими характеристиками.

Методика эксперимента. Эксперименты проводились на установке проточного типа, со стационарном катализатором. Контроль за

степенью окисления горючего компонента осуществляется газохроматографическим методом, снятием хроматограммы смеси до и после прохождения её через слой катализатора.

Учитывая, что полнота окисления горючих веществ зависит от состава катализатора, температуры процесса, концентрации реагирующих веществ, соотношения компонентов в газовой смеси, пропускаемой через реактор, которые нами были исследованы также при изучении влияния этих факторов.

Полученные результаты и их обсуждения.

Для получения информации о кинетике глубокого окисления этанола необходимо исследовать влияние исходных продуктов и продуктов реакции (углекислого газа и воды) на скорость протекания этого процесса.

Изучено влияние углекислого газа на окисление этанола в интервале удельных скоростей подачи спирта 2,5-6,5 моль/кг кат. час в диапазоне температур 150-200 °С и парциальном давлении кислорода 0,2 атм. Подача CO₂ производилась в виде смеси с исходным продуктом. При этом скорость поступления этой смеси в реактор выдерживалась таким образом, чтобы парциальное давление спирта было равно 0,025 атм.

Эксперименты проводили по следующей методике: сначала производилась подача смеси без углекислого газа (1), затем с добавкой CO₂ в количестве 0,1 атм.(2) и снова без добавки CO₂ (3). Совпадение в пределах ошибки эксперимента результатов первого и третьего опытов позволило считать, что добавка в исходную газовую смесь дополнительных количеств CO₂ не оказывает необратимого воздействия на свойства катализатора. Данные по влиянию CO₂ на скорость окисления этанола приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Влияние добавки CO₂ на степень превращения спирта на катализаторе термокаталитического сенсора (n=5, P=0,95)

№ п/п	Скорость подачи спирта, моль/кг кат. час	Степень превращения спирта, %					
		Без добавки CO ₂		С добавкой CO ₂		Без добавки CO ₂	
		$\bar{x} \pm \Delta x$	$S_r \cdot 10^2$	$\bar{x} \pm \Delta x$	$S_r \cdot 10^2$	$\bar{x} \pm \Delta x$	$S_r \cdot 10^2$
Температура 150 °С							
1	2,5	23,7±0,2	0,8	18,7±0,2	0,9	24,5±0,2	0,9
2	4,5	17,1±0,1	0,6	15,1±0,2	0,7	16,1±0,1	0,8
3	6,5	9,7±0,2	1,1	7,1±0,1	1,4	10,1±0,2	1,6
Температура 200 °С							
1	2,5	44,3±0,3	1,1	40,3±0,4	0,7	43,6±0,3	1,2
2	4,5	31,9±0,2	0,6	28,9±0,4	0,8	32,2±0,2	1,3
3	6,5	17,3±0,2	1,1	13,3±0,2	1,5	17,9±0,1	1,4

Как видно из результатов (табл.1.), введение в зону реакции углекислого газа (0,1 атм.) сопровождается понижением степени окисления спирта на поверхности катализатора чувствительного элемента сенсора во всех изученных сочетаниях параметров. При подаче CO₂ в количестве, соответствующем ее парциальному давлению 0,1 атм. при температуре 150 °С степень превращения спирта снижается с 23,7 % до 18,7 %.

Опыты с добавкой воды проводились в интервале температур 150-200 °С, удельных скоростях подачи спирта 2,5-6,5 моль/кг кат. час. при парциальных давлениях этанола-0,025 атм., O₂-0,2 атм., воды-0,02 атм. Постоянство линейной скорости газового потока достигалось за счет подачи в реакционную смесь дополнительного количества инертного газа-азота. Влияние парциального давления воды на окисление этанола

кислородом воздуха в присутствии катализатора $MnO_2-CuO-SnO_2$ (80-10-10) приведены в табл. 2.

Как видно из полученных данных (табл.2.), введение в исходную газовую смесь воды (0,02 атм.) не оказывает заметного влияния на кинетику

окисления спирта на поверхности катализатора: $MnO_2-CuO-SnO_2$ (80-10-10) селективного термокаталитического сенсора этанола $TKCC_2H_5OH$.

Таблица 2.

Влияние добавки воды на степень превращения спирта кислородом воздуха (P_{сп}=0,025атм, P_{о2}=0,20 атм, n=5, P=0,95)

№ п/п	Скорость подачи спирта, моль/кг кат.час	Степень превращения спирта, %.					
		Без добавки воды		С добавкой воды		Без добавки воды	
		$\bar{x} \pm \Delta x$	$S_r \cdot 10^2$	$\bar{x} \pm \Delta x$	$S_r \cdot 10^2$	$\bar{x} \pm \Delta x$	$S_r \cdot 10^2$
Температура 150 °С							
1	2,5	23,2±0,3	0,7	22,7±0,3	0,6	23,8±0,	0,7
2	4,5	17,6±0,2	0,9	18,1±0,2	0,8	17,7±0,2	0,9
3	6,5	9,7±0,1	1,6	8,7±0,1	1,9	9,1±0,1	2,0
Температура 200 °С							
1	2,5	43,3±0,4	0,9	44,0±0,3	0,9	44,6±0,3	0,8
2	4,5	31,9±0,3	1,2	32,0±0,2	0,9	31,6±0,3	1,0
3	6,5	16,3±0,2	1,5	16,3±0,1	2,2	17,1±0,2	1,5

Одним из продуктов неполного окисления этанола является ацетальдегид. Для установления влияния ацетальдегида на закономерности окисления этанола в ходе экспериментов изучалась зависимость степени глубокого окисления ацетальдегида от температуры опыта (табл. 3).

Как следует из данных таблицы 3, в идентичных условиях степень глубокого окисления ацетальдегида намного выше, чем этанола. Проведено сравнительное изучение зависимости глубокого окисления ацетальдегида и этанола от температуры опыта (табл.3).

Таблица 3.

Зависимость степени превращения ацетальдегида и этанола от температуры опыта на поверхности катализатора термокаталитического сенсора. (CCH₃CHO= 2,5 об. %, CC₂H₅OH=2,5 %, n=5, P=0,95)

Температура опыта, °С	Степень окисления, %			
	Ацетальдегид		Этанол	
	$\bar{x} \pm \Delta x$	$S_r \cdot 10^2$	$\bar{x} \pm \Delta x$	$S_r \cdot 10^2$
75	36,5±0,6	1,32	12,6±0,2	1,28
150	90,7±0,9	0,8	67,2±0,6	0,72
200	100,0±1,7	1,37	86,8±0,9	0,83

Сопоставление данных приведенных в таблицах 3 и 4 показывают, что увеличение содержания альдегида в смеси приводит к снижению степени окисления спирта.

Таблица 4.

Зависимость степени превращения этанола в присутствии ацетальдегида от температуры опыта на поверхности катализатора термокаталитического сенсора (CCH₃CHO= 2,5 об. %, CC₂H₅OH=2,5 %, n=5, P=0,95)

№ п/п	Температура опыта, °С	Степень окисления, в %		
		$\bar{x} \pm \Delta x$	S	$S_r \cdot 10^2$
1	75	8,2±0,1	0,080	0,98
2	150	65,2±0,6	0,482	0,74
3	175	71,6±0,9	0,724	1,01
4	200	86,0±1,5	1,206	1,40

В смесях с ацетальдегидом этанол окисляется существенно медленнее, чем при его отсутствие. Снижение степени окисления этанола в этих смесях особенно сильнее наблюдается при более низких температурах. Газохроматографическим методом установлено содержание ацетальдегида в продуктах реакции глубокого окисления этанола.

Результаты газохроматографического анализа состава продуктов окисления этанола, приведенные в таблице 5 показывают, что при температурах реакции ниже 100 °С наблюдается мягкое окисление этанола с образованием ацетальдегида.

Результаты хроматографического анализа продуктов глубокого окисления этанола на поверхности катализатора термокаталитического сенсора.

№ п/п	Температура опыта, °С	Состав продуктов окисления этанола, %			
		Этанол	Ацетальдегид	CO ₂	H ₂ O
1	50	82,6	7,8	4,7	4,9
2	80	69,4	1,4	14,0	15,2
3	100	55,7	0,0	30,6	13,7
4	150	32,3	0,0	42,8	24,9
5	200	14,9	0,0	49,5	35,6

Таким образом, в результате исследования активности индивидуальных оксидов металлов и их смесей при окислении горючих веществ подобран катализатор для измерительного и компенсационного чувствительного элемента термокаталитического сенсора этанола. Установлены закономерности окисления горючих веществ на подобранных катализаторах и выявлены оптимальные условия, обеспечивающие протекание изучаемого процесса в кинетической области.

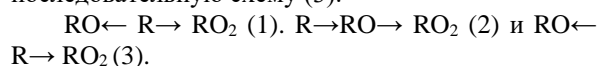
Для интерпретации полученных результатов целесообразно рассмотреть возможные схемы глубокого окисления спиртов на оксидных катализаторах.

Взаимодействие спиртов с кислородом, приводящее к образованию CO₂ и H₂O, сложное и включает несколько промежуточных стадий. Существующие стадийные схемы и механизмы реакций каталитического окисления спиртов разнообразны вследствие многообразия форм промежуточных поверхностных соединений, возникающих в ходе катализа. Общим для этих механизмов является то, что в целом процесс осуществляется по схеме попеременного восстановления-окисления поверхности катализатора.

Реакция окисления органических соединений кислородом на поверхности катализатора протекает через адсорбцию молекул обоих или одного из взаимодействующих веществ [6]. Адсорбция этих веществ часто сопровождается деструкцией их молекул, в результате чего на поверхности катализатора в адсорбированной форме будут находиться атомы кислорода и фрагменты органических веществ, часто оказывающих электрически заряженными - осколки органических соединений положительно, а кислород – отрицательно [6].

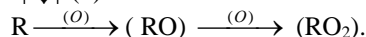
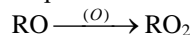
В реакциях гетерогенно-каталитического окисления органических веществ принято различать так называемые параллельные, последовательные и параллельно-последовательные схемы механизма. Это не схемы детального (поскольку в них не указываются элементарные стадии), а лишь только определенный способ изображения макропревращений в системе. Если среди газообразных веществ, находящихся в реакционной смеси непосредственным предшественником более окисленного продукта RO₂, также как продукта RO, является исходное вещество R, то схема считается

параллельной (1). Если же продукт образуется доокислением RO, то схема последовательная (2). Сочетание схем (1) и (2.) дает параллельно-последовательную схему (3):

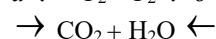
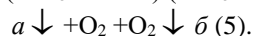
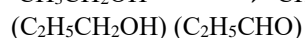
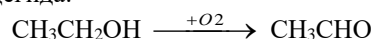


Вопрос о принадлежности данного механизма к тому или иному типу важен, поскольку определяются пути регулирования избирательности. При изучении методом ИК-спектроскопии адсорбированного этанола и изопропанола на оксиде хрома [7] при низких температурах обнаружены слабо связанные поверхностные соединения типа алкоколятов хрома. При повышенных температурах в значительных количествах появляются поверхностные соединения карбоксилатного типа (ацетаты хрома и др.). Это позволяет предположить, что при взаимодействии спирта с кислородом образуется поверхностный алкоколят (K1), распад которого приводит к образованию карбонильного соединения.

Поверхностное окисление алкоколята приводит к образованию карбоксилатного комплекса (K2), ведущего к образованию кислот (в случае этанола -уксусной кислоты). При дальнейшем окислении (K2) получается карбонатный комплекс (K3), из которого образуется CO₂. Если не учитывать образования кислот, но принять во внимание возможность последовательного пути образования CO₂ (доокисления RO), то механизм реакции может быть выражен схемой:



Как было указано в [8], на алюмомеднооксидном катализаторе глубокое окисление этанола и пропанола происходит по параллельно-последовательной схеме, включающей образование соответствующего альдегида:



Скорость образования продуктов глубокого окисления по последовательному пути б (через ацетальдегид) примерно в 2-2,5 раза больше, чем по

а. Детальный механизм реакции окисления этанола на поверхности катализатора сенсора, включает образование слабо связанного адсорбированного кислорода (O_2). При взаимодействии спирта с адсорбированным кислородом электроны переходят от спирта к катализатору. В результате глубокого взаимодействия спирта с адсорбированным кислородом образуются поверхностные соединения карбоксилатно-карбонатного типа, являющиеся источником CO_2 [8]. Можно предположить, что первоначально образующийся из спирта и кислорода комплекс либо распадается с образованием альдегида и воды, либо окисляется дальше на поверхности с образованием карбоксильно-карбонатных структур, дающих продукты глубокого окисления [8, 9].

В связи с полученным нами данным по окислению альдегида и изучению влияния продуктов реакции на окисление этанола предложены, его схемы и механизмы, предусматривающие дегидрирование этанола до соответствующего альдегида на двух активных центрах.

Схема предусматривает адсорбцию реагентов на поверхности катализатора, их взаимодействие на этой поверхности и десорбцию продуктов реакции в объём. Располагая данными о том, что скорость одной из стадий значительно меньше остальных, из условий постоянства можно получить выражение для скорости реакции, соответствующее различным лимитирующим стадиям.

Из результатов, полученных при изучении влияния парциальных давлений исходных веществ и продуктов реакции на скорость глубокого окисления этанола следует, что основными особенностями изучаемого процесса является: снижение степени превращения спирта в CO_2 и H_2O с увеличением его парциального давления во всем изученном диапазоне изменения параметров. Следует отметить также, что CO_2 в изученном интервале парциальных давлений не влияет на степень превращения спирта, а вода в значительной степени снижает скорость его окисления.

Таким образом, реакция на поверхности катализатора сенсора протекает по двум кинетически независимым (базисным) маршрутам. Итоговые химические уравнения маршрутов изображены под чертой. Этим уравнениям могут отвечать, процессы окисления этанола до CO_2 и H_2O на поверхности катализатора терموкаталитического сенсора. Все стадии в схеме (6) предполагаются необратимыми. Полагая, что реакция протекает стационарно в идеальном адсорбированном слое, получаем отвечающее схеме (6) кинетическое уравнение для скорости процесса:

$$W = k \cdot P_{сп} \cdot Q \quad (7)$$

где: k -константа скорости стадий; $P_{сп}$ -парциальное давление спирта; Q -степень заполнения поверхности кислородом (O).

Полученные нами экспериментальные результаты (табл.3.12 и 3.13) по глубокому

окислению этанола и ацетальдегида на поверхности катализатора сенсора свидетельствуют в пользу стадийных схем по маршруту 1.

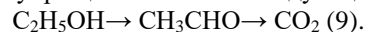
При величине Q , близкой к единице уравнение (7) переходит в уравнение первого порядка:

$$W = kP_{сп}^1 P_{O_2} \quad (8)$$

На основании формулы (8) следует ожидать снижения каталитической активности при уменьшении Q , что и наблюдается при введении добавки к спиртово-воздушной смеси более реакционноспособного альдегида, реагирующего значительно быстрее, чем спирт с адсорбированным кислородом.

Аналогичное заключение сделано в [9] при изучении закономерности окисления спиртов на оксидно-медном контакте.

Добавление CO_2 в реакционную смесь в пределах 0,02-3,0 мкмоль/мл не оказывало влияния на протекание окисления первичных спиртов, а добавление паров воды в пределах 0,079-0,96 мкмоль/мл приводило к торможению реакций как полного, так и парциального окисления первичных насыщенных спиртов. Как утверждают авторы [8, 9] для реакции окисления этанола эта схема значительно упрощается и имеет следующий вид:



Используя рассмотренную схему механизма образования CO_2 при окислении этанола и ацетальдегида на CuO , можно объяснить наблюдаемые зависимости изменения реакционной способности в спиртах.

Совокупность полученных нами экспериментальных кинетических и литературных данных свидетельствует о справедливости предложенной схемы окисления этанола над катализатором ($80 MnO_2 - 10 CuO - 10 SnO_2$) термокаталитического сенсора. Причем лимитирующей стадией является дегидрирование спирта с отрывом водорода на двух активных центрах катализатора.

Таким образом, проведенные исследования показывают, что катализаторы на основе оксидов индивидуальных металлов не обеспечивают необходимую активность и селективность термокаталитического определения этанола в смеси H_2 , CO и углеводородов. В связи с этим, изучались характеристики смеси наиболее активных и селективных оксидов металлов (Co , Mn , Cu и др.), полученных в различных соотношениях. Из исследованных каталитических систем при окислении смеси водорода, оксида углерода и этанола наиболее активным является катализатор на основе смеси оксидов Mn , Cu и Sn . Результаты изучения влияния соотношений оксидов MnO_2 , CuO и SnO_2 на степень окисления этанола показали, что при температуре 200 °C на катализаторе $MnO_2-CuO-SnO_2$ (80-10-10) наблюдается 100 %-ное превращение H_2 , CO , C_2H_5OH и CH_3CHO . Таким образом, в результате проведенных исследований по изучению активности и селективности оксидов металлов подобран состав и соотношение компонентов

катализаторов для измерительного чувствительного элемента селективного термокаталитического сенсора этанола. Данный катализатор ($80 \text{ MnO}_2\text{-}10 \text{ CuO}\text{-}10 \text{ SnO}_2$) при температуре $200 \text{ }^\circ\text{C}$ обеспечивает полное (100 %) окисление этанола, водорода, оксида углерода и уксусного альдегида.

Параллельное окисление CO и H_2 с этанолом исключает возможность разработки селективного термокаталитического сенсора с использованием такого состава в качестве катализатора измерительного элемента, подключенного в мостовую схему в паре с компенсационным элементом, изготовленным из оксида алюминия (только носителя). В связи с этим, специальными опытами был подобран состав катализатора $\text{NiO-Cr}_2\text{O}_3$ (70-30) компенсационного термочувствительного элемента, обеспечивающий селективное окисление CO и H_2 в присутствии этанола в широком интервале температур. При разработке селективных термокаталитических сенсоров этанола, основанных на использовании измерительных и компенсационных элементов, содержащих катализаторы и обладающих неадекватной активностью к разным компонентам газовой смеси, установлено, что в качестве катализатора измерительного и сравнительного элементов можно использовать $\text{MnO}_2\text{-CuO-SnO}_2$ (80-10-10) и $\text{NiO-Cr}_2\text{O}_3$ (70-30). В присутствии этих катализаторов обеспечивается селективность определения этилового спирта в присутствии водорода, оксида углерода, метана и паров бензина.

Заключение. Экспериментальным путем изучено влияние температуры, размера катализатора, парциальных давлений исходных веществ и продуктов реакции, на закономерности глубокого окисления этанола на поверхности катализатора термокаталитического сенсора. При этом установлены закономерности окисления горючих веществ на подобранных катализаторах и выявлены оптимальные условия, обеспечивающие протекание изучаемого процесса в кинетической области.

Показано, что реакция на поверхности катализатора сенсора протекает по двум кинетически независимым (базисным) маршрутам. С учетом выше- изложенного предложена более детальная схема гетерогенно-каталитического окисления этанола в присутствии катализатора сенсора. Полагая, что реакция протекает в идеальном адсорбированном слое, при этом получено кинетическое уравнение для скорости превращения спиртов. Этому уравнению отвечает, окисление этанола до CO_2 и H_2O на поверхности катализатора термокаталитического сенсора.

Совокупность полученных нами экспериментальных и литературных данных свидетельствует о справедливости предложенной схемы окисления этанола над катализатором ($80\text{MnO}_2\text{-}10\text{CuO}\text{-}10\text{SnO}_2$) термокаталитического сенсора. Причем лимитирующей стадией является дегидрирование спирта с отрывом водорода на двух активных центрах катализатора.

Список литературы.

1. Бушуев Е.С., Бабаханян Р.В., Исаков В.Д. Определение этилового спирта в выдыхаемом воздухе и биологических жидкостях (справочно-информационное пособие).-СПб.: Юридический центр Пресс, 2008.- С. 23-64.
2. Медицинское освидетельствование для установления факта употребления алкоголя и состояния опьянения // Методические указания (с изм., внесенными Приказом Минздрава РФ от 12.08.2003 N 399).- Москва: 2003: По материалам сайта <http://gai.net.ru>.
3. E. Abdurakhmanov, Z. B. Murodova, F. F. Kholmurzaev, B. B. Akhmedov. Development of selective sensors for determination of ethyl alcohol vapors// European Journal of Molecular & Clinical Medicine .ISSN 2515-8260 Volume 07, Issue 09, 2020.p. 2769-2779.
4. Абдурахманов Э., Муродова З.Б., Тошмуродов Т.Т.. Сенсор для селективного мониторинга этилового спирта в воздухе и промышленных газообразных выбросах.// Журн. хим. промышленность -Санкт-Петербург, 2011, -Т.88, -№ 4 -С. 207-211.
5. Абдурахманов Э., Муродова З.Б., Абдурахманов И.Э. Автоматическое определение паров этанола в атмосферном воздухе и технологических смесях.//Журн. хим. промышленность -Санкт-Петербург, 2011 - Т.88 -№ 4 - С. 212-216.
6. Йиру П., Крживанек М., Новакова И., Вихтерлова Б. Материалы IV Междунар. Конгресса по катализу: Симпозиум «Механизм и кинетика сложных каталитических реакций» препринт №19.- М., 1968.- С. 97-99.
7. Щекочихин В.М., Давыдов А.А. ИК-спектры адсорбированного этанола и изо-пропанола на оксиде хрома // Журн. прикл. Спектроскопии.- 1971.- Т.14.- №5.- С. 884-887.
8. Голодец Г.И. Гетерогенно-каталитическое окисление органических веществ.- Киев: Наукова думка,. 1978.- 373 с.
9. Добрынкин Н.М., Поповский В.В., Исмогилов З.Р. Анализ закономерностей глубокого окисления спиртов на оксидно-медных катализаторах // Кинетика и катализ.- Т.27.- №.3.- 1986.-С. 631-637.

ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 615.014.47:543.422.3
ГРНТИ 31.19.29

ВЫБОР РАСТВОРИТЕЛЯ ДЛЯ СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ТРЕХКОМПОНЕНТНОЙ ЛЕКАРСТВЕННОЙ СМЕСИ

Котлова Людмила Ивановна
Канд. фарм. наук, доцент кафедры химии,
г. Тюмень

Цокова Татьяна Николаевна
Канд. биол. наук,
доцент кафедры медицинской информатики и
биологической физики с сетевой секцией биоэтики ЮНЕСКО,
г. Тюмень
Тюменский государственный медицинский университет
(ФГБОУ ВО ТюмГМУ Минздрава России),
625023, Россия, г. Тюмень, ул. Одесская, д. 50

АННОТАЦИЯ

Целью исследования являлся выбор растворителя для спектрофотометрического анализа трехкомпонентной лекарственной смеси, содержащей кислоту ацетилсалициловую, парацетамол и кофеин без разделения компонентов. Изучены спектры в кислотной и щелочной средах в концентрациях, соответствующих составу таблеток "Цитрамон-С". Нами предложен растворитель: этиловый спирт 98% - 0,01 моль/л раствор кислоты хлороводородной в соотношении 1:10.

ABSTRACT

The aim of the study was to select a solvent for spectrophotometric analysis of a three-component drug mixture containing acetylsalicylic acid, paracetamol, and caffeine without separating the components. The spectra were studied in acidic and alkaline media at concentrations corresponding to the composition of Citramon-S tablets. We have proposed a solvent: ethyl alcohol 98% - 0.01 mol / l solution of hydrochloric acid in a ratio of 1:10.

Ключевые слова: спектрофотометрия, спектры поглощения, лекарственные смеси.

Key words: spectrophotometry, absorption spectra, drug mixtures.

ВВЕДЕНИЕ

Методика анализа многокомпонентной лекарственной смеси требует особого внимания на взаимное влияние компонентов. В отдельных случаях методология анализа может включать разделение компонентов, например, растворяя в различных растворителях, что влечет увеличение продолжительности анализа, либо применения метода, позволяющего без предварительного разделения анализировать каждый компонент. Перспективными методами второго направления являются хроматографические и спектрофотометрические в различных модификациях [5]. Перспективным направлением спектрофотометрического анализа, позволяющего анализировать многокомпонентные смеси, является производная спектрофотометрия [1]. Для разработки методики анализа трехкомпонентной смеси, состоящей из парацетамола, кислоты ацетилсалициловой и кофеина в массовых соотношениях, соответствующих составу таблеток «Цитрамон», предварительно требовался выбор оптимального растворителя.

Задачей исследования являлось изучение влияния растворителя на профиль спектров в УФ-области парацетамола, кислоты ацетилсалициловой и кофеина при их совместном присутствии с целью выбора оптимального.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования являлись фармацевтические субстанции парацетамола (ФС 2.1.0154.18), ацетилсалициловой кислоты (ФС 2.1.0006.15), кофеина (ФС 2.1.0116.18) фармакопейной чистоты [2-4]. Использовался спектрофотометр (СФ-2000), диапазон длин волн от 200 нм до 350 нм, с шагом 2 нм. Толщина кюветы 10 мм.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При выборе растворителя для спектрофотометрических измерений руководствовались прежде всего тем, что растворитель должен быть прозрачным в измеряемой области спектра, а также данными по растворимости, изложенными в стандартах качества каждого ингредиента смеси (таблица 1).

Таблица 1

Растворимость объектов исследования в условных фармакопейных терминах			
№ пп	Фармацевтическая субстанция	Растворимость	Стандарт качества
1	Парацетамол	легко растворим в 96% спирте, растворим в ацетоне, умеренно растворим в воде	ФС 2.1.0154.18 [1]
2	Ацетилсалициловая кислота	легко растворим в 96% спирте, растворим в хлороформе, мало растворим в воде	ФС 2.1.0006.15 [3]
3	Кофеин	легко растворим в горячей воде и хлороформе, умеренно (медленно) растворим в воде, мало растворим в этаноле 96%	ФС 2.1.0116.18 [2]

Исходя из физико-химических свойств анализируемых веществ целесообразно применение в качестве растворителя этанол. Известно, что профиль УФ-спектров лекарственных веществ, особенно связанных с р-π, π-π* электронными переходами, зависит от рН среды. Для изучения характера спектров в УФ-области молекулярной и ионной форм объектов

исследования нами применялись 0,01 моль/л раствор хлороводородной кислоты и 0,01 моль/л раствор гидроксида натрия.

В первом случае растворитель составлен из двух жидкостей - 98% этилового спирта и 0,01 моль/л хлороводородной кислоты, в соотношении 1:10.

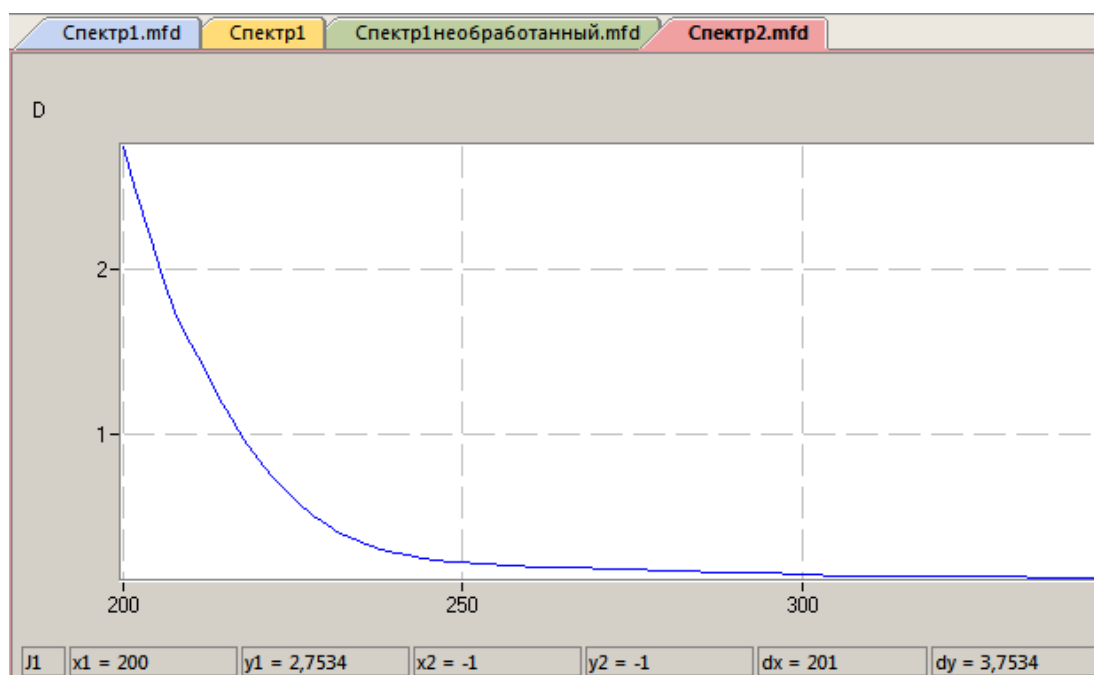


Рис. 1. Спектр поглощения растворителя (спирт этиловый 98% - хлороводородная кислота 0,01 моль/л в соотношении 1:10) от 220 до 340 нм (ось ординат – оптическая плотность, ось абсцисс – длина волны, нм)

Для приготовления раствора ацетилсалициловой кислоты отвешивают точную навеску (около 0,24 г), переносят в мерную колбу с притертой пробкой вместимостью 100 мл, прибавляют 10 мл 98% этанола и растворяют. Затем доводят объем раствора до метки хлороводородной (0,01 моль/л), (раствор А).

1 мл полученного раствора переносят в мерную колбу с притертой пробкой вместимостью 100 мл, доводят объем до метки раствором HCl (0,01 моль/л), перемешивают (раствор Б).

Получают 0,0024% раствор ацетилсалициловой кислоты (проба №1).

Для приготовления раствора парацетамола отвешивают точную навеску (около 0,18 г), переносят в мерную колбу с притертой пробкой вместимостью 100 мл, прибавляют 10 мл 98% этанола и растворяют. Затем доводят объем раствора до метки хлороводородной кислотой (0,01 моль/л), (раствор А).

1 мл полученного раствора переносят в мерную колбу с притертой пробкой вместимостью 100 мл, доводят объем до метки раствором HCl (0,01 моль/л), перемешивают (раствор Б). Получают 0,0018% раствор парацетамола (проба №2).

Для приготовления раствора кофеина отвешивают точную навеску (около 0,03 г), переносят в мерную колбу с притертой пробкой вместимостью 100 мл, прибавляют 10 мл 98% этанола и растворяют. Затем доводят объем раствора до метки хлороводородной кислотой (0,01 моль/л), (раствор А).

1 мл полученного раствора переносят в мерную колбу с притертой пробкой вместимостью 100 мл, доводят объем до метки раствором HCl (0,01 моль/л), перемешивают (раствор Б). Получают 0,0003% раствор кофеина (проба №3).

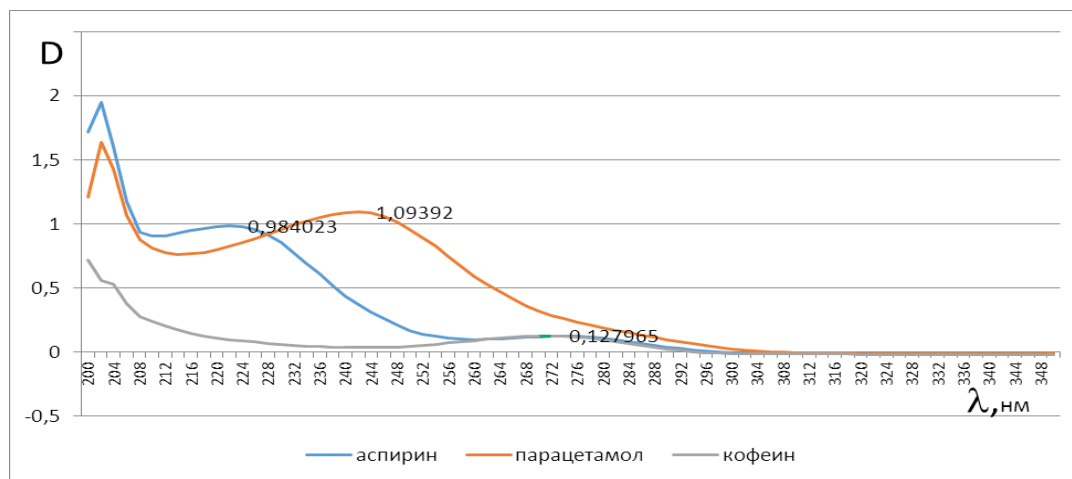


Рис.2. УФ-спектры 0,0024% раствора ацетилсалициловой кислоты, 0,0018% раствора парацетамола, 0,0003% раствора кофеина (растворитель - спирт этиловый 98% - хлористоводородная кислота 0,01 моль/л в соотношении 1:10)

Как видно из рисунка 2, спектр поглощения ацетилсалициловой кислоты имеет один максимум поглощения при длине волны 222 ± 2 нм, спектр поглощения парацетамола имеет один максимум поглощения при длине волны 242 ± 2 нм, спектр поглощения кофеина имеет один максимум поглощения при длине волны 272 ± 2 нм.

Сохранив те же концентрации лекарственных веществ, по аналогичной методике готовились растворы лекарственных веществ, используя растворитель: спирт этиловый 98% - 0,01 моль/л раствор натрия гидроксида в соотношении 10:1. На рис.3 изображены УФ-спектры каждого лекарственного вещества, растворы которых готовились в указанном растворителе.

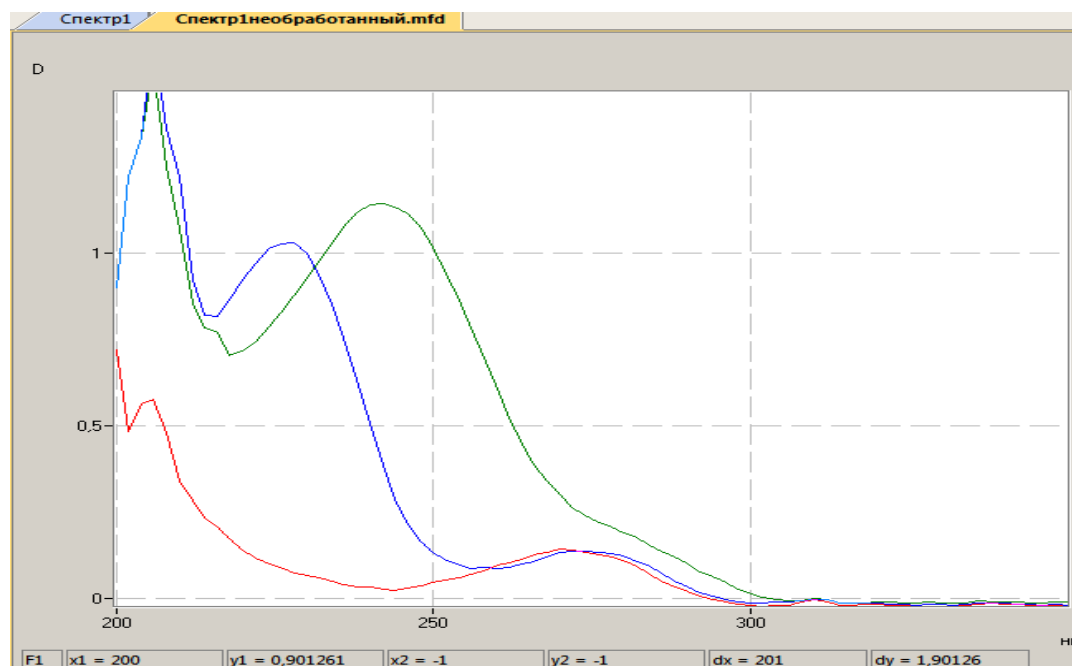


Рис.3. УФ-спектры 0,0024% раствора ацетилсалициловой кислоты, 0,0018% раствора парацетамола, 0,0003% раствора кофеина (растворитель - спирт этиловый 98% - раствор натрия гидроксида 0,01 моль/л в соотношении 1:10)

Как видно из рисунка 3, спектр поглощения ацетилсалициловой кислоты имеет один максимум поглощения при длине волны 194 ± 2 нм, спектр поглощения парацетамола имеет один максимум поглощения при длине волны 254 ± 2 нм, спектр

поглощения кофеина имеет один максимум поглощения при длине волны 272 ± 2 нм. Сравнительная характеристика спектров дана в таблице 2.

Таблица 2

Характеристика спектров поглощения изучаемых соединений в УФ-области

Лекарственное вещество	pH=2	pH=12
	λ_{\max}	λ_{\max}
Ацетилсалициловая кислота	222 ± 2 нм	194 ± 2 нм
Парацетамол	242 ± 2 нм	254 ± 2 нм
Кофеин	272 ± 2 нм	272 ± 2 нм

Полоса поглощения кислоты ацетилсалициловой с максимумом ионной формы по отношению к молекулярной форме сдвинута гипсохромно на 18 нм, ионной формы парацетамола в щелочном растворе сдвинута батохромно на 10 нм. Кофеин как соединение, не обладающее выраженными кислотно-основными свойствами, находясь в молекулярной форме и в кислотной, и в щелочной средах имеет постоянный максимум в полосе поглощения при 272 ± 2 нм.

ВЫВОДЫ

1. Исходя из химического строения и физико-химических свойств лекарственных веществ: кислоты ацетилсалициловой, парацетамола, кофеина выбраны растворители для спектрофотометрического определения смеси без предварительного разделения.

2. Изучен профиль УФ-спектров каждого лекарственного вещества при использовании в качестве растворителя спирт этиловый-0,01 моль/л раствор кислоты хлористоводородной (в соотношении 1:10) и спирт этиловый-0,01 моль/л раствор натрия гидроксида (в соотношении 1:10).

3. При использовании кислотного растворителя спектр поглощения ацетилсалициловой кислоты имеет один максимум поглощения при длине волны 222 ± 2 нм, спектр поглощения парацетамола имеет один максимум поглощения при длине волны 242 ± 2 нм, спектр поглощения кофеина имеет один максимум поглощения при длине волны 272 ± 2 нм.

4. При использовании щелочного растворителя спектр поглощения ацетилсалициловой кислоты имеет один максимум поглощения при длине волны 194 ± 2 нм, спектр поглощения парацетамола имеет один максимум поглощения при длине волны 254 ± 2 нм, спектр поглощения кофеина имеет один максимум поглощения при длине волны 272 ± 2 нм.

5. Для спектрофотометрического анализа лекарственной смеси, содержащей кислоту ацетилсалициловую, парацетамол и кофеин с помощью производной N-го порядка, оптимальным растворителем является смесь спирта этилового и раствор 0,01 моль/л кислоты хлороводородной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ОФС 1.2.1.0003.15 Спектрофотометрия в ультрафиолетовой и видимой областях.
2. ФС 2.1.0006.15 Ацетилсалициловая кислота
3. ФС 2.1.0116.18 Кофеин
4. ФС 2.1.0154.18 Парацетамол
5. Цокова, Т.Н. Метод производной УФ-спектрофотометрии определения концентрации лекарственного препарата в смесях / Цокова Т.Н., Котлова Л.И., Осипова А.В. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. - М. «Академия естествознания». - 2015. - №11 (часть 5) - С. 694-698.

Евразийский Союз Ученых.
Серия: медицинские, биологические и химические науки

Ежемесячный научный журнал
№ 6 (87)/2021 Том 1

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Макаровский Денис Анатольевич

AuthorID: 559173

Заведующий кафедрой организационного управления Института прикладного анализа поведения и психолого-социальных технологий, практикующий психолог, специалист в сфере управления образованием.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Карпенко Юрий Дмитриевич

AuthorID: 338912

Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью ФМБА, Лаборатория эколого-гигиенической оценки отходов (Москва), доктор биологических наук.

Малаховский Владимир Владимирович

AuthorID: 666188

Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Факультеты, Факультет послевузовского профессионального образования врачей, кафедра нелекарственных методов терапии и клинической физиологии (Москва), доктор медицинских наук.

Ильясов Олег Рашитович

AuthorID: 331592

Уральский государственный университет путей сообщения, кафедра техносферной безопасности (Екатеринбург), доктор биологических наук

Косс Виктор Викторович

AuthorID: 563195

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма, НИИ спортивной медицины (Москва), кандидат медицинских наук.

Калинина Марина Анатольевна

AuthorID: 666558

Научный центр психического здоровья, Отдел по изучению психической патологии раннего детского возраста (Москва), кандидат медицинских наук.

Сырочкина Мария Александровна

AuthorID: 772151

Пфайзер, вакцины медицинский отдел (Екатеринбург), кандидат медицинских наук

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Художник: Валегин Арсений Петрович
Верстка: Курпатова Ирина Александровна

Адрес редакции:
198320, Санкт-Петербург, Город Красное Село, ул. Геологическая, д. 44, к. 1, литера А
E-mail: info@euroasia-science.ru ;
www.euroasia-science.ru

Учредитель и издатель ООО «Логика+»
Тираж 1000 экз.