

СЕКЦИЯ 26

ХИМИКО- БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ В ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ

СОДЕРЖАНИЕ

СОЗДАНИЕ ВКР В ПРОЕКТНОМ ФОРМАТЕ: ЭФФЕКТИВНЫЕ ПОДХОДЫ Абубакирова Р.Р., Каныгина О.Н., д-р физ.-мат. наук, профессор	4619
МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЮ БИОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СТУДЕНТОВ В РАМКАХ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ Бибарцева Е.В., канд. мед. наук, доцент	4624
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРАКТИКИ ПРЕДМЕТНО-ЯЗЫКОВЫХ ПОДХОДОВ В РЕАЛИЗАЦИИ БИЛИНГВАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ Бибарцева Е. В., канд. мед. наук, доцент, Каримов И. Ф., канд. биол. наук, доцент, Фомина М.В., канд. мед. наук, доцент	4628
ПРИМЕНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ЧАСТЕЙ РАСТЕНИЙ ДЛЯ БИОХИМИЧЕСКИХ РАБОТ В ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ Бибарцева Е.В., канд. мед. наук, доцент	4631
ВЫЖИВАЕМОСТЬ И ПРОИЗВОДСТВО КОКОНОВ ДОЖДЕВЫМИ ЧЕРВЯМИ <i>EISENIA FETIDA</i> НА ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ПОЧВАХ Булгакова М.А., канд. биол. наук, доцент	4634
ФЕНАЗИНОВЫЕ ПИГМЕНТЫ БАКТЕРИЙ РОДА <i>PSEUDOMONAS</i> И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ Давыдова О.К. канд. биол. наук, доцент, Григорьев М.Е., Никиян А.Н., канд. физ.-мат. наук, доцент, Крыгин И.А.	4637
ИЗУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО СОДЕРЖАНИЯ ИОДА В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ Дадашов Э. Д., Пономарева П. А.....	4642
ДЕКАРБОНИЗАЦИЯ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПАРАФИНОВЫХ ФРАКЦИЙ В НЕФТИ Диянова Ю.И., Сальникова Е.В., д-р биол. наук, Юдин А.А.	4647
РОЛЬ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ В СНИЖЕНИИ ШУМОВОЙ НАГРУЗКИ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ОРЕНБУРГА Есин В. И., Верхошенцева Ю. П. канд. биол. наук, доцент	4653
БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ МАГНИЯ И МАРГАНЦА ДЛЯ БАКТЕРИАЛЬНЫХ КЛЕТОК (ОБЗОР) Здоров А.Н., Здорова А.А., Маринчев М.М., Сизенцов А.Н., канд. биол. наук, доцент	4659
КЛЕТОЧНЫЕ МЕХАНИЗМЫ БАКТЕРИАЛЬНОГО СИНТЕЗА НАНОЧАСТИЦ МЕТАЛЛОВ (ОБЗОР) Здоров А.Н., Маринчев М.М., Сизенцов А.Н., канд. биол. наук, доцент	4665
ВЛИЯНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА МИКРОБНОЕ ДЫХАНИЕ ПОЧВ Здорова А.А., Галактионова Л.В. канд. биол. наук, доцент, Здоров А.Н., Петрова Е.Н.....	4671
ВЫДЕЛЕНИЕ ИОДА МЕТОДОМ ЭКСТРАКЦИИ Калимуллина Л.Р., Пономарева П.А.....	4675

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ СОРБЦИИ ИОДА ИОНИТОМ АВ 17-8 ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ Клепикова С.М., Пономарева П.А.	4679
АДСОРБЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ МОНТМОРИЛОННИТОВЫХ ГЛИН ПО ОТНОШЕНИЮ К КАТИОНАМ МЕТАЛЛОВ Комиссаров Д.Д., Осипова Е.А., Каныгина О.Н., д-р. физ.-мат. наук, профессор	4683
ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ Р. ДОНГУЗ Кот Н.В.	4688
ПОЛУЧЕНИЕ НАНОЧАСТИЦ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ Крушенова А.С., Аитова А.Ф., Юдин А.А.	4693
ОКИСЛИТЕЛЬНО-ЭКСТРАКЦИОННОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ БРОМА ИЗ МОДЕЛЬНЫХ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ Кувшинова Е.В., Пономарева П.А.	4700
ПРИМЕНЕНИЕ ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА ПРИ ИЗУЧЕНИИ ОКИСЛЕНИЯ БРОМИД-ИОНОВ ГИПОХЛОРИТОМ НАТРИЯ Кувшинова Е.В., Пономарева П.А.	4705
ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ЭКСТРАКЦИОННОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ БРОМА ИЗ МОДЕЛЬНОГО ВОДНОГО РАСТВОРА Кувшинова Е.В., Пономарева П.А.	4710
ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ, ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ДИНАТРИЕВЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ЕНОЛОВ Кунавина Е.А., канд. хим. наук, доцент, Ведьманова В.С.	4714
СВОЙСТВА ОРГАНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ЛАНТАНА Кунавина Е.А., канд. хим. наук, доцент, Сиднев К.Д.	4717
ИЗМЕНЕНИЯ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЧАСТИЦ ПРИРОДНЫХ ПОЛИМИНЕРАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ В СВЧ-ПОЛЕ Кушнарера О. П.	4720
ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА КРАСНОГО ВИНА ПО НЕКОТОРЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ Кушнарера О. П., Воронкова Д.С.	4725
ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПШЕНИЧНОЙ И РЖАНОЙ МУКИ П ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ Кушнарера О. П., Кувшинова Е.В.	4729
ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ХИМИИ СТУДЕНТАМ ПЕРВОГО КУРСА НЕХИМИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ Кушнарера О. П.	4733
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ <i>CANNABIS SATIVA</i> В КАЧЕСТВЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ В РАЦИОНАХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ (ОБЗОР) Маринчев М.М. ¹ , Здоров А.Н. ¹ , Сизенцов Я.А. ²	4737
ПОТЕНЦИАЛ ПРИМЕНЕНИЯ ПОДСОЛНЕЧНОГО ЖМЫХА В ЖИВОТНОВОДСТВЕ (ОБЗОР) Маринчев М.М. ¹ , Здоров А.Н. ¹ , Сизенцов Я.А. ²	4741

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОВ ТОМАТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УДОБРЕНИЙ Науменко О.А., канд. мед. наук, доцент, Кунафина А.Р.....	4746
МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОХОДЫ К ОЦЕНКЕ СОДЕРЖАНИЯ ТАНИНА В ЧАЕ В ЗАВИСИМОСТИ УСЛОВИЙ ФЕРМЕНТАЦИИ И ФИЗИКО- ХИМИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ Науменко О.А., канд. мед. наук, доцент, Байрамова К.Р. ..	4751
МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАБОТЫ БАКАЛАВРА С МИКРООРГАНИЗМАМИ, ЯВЛЯЮЩИМИСЯ ПОТЕНЦИАЛЬНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ИНФЕКЦИЙ Орлова А.А., Алешина Е.С. канд. биол. наук, доцент, Дроздова Е.А. канд. биол. наук, доцент.....	4756
ОСОБЕННОСТИ ЭКСПРЕСС-МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ПОЧВ В СИТУАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ КАТАСТРОФ Пелих, В. В., Юдин А.А., Каныгина О.Н., д-р физ.-мат. наук, профессор.....	4760
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ НЕФТЕ- И ГАЗОПРОВОДОВ Пелих В.В., Биксентеев А.Р., Каныгина О.Н., д-р. физ.-мат. наук, профессор.....	4766
БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЮЖНЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ Петрова Е.Н., Здорова А.А.....	4770
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ДОКИНГ БЕЛКОВ-ЛИГАНДОВ ПАКЕТОМ AUTODOCK С ЦЕЛЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТИ ИХ БИОХИМИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ Плотникова Ю.А., Барышева Е.С., д-р. мед. наук, доцент.....	4773
МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ КОНТРОЛЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МЕДИЦИНСКАЯ МИКРОБИОЛОГИЯ И ИММУНОХИМИЯ» Романенко Н.А., канд. биол. наук.....	4778
СТРУКТУРА И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИОНООБМЕННОЙ СМОЛЫ PUROLITE C100E Рызбаева К.Р., Рябушкина Ю.С., Сальникова Е.В., д-р биол. наук, канд. хим. наук, доцент, Юдин А.А.....	4782
ОСОБЕННОСТИ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ НАНОЧАСТИЦ МОНТМОРИЛЛОНИТА МЕТОДОМ СЕДИМЕНТАЦИИ Савинов В.В., Каныгина О.Н., д-р физ.-мат.наук, профессор.....	4786
ВКР КАК НАУЧНЫЙ ПРОЕКТ: ОТ ИДЕИ ДО РЕАЛИЗАЦИИ Семенова А.А., Каныгина О.Н., д-р физ.-мат. наук, профессор, Левенец Т.В., канд. хим. наук, доцент.....	4789
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА СИНТЕТИЧЕСКИХ КРАСИТЕЛЕЙ. ОЧИСТКА ВОДЫ Семенова А.А., Лучко А.Е., Каныгина О.Н., д-р физ.-мат. наук, профессор, Пешков С.А., канд. хим. наук, доцент	4794

ОБЗОР ЭМПИРИЧЕСКИХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ДАННЫХ БАКТЕРИАЛЬНОГО СИНТЕЗА НАНОЧАСТИЦ Сизенцов А.Н., канд. биол. наук, доцент, Крюнькина В.С.	4801
ТОКСИЧНОСТЬ ЦИНКА (ОБЗОР) Сизенцов А.Н., канд. биол. наук, доцент	4807
СНИЖЕНИЕ УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА: НАУЧНЫЕ ПОДХОДЫ К ДЕКАРБОНИЗАЦИИ В ЭКОЛОГИИ И ПРОИЗВОДСТВЕ Симонова А.В., Каньгина О.Н., д-р. физ.-мат. наук, профессор, Сальникова Е.В. д-р. биол. наук, профессор	4812
ЭФФЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ Симонова А.В., Биксентеев А.Р., Юдин А.А.	4817
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ: ДЕКАРБОНИЗАЦИЯ В УСЛОВИЯХ ПЕРЕРАБОТКИ ПЛАСТОВЫХ ВОД Степанов А.Д., Пономарева П.А., Каньгина О.Н. д-р физ.-мат. наук, профессор	4820
ГЛИЦИН-НИТРАТНЫЙ МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ Тагирова Л.Р., Амонова С.С.	4826
ОЦЕНКА НАКОПЛЕНИЯ Cu, Zn И Pb В ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУРАХ Терехова Н.А.	4829
ЭТНИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ СУБКЛАДОВ ГАПЛОГРУППЫ Y-ХРОМОСОМЫ C2 У ТУВИНЦЕВ Тюрин А.М., канд. геол.- минерал наук	4832
МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОЧАСТИЦ Ховрина Т.Д., Галактионова Л.В., канд. биол. наук, доцент	4838
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИТОТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ ГОРОДА БУЗУЛУКА, НАХОДЯЩИХСЯ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ Яруллина Е.О., Верхошенцева Ю.П., канд. биол. наук.....	4844

СОЗДАНИЕ ВКР В ПРОЕКТНОМ ФОРМАТЕ: ЭФФЕКТИВНЫЕ ПОДХОДЫ

**Абубакирова Р.Р., Каныгина О.Н., д-р физ.-мат. наук, профессор
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

Выпускная квалификационная работа (ВКР) — это важный этап в жизни любого студента, который завершает обучение в высшем учебном заведении. Применение проектного подхода к выполнению ВКР открывает новые горизонты в организации научного исследования и написании работы.

Первым и самым важным шагом в процессе написания ВКР является выбор темы. Важно учитывать актуальность темы, личные интересы и доступные ресурсы для исследования. Консультации с научным руководителем помогут уточнить и конкретизировать тему, что упростит процесс выполнения исследования и работы.

На кафедре химии нашего университета в настоящее время осуществляется исследовательский грант, посвященный изучению ультрадисперсных частиц. Одним из значимых аспектов проекта является внедрение работы студентов в научный процесс, что способствует развитию их исследовательских навыков. В результате было принято решение назвать ВКР «Зеленый синтез ультрадисперсных частиц серебра и олова на основе флаваноидов», что отражает важность разработки экологических безопасных методов в производстве современной химии.

Категоризация проектов играет важную роль в современном управлении, позволяя эффективно планировать и реализовывать задачи [2]. Классификация и вид проекта по ВКР представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Классификация и вид проекта

Критерий классификации	Вид проекта
По составу и структуре	Монопроект
По продолжительности	Краткосрочный
По степени сложности	Сложный
Масштаб проекта (по объемам работы, числу участников, степени влияния на окружающую среду)	Средний (так как ВКР является частью более крупного проекта)
По сферам деятельности	Технический
По характеру предметной области	Научно-исследовательский

Планирование относится к наиболее важным процессам для проекта, так как результатом его реализации является обычно уникальный объект. Объем и детальность планирования определяется полезностью информации, которую

можно получить в результате. Был составлен подробный план проекта по ВКР с установленными сроками сдачи каждого этапа (таблица 2).

Таблица 2 – Планирование проекта по ВКР со сроками сдачи

Наименование этапов, позиций исследовательской работы	Форма отчетности	Срок аттестации
Сбор и анализ литературных данных по изучаемому вопросу «Зеленый синтез ультрадисперсных частиц серебра и олова на основе флаваноидов»	Обзор литературы	1 семестр
Подбор и отработка методик для реализации поставленных задач.	Материалы и методы, разработка экспериментальных решений	1 семестр
Выполнение экспериментальной части научно-исследовательской работы	Результаты исследований	2-3 семестр
Математическая и статистическая обработка полученных результатов.	Результаты исследований	3 семестр
Подготовка статей по результатам проведенных исследований.	Предоставление готовой ВКР и научных публикаций по результатам исследований	4 семестр
Написание выпускной квалификационной работы.		

Сетевая модель проекта представляет собой графическое описание плана работ, показывающее взаимосвязь между всеми работами, выполнение которых необходимо для завершения проекта [3]. Использование сетевых моделей в планировании ВКР повышает эффективность управления временем и способствует более глубокому пониманию структуры исследования (рисунок 1).

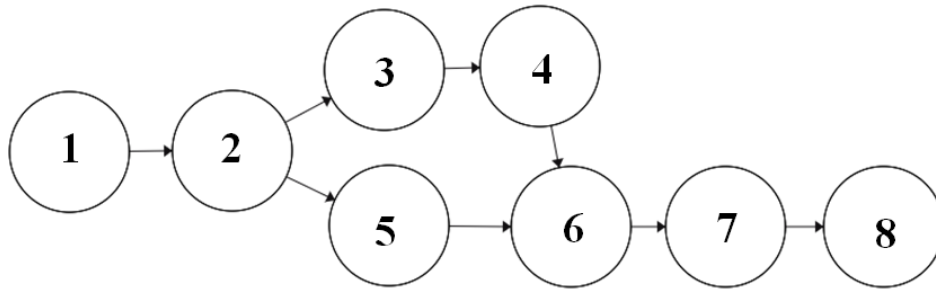


Рисунок 1 – Сетевая модель ВКР

1-выбор темы ВКР; 2-актуальность выбранной темы; 3-поиск методов решения поставленных задач; 4-выбор методики; 5-сбор и анализ литературных данных; 6-проведение эксперимента; 7-написание ВКР, подготовка презентации; 8-защита ВКР

Для разработки стратегических решений и дальнейшего планирования был составлен SWOT-анализ. Этот метод помогает определить сильные и слабые стороны, возможности и угрозы, с которыми может столкнуться проект. Это признанный способ стратегического планирования. SWOT-анализ переводится как анализ «Сил, Слабостей, Возможностей и Угроз».



Рисунок 2 – SWOT-анализ проекта по ВКР

Постановка целей — ключ к достижению успеха. Однако просто иметь цель недостаточно, она должна быть чёткой, измеримой и достижимой. Чтобы справиться с этим, был составлена модель SMART-целей, которая помогает

структурировать цели таким образом, чтобы они были конкретными и ориентированными на результат. Каждый элемент модели помогает сфокусироваться на конкретных аспектах целеполагания [1].

SMART-цели

S
Specific
Конкретные. Что именно вы хотите достичь?
Провести зеленый синтез ультрадисперсных частиц серебра и олова на основе флаваноидов, успешно сдать сдать ВКР.

M
Measurable
Измеримые. Как измерить результат?
Оформленная ВКР на 60 страниц, оформленная презентация, подготовленный доклад для сдачи ВКР.

A
Achievable
Достижимые. Реальна ли цель?
Исходя из доступной материально-технической и литературной базы, можно считать, что поставленная цель достижима.

R
Relevant
Актуальные. Соответствует ли цель вашим более широким задачам?
Актуальность данной темы обусловлена широким спектром возможностей практического применения ультрадисперсных частиц.

T
Time-bound
Ограниченные во времени. Какой срок на выполнение?
Сдача ВКР состоится через 2 года.

Рисунок 3 – SMART-цели проекта по ВКР

Команда проекта – это группа специалистов разного профиля, создаваемая на период осуществления проекта и объединенных главным образом для работы над реализацией проекта [4]. Любой руководитель проекта хочет, чтобы его команда была эффективной и результативной. На рисунке 4 представлены участники проекта по ВКР.



Рисунок 4 – Участники проекта по ВКР

В заключение, можно сказать, что создание ВКР в проектном формате — это не только важный этап обучения, но и возможность для развития личностных и профессиональных качеств. Проектный подход позволяет студентам не только продемонстрировать свои знания, но и подготовиться к будущей карьере, вооружив их навыками, необходимыми для успешной работы в любой профессиональной сфере.

Список литературы

1. Катькало, В. С. Методические указания для подготовки курсового проекта «SWOT-анализ» (1 курс) / В. С. Катькало, А. С. Веселова, С. В. Смельцова; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». — М. : Высшая школа бизнеса НИУ ВШЭ, 2021. — 68 с.
2. Разу, М. Л. Управление проектом: Основы проектного управления. / 4-е изд. Под ред. М. Л. Разу. Рец.: В. И. Воропаев, З. М. Гальперина: - М.: Кнорус, 2018. – 756 с.
3. Уразаева, Л. Ю. Проектная деятельность в образовательном процессе: учебное пособие / Л. Ю. Уразаева. – М. : ФЛИНТА, 2018. – 77 с.
4. Яковлева, Н. Ф. Проектная деятельность в образовательном учреждении : учеб. пособие / Н. Ф. Яковлева. – 2-е изд., стер. – Москва : ФЛИНТА, 2014. – 144 с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЮ БИОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СТУДЕНТОВ В РАМКАХ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ

Бибарцева Е.В., канд. мед. наук, доцент

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

Оренбургский государственный университет

Основной задачей высшего образования является создание определенных условий для обеспечения обучения, воспитания и развития личности, а также подготовка профессиональных работников в определенной сфере. Обучение в рамках первой ступени высшего образования - это система подготовки бакалавров. Обучение в бакалавриате по направлению подготовки 06.03.01. Биология профиль «Биохимия» подразумевает освоение программы, которая включает исследование живой природы и ее закономерностей, использование биологических систем в хозяйственных и медицинских целях, охрана природы.

В структуре подготовки выделяют три блока. Первый блок - это изучаемые дисциплины. Как правило, на первом и втором курсе они носят общепрофессиональный характер, такие как иностранный язык, информатика, физика и некоторые другие. Далее следуют специальные дисциплины, такие как, химия биологически активных веществ, ветеринарно-санитарная экспертиза, мониторинг и охрана окружающей среды, спектральные методы исследования в биохимии. В связи с этим был проведен обзор ряда авторских методик преподавания биохимии. В общем, все методики имели общие задачи, способствующие развитию творческих способностей студентов, развивающие интерес к научно-исследовательской деятельности в области биохимии, формирующие потребность в научных знаниях [1]. Следует отметить, что учебный план по направлению подготовки 06.03.01 Биология профиль «Биохимия» в своем составе имеет дисциплины по выбору, что дает возможность выбора предмета самим студентом.

Второй блок включает различные виды практик. Заключительный третий блок содержит подготовку и сдачу государственного экзамена, выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 06.03.01 Биология устанавливает различные типы учебных и производственных практик. Все типы практик имеют особое место и значение в системе обучения бакалавров. Практические навыки, которые приобретают студенты, стимулируют познавательную деятельность, вызывает значительный интерес к экспериментальным исследованиям. Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) относится к базовой части в структуре образовательной программы. Целью является приобретение практического опыта по способности использования в

эксперименте лабораторного оборудования, умения проводить отбор проб для исследования и формировать базу данных для дальнейшей работы, связанной с математической обработкой. Задачи имеют практическую направленность, а именно, осуществление поиска литературных источников по разрабатываемой теме; изучение методов исследования, составление протоколов проведения экспериментальных работ; обучение правилам эксплуатации исследовательского оборудования. В ходе прохождения данного типа практики студенты получают знания биологических и математических моделей процессов и явлений, относящихся к исследуемому объекту. В общем, практика способствует закреплению знаний, полученных во время аудиторных занятий в университете по дисциплинам специальности; ознакомление с экосистемами различного уровня и слагающими их элементами; процессами, происходящими внутри экосистем [4].

Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) проводится в 6 и 7 семестрах обучения. Содержание практики имеет три раздела. Первый раздел посвящен окончательному определению темы научно-исследовательской работы. Студенты проводят тщательный сбор научной информации по теме исследования. Научная электронная библиотека eLIBRARY может быть использована для сбора информации о научных публикациях. База данных библиотеки содержит рефераты и полные тексты свыше 12 миллионов научных статей и публикаций. Уникальным ресурсом для изучения, исследований является Российская государственная библиотека (РГБ), для сбора информации используются электронные ресурсы научной библиотеки Оренбургского государственного университета. При написании научных студенческих работ очень важно иметь возможность доступа к внешним источникам информации, это преобразует электронную информационно-образовательную среду в открытую систему. Студенты и преподаватели Оренбургского государственного университета имеют возможность доступа к электронным изданиям сторонних электронных библиотечных систем, например, «Университетская библиотека онлайн» (www.biblioclub.ru); «Издательства Лань» (www.e.lanbook.com); «Znaniy.com» научно-издательского центра "ИНФРА-М" (www.znaniy.com); «IPRbooks» (www.iprbookshop.ru). Немало важным является и то, что возможен доступ к электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки [2]. Таким образом, развитие информационных технологий сделало все аспекты человеческой жизни практически зависимыми от различных электронных девайсов и наличия доступа в сеть Интернет, вызвало трансформацию способов взаимодействия людей между собой, в том числе и в аспекте высшего образования, что, в свою очередь, потребовало правовое регулирование деятельности в Интернет-пространстве [3].

На данном этапе студент коллегиально с научным наставником конспектирует научно-методическую литературу, как отечественных авторов, так и зарубежных, согласно определенной ранее темы выпускной

квалификационной работы. Так же, совместно с преподавателем, определяется цель, задачи исследования и общая структура дипломной работы.

Второй раздел посвящен выбору и практическому освоению методов экспериментальных исследований по теме выпускной квалификационной работы. Этот раздел имеет практическую направленность, на основе разработанной схемы эксперимента осуществляется подбор оптимальных методов исследования, определяемых тематикой исследования и материально-техническим обеспечением базы практики.

Третий раздел – это выполнение экспериментальной части диплома. Под руководством научного руководителя, согласно поставленной цели и задачам выполняются исследования.

Во время практики студенты, как правило, могут подготовить и опубликовать статью. Содержание рукописи имеет теоретическую направленность, где осуществляется анализ предыдущих публикаций по данной проблеме, обобщаются идеи и дается новая интерпритация. Умение писать научные статьи — полезный навык для студента. Он может пригодиться как в учёбе, так и в будущей профессиональной деятельности.

По окончании научно-исследовательской работы (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) студент пишет отчет. В отчете соблюдаются утвержденные структурные элементы (дневник, титульный лист, задание на практику, содержание, список использованной литературы).

Список литературы

1 Бибарцева, Е. В. Некоторые методики преподавания биохимии / Е. В. Бибарцева // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : сборник материалов Всероссийской научно-методической конференции, Оренбург, 26–27 января 2023 года. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2023. – С. 4327-4329. – EDN VTEVMY.

2 Бибарцева, Е.В. Стратегия поиска информации в библиотеке на примере темы: идентификация *Pseudomonas aeruginosa* в объектах окружающей среды / Е.В. Бибарцева, Т.С. Ткачева, Э.Ф. Гатауллина // В сборнике: Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. Сборник материалов Всероссийской научно-методической конференции. - Оренбург, 2022. - С. 4184-4186.12

3 Проблемы правовой практики Интернет общения в аспекте высшего образования / М. В. Фомина, Е. А. Михайлова, Е. А. Сизова [и др.] // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : сборник материалов Всероссийской научно-методической конференции, Оренбург, 26–27 января 2023 года. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2023. – С. 762-763. – EDN UGTWCS.

4 Репкин, Р.В. Учебные и производственные практики в образовательном процессе в институте биологии и экологии ВЛГУ // В сборнике: Организация производственных практик, стажировок и трудоустройства в высшей школе.

Материалы V Международной научно-практической конференции и круглого
стола. - 2018. - С. 211-218.

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРАКТИКИ ПРЕДМЕТНО-ЯЗЫКОВЫХ ПОДХОДОВ В РЕАЛИЗАЦИИ БИЛИНГВАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ

Бибарцева Е. В., канд. мед. наук, доцент,

Каримов И. Ф., канд. биол. наук, доцент,

Фомина М.В., канд. мед. наук, доцент

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

**Оренбургский государственный медицинский университет Министерства
здравоохранения Российской Федерации**

Глобализация высшего образования становится отличительной чертой современного общества. Актуальным становится поиск и внедрения новых форм взаимодействия в учебном процессе. Это, прежде всего, касается коммуникации на иностранном языке, что связано с развитием международной сферы деятельности. Следует отметить, что преподавание на английском языке является ведущим фактором привлечения иностранных студентов, в частности, индийских студентов к обучению в России.

В данных условиях необходима методика языковой поддержки индийских студентов, благодаря которой английский или второй язык, на котором ведется весь курс обучения, был бы доступным для них в данной предметной области. Последнее связано с тем, что в Индии 15 только официально признанных языков, более чем 300 малых языков и более 3000 диалектов. Надо отметить, что крупнейший в Индии разговорный язык Хинди родным считают только 40 процентов местного населения. Особенности имеет индийский, английский или Хинглиш, и Baboo English - язык на котором общается местное население с приезжающими в Индию иностранцами. Общепринятой практикой является внесение в британский английский сленговых выражений, искажение произношения, сочетание местного и английского языков. Это в полной мере относится к Хинглиш и Baboo English.

В последние годы появился ряд новых методических подходов, касающихся интеграции двух и более языков, так называемой языковой инклюзии. Одним из таковых является метод предметно-языкового интегрированного обучения CLIL (Content and language integrated learning – CLIL), который позволяет приобрести знания по изучаемому предмету посредством языка-посредника, каким выступает, в нашем случае, английский язык [1].

Главными характеристиками данной методологии в плоскости профессионально-ориентированного содержания профильной дисциплины, выступает языковой компонент [2]. Язык коммуникации, используемый в CLIL включает в себя контент-обязательный (content – obligatory language) и контент-совместимый (content – compatible language) языки [3]. Контент-обязательный

язык в рамках билингвального обучения применим, в большей степени, для освоения учебного материала и требует определённого уровня словарного запаса по изучаемой теме, знания грамматики и т.д. Однако, в образовательном пространстве предпочтение отдаётся контент-совместимому языку, как более доступному, менее формальному и более комфортному [4].

Говоря о CLIL, необходимо отметить о стратегически важном элементе обучения, а именно о всесторонней поддержке обучающихся (scaffolding learning), которая позволит в значительной мере снизить когнитивную и лингвистическую нагрузку при освоении изучаемого предмета [2]. Во время разбора теоретического материала преподаватель использует, так называемые, языковые клише. В помощь студентам наиболее сложный учебный материал представлен в виде таблиц, муляжей, видеофильмов.

Следующая стратегия, на которую стоит обратить внимание – это стратегия «make it Н.О.Т». Авторами сделан акцент на развития мыслительных навыков обучающихся посредством четкой формулировки вопросов по изучаемой теме, активизацию синтеза новых знаний [5]. Нижеследующая стратегия «rich input» направлена на разработку учебных материалов, подготовку аутентичных учебных пособий.

Немаловажным аспектом является поликультурный подход профессионально-ориентированного образования. Образовательный процесс выстраивается с акцентом на исторические факты открытий и вклад национальный научных школ в изучение тех или иных научных явлений и проблем [3]. Особое внимание уделяется существующим особенностям традиционного менталитета, воспитанию уважения к истории и культуре других народов.

Говоря о предметно-языковых подходах в изучении предмета, необходимы определённые усилия по адаптации методики обучения к новому типу мышления подростков. Последнее связано с необходимостью коррекции, так называемого стереотипа «клиповости» мышления студентов и выстраивания понятийного (линейного) типа мышления. Среди методов, предотвращающих развитие «клипового» мышления выделяют: составление дивергентной карты, представляющей собой графическую схему, состоящую из отдельных блоков, связанных между собой логическими связями; ТРИЗ (теории решения изобретательских задач), адаптированную к медицинскому образованию посредством решения ситуационных задач, и состоящую из условий, алгоритма решения (диагностики), необходимости поиска первопричины (этиологии) и устранения возникшей проблемы (назначение лечения); метод случайных ассоциаций, позволяющий создать в сознании студентов логические связи между определениями, историческими фактами, предметом изучения.

Таким образом, можно утверждать, что внедрение CLIL в образовательную практику не только позволяет нивелировать недостатки традиционной системы высшего образования, но и способствует развитию

методов и форм аудиторной практики, повышению мотивации и повышение уверенности обучающихся в себе при изучении предмета.

Список литературы

1. Зарипова Р.Р., Салехова Л.Л., Тюкарева М.Н. Интегрированный предметно-языковой подход (CLIL) в обучении математике// Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 11-4. – С. 506-509. <https://expeducation.ru/ru/article/view?id=8624>

2. Попова Н.В., Иовлева В.И. Предметноязыковое интегрированное обучение в вузовском учебном процессе// Ст. в сб.: Инновационные идеи и подходы к интегрированному обучению иностранным языкам и профессиональным дисциплинам в системе высшего образования, мат-лы междунар. школы-конф. 27– 30 марта 2017 г., СПб., Изд-во СПбПУ, – 2017.426с. ISBN: 978-5-7422-5661-8

3. Миронова И.Н. Основные принципы и причины внедрения предметно-языкового интегрированного обучения // Научные труды Московского гуманитарного университета. 2020. №4. С. 19–27. <https://www.doi.org/10.17805/trudy.2020.4.3>

4. Миронова И.Н. Эффективное образование по типу CLIL. Научные труды Московского гуманитарного университета. 2021. №5. С. 57–62. <https://www.doi.org/10.17805/trudy.2021.5.9>

5. Сиротова А.А., Сергеева М.Г. Процессуальная характеристика интегрированного обучения иностранному языку и профессиональным дисциплинам в неязыковом вузе // Концепт: научно-методический электронный журнал. – 2019. – № 4. – С. 47–58. <http://e-koncept.ru/2019/191029.htm>.(дата обращения: 07.12.2021).

ПРИМЕНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ЧАСТЕЙ РАСТЕНИЙ ДЛЯ БИОХИМИЧЕСКИХ РАБОТ В ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ

**Бибарцева Е.В., канд. мед. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

Растения в жизни человека занимают определенное положение, связанное, во-первых, с тем, что это важный продукт питания, во-вторых, растения обеспечивают эссенциальными веществами не только человека, но и всё живое. Для жизнеобеспечения необходим кислород и другие не менее важные вещества. Именно это определяет необходимость разностороннего изучения растений.

При подготовки дипломной работы, либо выполняя научно-исследовательскую работу студенты нередко в качестве объекта выбирают растения. Выбор обусловлен неприхотливостью ряда растений при выращивании, достаточно большим разнообразием методов изучения и широкой возможностью для моделирования эксперимента. Объектом исследований могут быть: корень, стебель, листья, цветок, плод, либо срезы органов растений. Это зависит от цели проводимой работы.

В настоящее время исследования содержания БАВ всё чаще проводятся в отношении культур, у которых использование листьев для переработки является традиционным [3]. Достаточно большое количество научных работ посвящено изучению листьев чая, как черного, так и зеленого. При этом необходимо тщательно выбирать методику биохимического анализа. в работе коллектива авторов получены следующие данные. Анализируя данные, полученные при исследовании данных образцов на первом этапе, можно сказать, что среднее значение содержания танина соответствует установленным нормам (от 8 % до 15 %) и составило в образцах черного чая 12,09 %, в образцах зеленого 14,81 % [6]. Количественное содержание танина в зелёном чае оказалось повышенным, следовательно, спектрофотометрические и перманганатометрические данные не противоречат друг другу.

В других работах шел выбор метода количественной оценки содержания танина в чае, а также изучено, что на активность пероксидазы оказывает влияние температура заваривания и условия ферментации [1].

В то же время, изучению содержания БАВ в листьях плодовых культур до настоящего времени не уделялось должного внимания [3].

Несомненно, в настоящее время актуальны исследования химического, физического характера плодовых культур. Плоды рябины обыкновенной применяются как поливитаминное средство, плоды калины красной потогонное и противовоспалительное средство, а облепиха крушиновидная оказывает

общеукрепляющее действие. Данные культуры содержат целый комплекс биологически активных веществ. Наряду с традиционными питательными веществами и водой, имеется целый спектр витаминов (С, А, В, К), а также фенольные соединения (флавоноидами, антоцианами), гликозиды, органические кислоты, жирные масла, минеральные вещества. В исследовательской работе приведены данные по химическому составу некоторых плодово-ягодных культур. Высокая активность биологически активных веществ при небольшой концентрации является предметом продолжающегося изучения, так как эти вещества могут использоваться в медицине, как для лечения, так и для профилактики некоторых заболеваний. Возможно использование биологически активных веществ для придания особенных свойств некоторым организмам. В зависимости от цели исследования должен быть выбор оптимальных методов получения активных веществ из сырья. Плоды рябины обыкновенной применяются как поливитаминное средство, плоды калины красной потогонное и противовоспалительное средство, а облепиха крушиновидная оказывает общеукрепляющее действие. Данные культуры содержат целый комплекс биологически активных веществ. Основываясь на знания о структурной особенности соединений, возможно получить максимальное количество определенных биологически активных веществ, направленного фармакологического действия. Лечебное действие, которое могут оказывать биологически активные вещества, обусловлено тем, что в растениях они находятся в виде сложных комплексов. В составе этих химических соединений могут находиться и нежелательные вещества, вызывающие в организме нежелательные эффекты [5].

Общеизвестный факт широкого использования плодово-ягодных культур, как населением для приготовления заготовок на зиму в виде компотов, варенья, пастилы, цукатов, так и в промышленных масштабах. Ряд активных биологических веществ применяются в фармацевтике, медицине, так как обладают доказанными бактерицидными, вяжущими, обезболивающими эффектами. Поэтому одной из важнейших задач является бережный и внимательный сбор листьев с целью заготовки для биохимических исследований. Потому что нанесенный вред при сборе частей растений сказывается на общем состоянии, на урожайности, устойчивости к вредителям. Еще одним важным фактором является время года, выбранное для сбора. Необходимо придерживаться того факта, что листья должны ко времени сбора выполнить свою функцию, накопив достаточное количество запасных веществ.

В нашей работе изучалась особенность содержания сложных углеводов в зависимости от сезона, в коре. Изучались такие плодовые культуры как рябина, облепиха и калина. Известно, что количество одних веществ к концу вегетационного периода снижается, например, хлорофилл, белок, а, следовательно и общий азот. А запасы жира увеличиваются. Такая неравномерность связана с процессами морозостойкости. Концентрация большого количества крахмала в различных слоях коры осенью положительно

влияет на формирование более глубокого и продолжительного покоя, что повышает в целом морозостойкость растений. Крахмальные зерна выглядят черными гранулами в осенней период у всех трех растений. В зимнее время зерна не были обнаружены, это значит крахмал отсутствует [2].

Листья все растения сбрасывают в осенний период, таким образом растения выживают, сохраняя влагу, так как корни не могут впитывать в зимнее время из почвы воду.

Список литературы

1 Байрамова, К. Оценка активности пероксидазы в чае сорта Richard в зависимости условий ферментативной и физико-химической подготовки / К. Байрамова, О. А. Науменко, А. Кунафина // Теория и практика инновационных исследований в области естественных наук : Сборник материалов конференции, Оренбург, 24–25 апреля 2024 года. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2024. – С. 152-154. – EDN NDTWEA.

2 Бибарцева, Е. В. Актуальность практических методов изучения сезонных особенностей содержания крахмала в плодовых культурах / Е. В. Бибарцева, Э. Ф. Гатауллина, Т. С. Ткачева // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : Сборник материалов Всероссийской научно-методической конференции, Оренбург, 26–27 января 2022 года. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2022. – С. 4158-4160. – EDN JWNPEK.

3 Исследования содержания биологически-активных веществ в листьях плодовых культур и растительных экстрактах на их основе / В. Ф. Винницкая, Е. А. Соломатина, Н. М. Круглов, В. Ф. Палфитов // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2020. – № 2. – С. 115-121. – DOI 10.24411/2311-6447-2020-10050. – EDN DDWAQR.

4 Кузнецова В.А., Науменко О.А. / Положительное влияние янтарной кислоты на процессы биохимической адаптации растений // В сборнике: Теория и практика инновационных исследований в области естественных наук. сборник материалов II Всероссийской научно- практической конференции с международным участием. Оренбург – 2023 – С. 226-229.

5 Немолочнов, А. С. Анализ современных методов определения некоторых биологически активных веществ / А. С. Немолочнов, А. Т. Сагитова, Е. В. Бибарцева // Фундаментальные исследования в области химии, биологии и экологии : Материалы международной студенческой научно-практической конференции, Оренбург, 24–25 октября 2022 года. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2022. – С. 126-129.

6 Сакалова, А. Н. Сравнительная оценка количественного содержания танина в образцах черного и зеленого чая / А. Н. Сакалова, Е. В. Бибарцева // Международный студенческий научный вестник. – 2019. – № 6. – С. 35. – EDN JVVFFJ.

ВЫЖИВАЕМОСТЬ И ПРОИЗВОДСТВО КОКОНОВ ДОЖДЕВЫМИ ЧЕРВЯМИ *EISENIA FETIDA* НА ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ПОЧВАХ

Булгакова М.А., канд. биол. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Дождевые черви являются важным звеном в круговороте питательных веществ в экосистеме, они улучшают структуру почвы и способствуют разложению органических веществ [1]. За счет пассажа почвенных отдельностей через пищеварительную систему черви играют ключевую роль в качестве тест-организмов при оценке наземного экотоксикологического риска [2]. Исследования, в основе которых лежат дождевые черви как тестируемые организмы посвящены влиянию металлов на выживаемость червей [3], потерю веса [4], производство и жизнеспособность коконов [5].

Гипотеза настоящего исследования заключалась в предположении сокращения влияния тяжелых металлов в присутствии *Vicia sativa* на выживаемость, массу тела и производство коконов *Eisenia fetida*. Для лучшего понимания взаимосвязи между биоаккумуляцией металлов растениями и некоторыми параметрами дождевых червей были проведены исследования на субстрате искусственно загрязненным Cu, Zn, и Cd. В контейнеры объемом 500 мл помещали смесь торфа и песка (10% к 90%), 0,5ПДК тяжелых металлов и 10 семян гороха посевного (*Vicia sativa*). Побеги выращивали на протяжении 21 дня, после чего побеги удаляли путем срезания надземной части растений вблизи поверхности почвы. После укоса растений в контейнеры помещали 10 экземпляров, предварительно взвешенных половозрелых дождевых червей.

Анализ популяции дождевых червей был проведен по истечении 42 дней (рисунок 1).

На протяжении всего экспериментального периода в контейнерах с контролем горох не высаживался. Смертность *Eisenia fetida* на контроле составила 80%. При этом, независимо от вида тяжелого металла в образце, смертность дождевых червей после проращивания на образце гороха посевного не изменялась, можно заключить, что фактор значимо не влияет на смертность *Eisenia fetida* ($P = 0,036$).

В процессе эксперимента было показано влияние металлов и добавление растений на репродуктивные параметры *E. fetida*. Введение растений в образцы повлияло на производство коконов. Снижение производства коконов значимо ($P < 0,001$) для контроля и загрязненных почв. В среднем на всех опытных образцах на одну особь червя приходился 6,6 кокон, на контроле - 1,7. Присутствие растений усиливало размножение *E. fetida*. Производство коконов в присутствии растений было значимо выше, чем в образцах без растений. В

нескольких исследованиях указывалось, что производство коконов является одним из наиболее чувствительных биологических ответов при оценке токсичности [6, 7]. Для производства коконов черви выделяют значительное количество энергии и, при обитании в напряженной среде защитные механизмы червей вынуждены выбирать, на какой процесс тратить энергию. Таким образом, не смотря на выживаемость дождевых червей, в целях сохранения жизнеспособности особи сокращают производство коконов, направляя ресурсы на сохранение жизни.

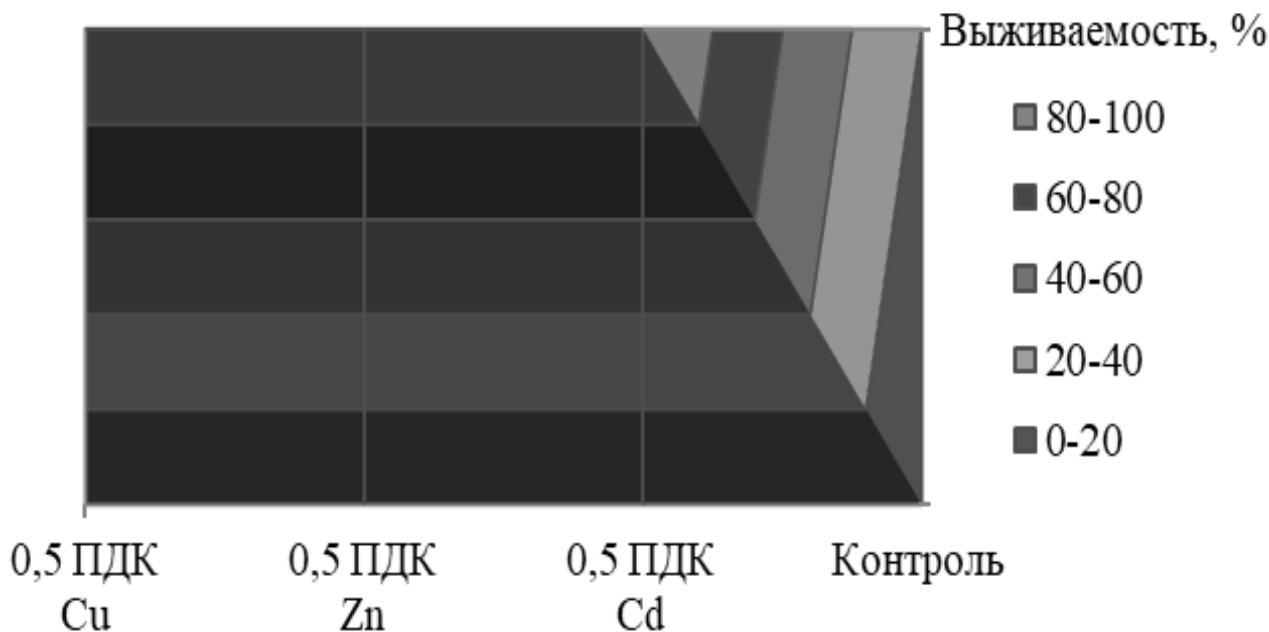


Рисунок 1 – Выживаемость червей в опытных образцах

Высокая выживаемость дождевых червей в загрязненных металлами почвах после 42 дней воздействия и отсутствие видимого повреждения растений может быть объяснена низким уровнем загрязнения металлами.

Добавление *Vicia sativa* и различные виды тяжелых металлов не влияли на вес коконов дождевых червей. Прямую связь между размножением *E. fetida* и концентрацией металла установить крайне сложно и делать это следует только после исследования всех возможных почвенных факторов. Смягчение воздействия тяжелых металлов на дождевых червей возможно, к примеру, при высокой концентрации в среде органических веществ, в то время как их размножение сокращается при повышении pH почвы [8].

Настоящее исследование показало, что выживаемость *E. fetida* нечувствительна к загрязнению в 0,5 ПДК Cu, Zn, и Cd, однако наблюдались отрицательные эффекты загрязненных почв на производство коконов. Эти результаты свидетельствуют о том, что используемые взрослые дождевые черви способны переносить испытанную концентрацию металлов без утраты репродуктивной функции.

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме «Биотехнологические аспекты использования биоремедиаторов в экологических системах различного уровня организации» № FSGU-2023-0007.

Список литературы

1. Lemtiri, A., Colinet, G., Alabi, T., Cluzeau, D., Zirbes, L., Haubruge, E., Francis, F. Impacts of earthworms on soil components and dynamics: a review // *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2014. – №18. – Pp. 121–133.
2. Organisation for Economic Co-operation and Development Earthworm reproduction tests (*Eisenia fetida*/*Eisenia andrei*) // *Guideline for the Testing of Chemicals*, № 222. 2004OECD, Paris.
3. Spurgeon, D.J., Svendsen, C., Rimmer, V.R., Hopkin, S.P., Weeks, J.M. Relative sensitivity of life-cycle and biomarker responses in four earthworm species exposed to zinc // *Environ. Toxicol. Chem.* № 19. 2000. – Pp. 1800–1808.
4. Maboeta, M.S., Reinecke, S.A., Reinecke, A.J. The relationship between lysosomal biomarker and organismal responses in an acute toxicity test with *Eisenia fetida* (Oligochaeta) exposed to the fungicide copper oxochloride. *Environ. Res.* № 96. – 2004. – Pp. 95–101.
5. Spurgeon, D.J., Hopkin, S.P., Jones, D.T. Effects of cadmium, copper, lead and zinc on growth, reproduction and survival of the earthworm *Eisenia fetida* (Savigny): assessing the environmental impact of point-source metal contamination in terrestrial ecosystems // *Environ. Pollut.* № 84. – 1994. – Pp. 123–130.
6. Homa, J., Niklinska, M., Plytycz, B. Effect of heavy metals on coelomocytes of the earthworm *Allolobophora chlorotica* // *Pedobiologia.* № 47. – 2003. – Pp. 640–645.
7. Spurgeon, D.J., Hopkin, S.P. Effects of metal-contaminated soils on the growth, sexual development, and early cocoon production of the earthworm *Eisenia fetida*, with particular reference to zinc // *Ecotoxicologia Environ. Saf.* – №35. 1996.– Pp. 86–95.
8. van Gestel, C.A.M., van Breemen, E.M.D., Baerselman, R. Influence of environmental conditions on the growth and reproduction of the earthworm *Eisenia andrei* in an artificial soil substrate // *Pedobiologia.* № 36. – 1992. – Pp. 109–120.

ФЕНАЗИНОВЫЕ ПИГМЕНТЫ БАКТЕРИЙ РОДА *PSEUDOMONAS* И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Давыдова О.К. канд. биол. наук, доцент, Григорьев М.Е.,
Никиян А.Н., канд. физ.-мат. наук, доцент, Крыгин И.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Бактерии рода *Pseudomonas* уже давно привлекают внимание исследователей, так как способны синтезировать широкий спектр различных биологически активных соединений.

Так *P. aeruginosa* продуцирует богатый спектр окрашенных веществ, которые расцениваются как пигменты [1-2]. Их можно отнести к трем основным химическим группам – производным феназинов (группа пиоцианина), дериватам хинолина, связанным с пептидной и ацильной цепями (группа пиовердина), и производным гомогентизиновой кислоты (группа пиомеланина). Штаммы, продуцирующие сразу два или три пигмента, немногочисленны, большинство изолятов продуцируют лишь одну «любимую» группу пигментов. Важно помнить, что в клинической практике встречаются беспигментные штаммы синегнойной палочки.

Особый интерес вызывают представители так называемой флуоресцирующей группы, выделяющие в среду культивирования специфические водорастворимые пигменты – пиовердины – выполняющие функцию сидерофоров. К этой группе относятся ризосферные бактерии *P. putida* КМБУ 4308, стимулирующие рост растений и проявляющие антибактериальную, антифунгальную и антинематодную активности [3]. Установлено, что антимикробным агентом *P. putida* КМБУ 4308 является желто-зеленый флуоресцирующий пигмент пиовердин, обладающий железохелатирующей активностью.

Эти пигменты – низкомолекулярные соединения. В состав зелено-желтого пиовердина входят олигопептидная цепь, содержащая β-гидроксиаспартат, серин, треонин и лизин в молярном отношении 2:2:2:1, 2,3-диамино-6,7-дигидроксихинолиновый хромофор (рисунок 1). Молекулярная масса пиовердина соответствует 1,2 кДа [4-5]. Ярко-синий пиоцианин же представляет собой цвиттер-ион феназинового типа молекулярной массы 0,21 кДа [5].

Важно отметить, что биологической функцией всех пиовердинов является хелатирование ионов Fe^{3+} с образованием прочного комплекса [6]. Как было показано ранее, кроме ионов Fe^{3+} пиовердин может связывать также ионы Co^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} и других металлов [4]. Это создает предпосылки для использования данного пигмента в качестве препарата для лечения генетических нарушений обменных процессов металлов, например болезни

Вильсона-Коновалова или гемохроматоза, а также указывает на возможность использования *P. aeruginosa* или конкретно пиовердина при синтезе металлоорганических комплексов.

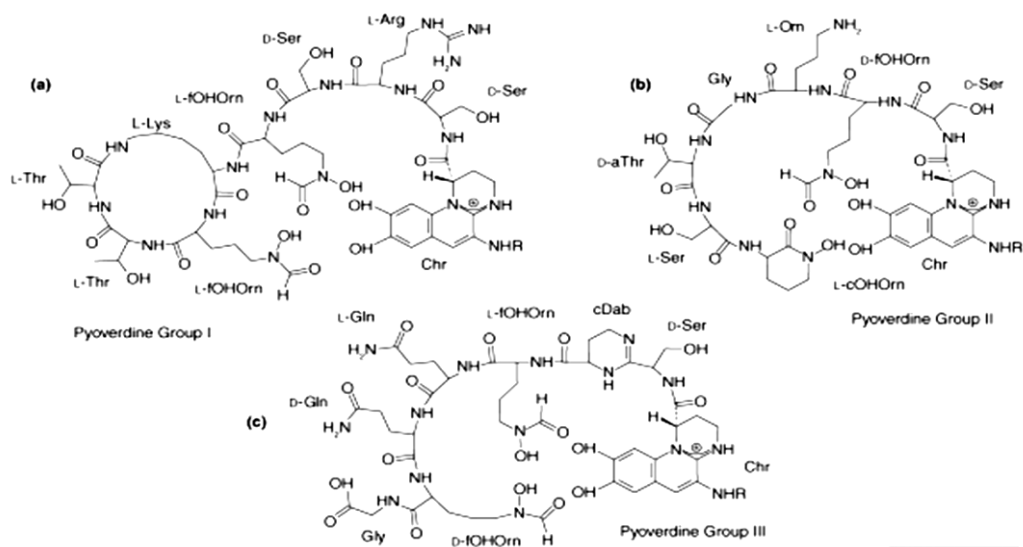


Рисунок 1 – Три вида пиовердина *Pseudomonas*: пиовердин группы I (a), пиовердин группы II (b), пиовердин группы III (c).

В связи с этим целью данной работы является выделение пиовердина из клеток *P. aeruginosa* и изучение его свойств.

Получение пигмента было разбито на два этапа, на первом этапе производилось накопление биомассы *P. aeruginosa*. Стерильную питательную среду ЦПХ разводили в воде в отношении 2 г/л в стерильных флаконах объемом 200 мл, доводили до кипения на водяной бане и стерилизовали в автоклаве в течении 45 минут при давлении в 2 атм. Далее, в стерильных пробирках готовили суспензию *P. aeruginosa* по стандарту мутности МакФарленда (0,5 ед.) и вносили в остуженную до 40-45°C питательную среду по 10 мл суспензии бактериальных клеток. Инокулированные флаконы инкубировали в термостате в течении трёх суток в условиях аэрации, раз в 12-18 часов перемешивая культуру для обеспечения концентрации растворенного кислорода. По окончании срока инкубации среда приобретала яркий синезеленый цвет, что свидетельствовало о высоком содержании пиовердинов и пиоцианинов.

Для сепарации и очистки культуру *P. aeruginosa*, содержащую высокую концентрацию пигментов, подвергали 3 циклам заморозки и оттаивания для разрушения бактериальных клеток, далее дважды пропускали через ватно-марлевый фильтр для очистки от крупных частиц агара, а затем дважды через мелкопористые целлюлозные фильтры с диаметром поры 0,45 мкм для фильтрации от фрагментов клеток. Получившийся раствор клеточного сока подвергают фенол-хлороформной экстракции, разливая фенол с хлороформом и полученным раствором в соотношении 1:1:2 в центрифужные пробирки и разделяя при 13 тыс. об/мин в течении 2 минут. После осаждения клеточных

компонентов, в растворе остаются только низкомолекулярные минеральные и органические соединения, в том числе высокая концентрация искомым красителей.

Т.о. из 400 мл жидкой питательной среды, содержащей *P.aeruginosa*, было выделено после двухэтапной фильтрации 60 мл раствора пигмента, а при дальнейшей фенол-хлороформной экстракции – 6 мл яркоокрашенного раствора (рисунок 2).

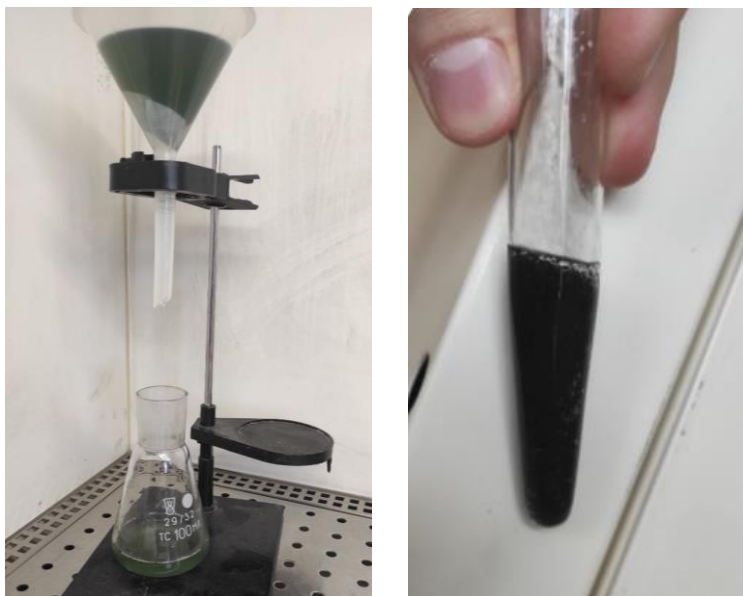


Рисунок 2 - Результат фильтрации пиовердина (слева) и итоговый результат после фенол-хлороформной экстракции (справа)

Для контроля чистоты полученного вещества использовали спектрофотометрический метод, оценивая спектр поглощения в диапазоне 300-500 нм и сравнивая с литературными данными [7-8]. Полученный раствор имел максимумы поглощения при 320 и 400 нм, что свидетельствовало о наличии в нем пигмента пиовердина.

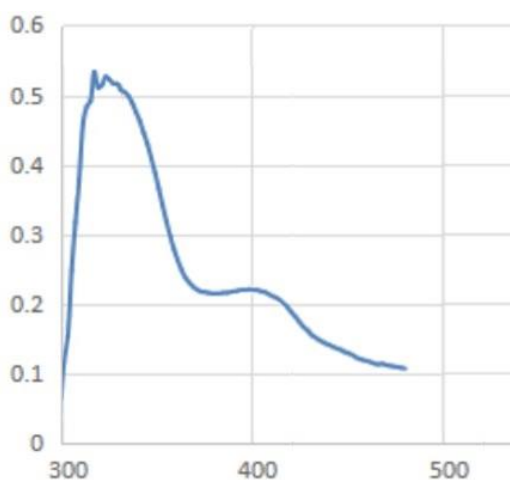


Рисунок 3 - Спектр поглощения, полученного в ходе исследования пиовердина

Для оценки бактерицидности пигмента был применен метод агаровых лунок (диффузный метод). В заранее подготовленные чашки Петри с застывшей стерильной питательной средой производился посев 100 мкл бактериальных суспензий *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* и *Escherichia coli* шпателем Дригальского в 3-повторностях. В стерильных условиях в толще агара пробивались лунки, в которые вносилось по 100 мкл исследуемого вещества. Оценка бактерицидного действия выделенного пигмента проводилась путем измерения зоны ингибирования роста бактериальных культур через сутки инкубации при температуре 37 °С.

Бактерицидное действие пиовердина на условно-патогенные штаммы микроорганизмов свидетельствует о наибольшей выраженности в отношении *B. subtilis* и *S. aureus*, и незначительной – в отношении *E. coli*, что представлено в таблице 1.

Таблица 1 - Показатели угнетающего воздействия пиовердина на условно-патогенные штаммы микроорганизмов

Культура	<i>B. subtilis</i>	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>
Зона подавления, мм	16,3±0,5	13,3±0,5	менее 2 мм

Дополнительно в работе была оценена способность к росту культуры *P. aeruginosa* в присутствии высоких концентраций железа. Аналогично описанному выше, был использован метод агаровых лунок, для чего суспензия *P. aeruginosa* в объеме 100 мкл высевалась на поверхность ЦПХ-агара, в котором формировались лунки и вносилось по 100 мкл раствора $FeCl_3$ различных концентраций: 1; 0,1; 0,01; 0,001 М. В тесте оценивалось наличие зоны подавления вблизи лунки. Полученный результат демонстрировал возможность роста данного микроорганизма в присутствии 0,1 и 0,01 М ионов железа (рисунок 4).



Рисунок 4 – Метод агаровых лунок для оценки роста *P. aeruginosa* на ЦПХ-агаре в присутствии различных концентраций FeCl₃ (сверху вниз против часовой стрелки): 1; 0,1; 0,01; 0,001 М и контроль

Т.о., полученный в результате проделанной работы пигмент пиовердин, обладает бактерицидными свойствами в отношении *B. subtilis* и *S. aureus*, что создает предпосылки для его использования в качестве антимикробного препарата. Способность же культуры *P. aeruginosa* расти в присутствии высоких концентраций железа может быть использована при «зеленом» синтезе металлорганических комплексов или наночастиц металлов.

Список литературы

1. Turner J.M., Messenger A.J. Occurrence, biochemistry and physiology of phenazine pigment production. *Advances in microbial physiology* 1986. V.27. P. 211-275.
2. Wahba A.H. Pyrorubrin-producing *Pseudomonas aeruginosa*. *Applied microbiology*. 1965. V.13(2). P. 291-292.
3. Кулешова, Ю.М. Характеристика антирадикальной активности бактериального пигмента пиовердина / Ю. М. Кулешова, Н. П. Максимова // Вестник БГУ. Серия 2: Химия. Биология. География. 2006. № 1. С. 57-60.
4. Hansol Im., Choi S.Y., Son S., Mitchell R.J. Combined application of bacterial predation and violacein to kill polymicrobial pathogenic communities // *Sci Rep*. 2017. V. 7(1). P. 1-10.
5. Rao M.P.N., Xiao M., Li W.J. Fungal and bacterial pigments: secondary metabolites with wide applications // *Front Microbiol*. 2017. V. 8. P. 11-13.
6. Golubeva A. O., Bondarenko A. P., Trotsenko O. E., Ogienko O. N. The role of non-fermenting gram-negative bacteria *Stenotrophomonas maltophilia* in the etiology of infectious diseases (review) // *Bulletin Physiology and Pathology of Respiration*, 2024. V. 1(93). P. 141.
7. Qi, Yulin et al. Characterization of the iron-binding properties of pyoverdine using electron-capture dissociation-tandem mass spectrometry // *Biomaterials: an international journal on the role of metal ions in biology, biochemistry, and medicine*. 2016. V. 29. P. 53-60.
8. Соснин Э.А., Жданова О.С., Кашапова Э.Р., Артюхов В.Я. Пиовердин как флуоресцентный маркер чувствительности к антибиотикам культуры *Pseudomonas aeruginosa* // *Оптика и спектроскопия*. 2014., Т. 117, № 6, С. 1049-1056.

ИЗУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО СОДЕРЖАНИЯ ИОДА В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ

Дадашов Э. Д., Пономарева П. А.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Существует несколько методов определения содержания иода в природных водах, каждый из которых имеет свои особенности, преимущества и ограничения. Для точного и эффективного измерения содержания иода используются разнообразные аналитические методы. Они включают как традиционные химические методы, так и современные физико-химические технологии, позволяющие проводить анализы с высокой точностью и в краткие сроки. Важно отметить, что выбор метода зависит от ряда факторов, таких как концентрация иода в пробе, требуемая точность анализа, доступное оборудование и время, отведенное на проведение исследований.

Ниже рассмотрены основные методы, которые применяются для определения содержания иода в природных водах.

1. Титриметрический метод.

Титриметрический метод определения содержания йода в природных водах представляет собой надежный и широко применяемый подход, который гарантирует высокую точность измерений при сравнительно низких затратах материалов и времени [3].

Метод основан на реакции иода с титрантом, в результате которой происходит изменение концентрации иодных ионов в растворе, что можно точно измерить. Чаще всего для титрования используется стандартный раствор тиосульфата натрия ($\text{Na}_2 \text{S}_2 \text{O}_3$), который восстанавливает иод (I_2) до иодид-ионов (I^-).

Оборудование и реактивы:

В качестве реактивов используют раствор тиосульфата натрия, крахмал, серную кислоту, дистиллированную воду, а в качестве оборудования бюретку, пипетки, конические колбы, мерную колбу.

Последовательность выполнения анализа:

- пробоподготовка:

на этом этапе необходимо подготовить анализируемую воду и очистить от возможных примесей, которые могут помешать анализу. Проводят фильтрацию или отстаивание анализируемого образца.

- окисление иодидов:

отбирают определенный объем анализируемой воды в мерную колбу и приливают несколько капель серной кислоты для подкисления среды (реакция происходит в кислой среде). Колбу немного встряхивают, для равномерного реагирования всей воды с кислотой.

- титрование:

после всех подготовок проводят титрование пробы. Для этого в бюретку заливают раствор тиосульфата натрия, фиксируют объем, и при постоянном перемешивании колбы, из бюретки приливают титрант. Раствор в колбе начнет бледнеть и достигнет бледно-желтой окраски, к нему добавляют несколько капель крахмала и цвет раствора должен приобрести синюю окраску, после чего снова приливают титрант до обесцвечивания раствора, фиксируют ушедший объем на титрование пробы. Повторяют данный опыт 3 раза.

Преимущества метода в том, что метод довольно экономичный, простой, не требует больших физических усилий, малые энергозатраты, получение результата в кратчайшие сроки.

Недостатки метода в том, что могут быть не правильно приготовлены растворы, малая чувствительность при малой концентрации иода и самое важное, неправильное проведение эксперимента лаборантом.

Таким образом, титриметрический метод является эффективным и широко используемым способом для определения содержания иода в природных водах, благодаря своей простоте и точности при правильном проведении анализа.

2. Фотометрический метод.

Фотометрический метод определения содержания иода в природных водах основан на измерении поглощения света раствором, содержащим иод. Для этого используются специальные химические реакции, в ходе которых иод или его соединения образуют окрашенные продукты, интенсивность окраски которых пропорциональна концентрации иода в растворе. Метод достаточно чувствителен и позволяет определять иод в следовых количествах. Использование данного метода позволяет не только оценить содержание иода, но и контролировать его уровень в природных водах, что важно для экологии и здоровья человека [2].

Метод можно разделить на несколько последовательных этапов. Рассмотрим каждый из них более подробно:

- пробоподготовка:

на этом этапе важно хорошо подготовить анализируемую воду для дальнейшего эксперимента, очистить её от возможных примесей, которые могут исказить результат анализа. Достичь этого можно отстаиванием или фильтрацией пробы воды.

- преобразование в молекулярный иод:

в водах иод чаще всего встречается в соединениях (то есть иодидов или иодатов). Поэтому, перед началом проведения анализа, необходимо провести окисление иода, чтобы он получил молекулярную форму (I_2). Важно правильно подобрать окислитель, который не даст побочных реакций, которые помешают нам в дальнейшем анализе.

- окрашивание раствора:

молекулярный иод может образовывать окрашенные комплексы с определенными комплексами. Самый распространенный индикатор для иода

является крахмал, реже используется тиоцианат аммония.

В реакции с крахмалом – синее окрашивание, с тиоцианатом образуется красное окрашивание раствора.

- измерение поглощения света:

после окрашивания раствора, можно проводить сам эксперимент, с помощью фотометра или спектрофотометра – прибор, позволяющий измерить степень поглощения света раствором при определенной длине волны. Для раствора имеющего синее окрашивание измерения проводят при длине волны 460 – 520 нм. , для раствора красного цвета соответствует длина волны 480 – 500 нм.

- построение калибровочного графика:

для определения содержания иода в пробе проводят калибровку. Для этого готовят серию стандартных растворов с известными концентрациями иода и проводят измерения поглощения для этих растворов. Затем строят калибровочную кривую, на которой откладывают оптическую плотность на оси Y и концентрацию иода на оси X.

- поиск концентрации иода:

после измерения поглощения раствора пробы воды с помощью калибровочной кривой можно определить концентрацию иода в пробе. То есть если измеренное поглощение соответствует определённому значению на калибровочной кривой, можно определить концентрацию иода и рассчитать его содержание в пробе.

Для повышения точности анализа рекомендуется проводить многократные замеры и использовать внутренние стандарты. Это позволяет минимизировать влияние случайных ошибок и обеспечить надежность полученных результатов. Важно также периодически проводить контроль качества анализируемых растворов для предупреждения перекрестного загрязнения.

Фотометрические исследования могут быть дополнены другими методами анализа, такими как атомно-абсорбционная спектроскопия или ионная хроматография, что увеличивает общее доверие к результатам. Совокупное применение различных методов может дать более полное представление о состоянии экосистемы и реальном уровне загрязнения водоемов.

Как и у других методов, фотометрия имеет свои достоинства и недостатки. Достоинства данного метода в том, что он обладает довольно высокой чувствительностью, простой в исследовании, не требует большого количества растворов, обладает высокой точностью при правильном проведении анализа. Недостатки в ограниченности спектрального диапазона, в требовании к чистоте образца, ограничение для мутных растворов и в высокой стоимости оборудования.

Таким образом, при правильной организации процесса, фотометрия позволяет получить результат с высокой точностью, воспроизводимостью и минимальными затратами времени, что делает этот метод одним из наиболее

востребованных.

3. Колориметрический метод.

Колориметрия позволяет точно определять концентрацию различных веществ, находящихся в растворе, что делает этот метод незаменимым в аналитической химии. При взаимодействии иода с крахмалом образуется устойчивый синий комплекс, который легко поддается анализу. Измерение интенсивности окраски осуществляется с помощью спектрофотометра, что обеспечивает высокую точность и воспроизводимость результатов. Качество и стабильность растворов, а также правильность подготовки проб играют ключевую роль в успешности колориметрических анализов. Важно также учитывать влияние внешних факторов, таких как температура и pH, которые могут изменять интенсивность окрашивания и, соответственно, результаты измерений [1].

Принцип работы:

иодиды и иодаты в воде предварительно переводят в элементарный иод (I_2) с помощью окислителей или восстановителей. Выделившийся иод взаимодействует с индикатором (чаще всего крахмалом) с образованием окрашенного комплекса. Интенсивность окраски измеряется на фотоколориметре или спектрофотометре. Концентрация иода определяется сравнением со стандартной градуировочной кривой.

Последовательность выполнения анализа:

- пробоподготовка:

для начала необходимо подготовить анализируемую воду, очистив ее от возможных примесей отстаиванием или фильтрацией.

- перевод всех форм иода в элементарный иод:

для этого в колбу набирают определенный объем анализируемой воды и приливают несколько капель серной кислоты, перемешивают, для полноты реакции.

- получение окрашенного комплекса:

в колбу с пробой приливают крахмал для образования окрашенного комплекса. Появится синий цвет, интенсивность которого пропорциональна концентрации иода в пробе.

- измерение интенсивности:

раствор необходимо переливают в кювету, выставляют длину волны на приборе 580 – 620 нм., что является оптимальным диапазоном для комплекса иода с крахмалом. Параллельно проводят опыт с дистиллированной водой.

- построение градуировочного графика:

подготавливают стандартные растворы иода с известной концентрацией. Для каждого проводят измерение. По полученным данным строят график зависимости оптической плотности от концентрации иода.

- определение содержания иода в пробе:

сравнивают оптическую плотность пробы с градуировочной кривой и определяют концентрацию иода.

Колориметрический метод широко применяется в гидрохимии и экологии

для мониторинга качества воды, особенно в случаях, когда иод присутствует в малых количествах.

Преимущества данного метода в том, что относительно недорогой, не требует сложного оборудования, обладает высокой чувствительностью. Недостатки метода в том, что прибор дорогостоящий и может быть неправильно откалиброван, нужна точная пробоподготовка, так как могут быть примеси, и в пробах с большой мутностью могут быть ошибки измерения.

Таким образом, были рассмотрены несколько способов изучения комплексного содержания иода в природных водах. Каждый метод имеет свои недостатки и преимущества. Выбор метода зависит от поставленных задач и необходимых результатов.

Список литературы

1. Дроздов, А. А., Меркулова, Т. Н. Анализ природных вод: Методы и практика // Российская академия наук, Институт геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского. – Москва: Наука, 2019.
2. Куликов, И. А., Румянцев, В. И. Методы анализа микроэлементов в природных водах: Руководство для химиков и экологов // М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, ФГБОУ ВО “Санкт-Петербургский гос. университет”. – Санкт-Петербург: Изд-во СПбГУ, 2021.
3. Сальникова, Е. В., Пономарева, П. А. Аналитическая химия // М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования “Оренбург. гос. ун-т”. – Оренбург: ОГУ, 2022.

ДЕКАРБОНИЗАЦИЯ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПАРАФИНОВЫХ ФРАКЦИЙ В НЕФТИ

**Диянова Ю.И., Сальникова Е.В., д-р биол. наук, Юдин А.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

Нефть и продукты её переработки оказывают негативное влияние на окружающую среду. Если не соблюдать природоохранные нормы, это может привести к изменению состава почвы, загрязнению поверхностных и подземных вод, а также воздуха. Проблема загрязнения окружающей среды нефтепродуктами и сопутствующими веществами является одной из самых актуальных в сфере экологии во многих субъектах Российской Федерации, включая Оренбургскую область [1], которая является крупным нефтедобывающим районом.

Нефть – это жидкое природное вещество, которое состоит из множества сложных углеводородов. В качестве основных характеристик нефти с точки зрения экологии и геохимии рассматриваются следующие показатели:

- содержание лёгких фракций (температура кипения до 200°C);
- содержание метановых углеводородов, включая твёрдые парафины;
- содержание циклических углеводородов;
- содержание смол и асфальтенов;
- содержание серы.

Лёгкая фракция нефти, будучи наиболее подвижной частью, представляет наибольшую опасность для живых организмов, находясь в почве, воде или в воздухе. Она способна перемещаться по почвенному профилю и водоносным горизонтам, значительно расширяя область первичного загрязнения [2].

Важно подчеркнуть, что при заполнении, опорожнении и отборе нефти из резервуаров нефтехранилищ, так называемом «дыхании» резервуаров, в окружающую среду попадает значительное количество нефтяных фракций.

«Малое дыхание» нефтяных резервуаров – это процесс обмена воздуха между атмосферой и внутренним пространством резервуара для хранения нефти или нефтепродуктов. Причиной являются температурные колебания, которые происходят между внешней и внутренней поверхностью корпуса. Особенно это касается наземных резервуаров. С ростом температуры окружающей среды стенки сосуда начинают нагреваться, что приводит к передаче тепла внутрь и активному испарению летучих веществ. В результате давление внутри ёмкости повышается, что активирует регулирующий клапан, отвечающий за поддержание баланса давления. В результате этого процесса происходит снижение давления в системе. Когда температура начинает падать, особенно в ночное время, происходит обратный процесс. Давление в резервуаре уменьшается, и внутри образуется вакуум. В этот момент открывается клапан,

который позволяет воздуху попасть внутрь резервуара и восстановить давление.



Рисунок 1 – Схема процесса «малого дыхания» на примере резервуара

«Малое дыхание» необходимо для поддержания стабильного давления внутри резервуара и предотвращения его повреждения из-за избытка или недостатка воздуха. Однако в процессе малого дыхания в атмосферу выделяются пары углеводородов, что требует особого внимания и контроля для защиты окружающей среды и здоровья сотрудников [3].

«Большое дыхание» – это процесс, в ходе которого воздух вытесняется из резервуара и попадает в ёмкость. В процессе работы автозаправочной станции или нефтебазы, когда происходит откачка нефтепродукта, резервуар заполняется воздухом из окружающей среды (процесс происходит на «вдохе»). В момент «выдоха» происходит обратный процесс: вещество поступает в ёмкость, вытесняя паровоздушную смесь в атмосферу. Объём вытесненного газа при этом примерно равен объёму поступающей субстанции [4].



Рисунок 2 – Схема процесса «большого дыхания» на примере резервуара

Последствия «большого дыхания» включает себя:

- Потери продукта (испарившиеся углеводороды теряются, что ведет к финансовым потерям для компании).
- Экологические риски (испаряющиеся углеводороды могут загрязнять атмосферу, создавая экологические проблемы).
- Безопасность (повышенное давление внутри резервуаров может привести к их повреждению или даже взрывам).

Следовательно, «большое дыхание» является важным аспектом управления нефтяными резервуарами, требующим внимания, как с точки зрения экономики, так и безопасности производства.

Хотя острые отравления парами нефти встречаются не так часто, а хронические заболевания не имеют явных симптомов, существуют гораздо более серьезные проблемы, которые требуют особого внимания.

Когда летучие углеводороды, содержащиеся в нефти, вступают в реакцию с оксидами азота и серы, образуется смог.

Под воздействием ультрафиолетового излучения он может оказывать негативное воздействие на здоровье тысяч людей, вынужденных вдыхать эти пары [5].

В связи с этим крайне важно разработать и улучшить методы предотвращения потерь нефтепродуктов. Это не только экономически выгодно, но и способствует сохранению углеводородов и обеспечению экологической безопасности предприятия, что значительно снижает негативное влияние на окружающую среду. Один из способов – сократить время простоя нефти в цистернах на территории исследовательской химико-аналитической лаборатории, чтобы провести анализы для дальнейшего использования нефтепродуктов.

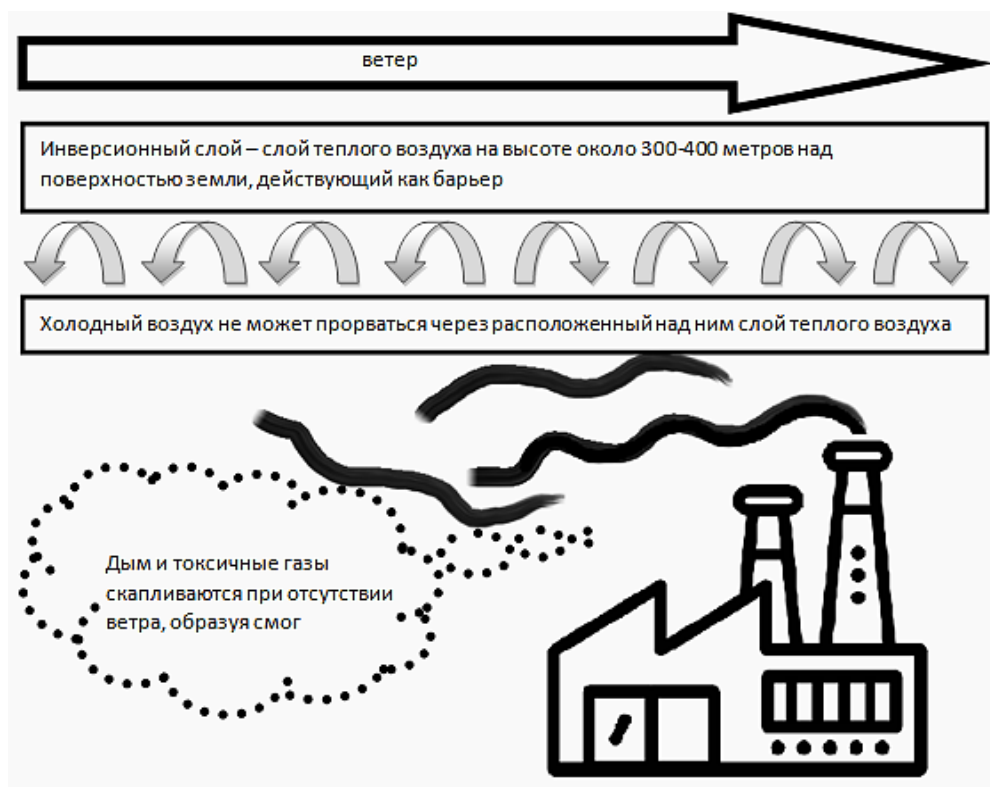


Рисунок 3 – Схема образования смога

Существующая методика определения парафинов в нефти характеризуется высокой сложностью и длительностью. В процессе подготовки, который занимает 12 часов, нефть очищают от смолисто-асфальтовых веществ. За это время нефть остаётся в цистернах, что негативно сказывается на окружающей среде. Поэтому необходимо оптимизировать процесс подготовки нефти, чтобы сократить как время проведения анализа, так и время простоя сырья [6].

На данный момент исследования показывают, что физические методы, которые основаны на использовании магнитных, электромагнитных излучений, а также вибрационных, механических и ультразвуковых колебаний, являются одними из наиболее перспективных и эффективных способов удаления смолисто-асфальтовых веществ (САВ). Ультразвуковые и вибрационные воздействия создают колебания в области образования парафинов, что способствует их перемещению и предотвращает осаждение парафина. Для более эффективного извлечения САВ на этапе подготовки проб необходимо использовать качественный растворитель, например, н-гептан [7].

Ультразвуковые колебания способны создавать сверхтонкие дисперсии, которые невозможно получить другими способами. Это приводит к увеличению поверхности, на которой взаимодействуют компоненты. Это один из механизмов, способствующих ускорению процессов в жидких средах. Под действием колебаний в жидкости образуется кавитация [8], которая сопровождается мощными микротоками. Эти потоки, а также звуковое

давление и звуковой ветер, воздействуют на пограничный слой и как бы «смывают» его. В результате сопротивление переносу реагирующих веществ снижается, что, в свою очередь, ускоряет технологический процесс.

Преимущества ультразвуковой обработки включают в себя сохранение качества и сокращение времени подготовки, компактность, экономию энергии по сравнению с другими методами извлечения и возможность использования ультразвуковой установки на действующих нефтегазовых объектах благодаря её компактным размерам. Однако есть и недостатки: затраты энергии выше, чем предусмотрено ГОСТом, и шум при работе прибора может вызывать небольшой дискомфорт сотрудникам лаборатории.

Предварительно было проанализировано 2 параллели из одного пробоотборника: 1-ая – анализ ввели по ГОСТу с 12-часовым отстаиванием в растворителе; 2-ая – полуторачасовое диспергирование проводилось в ультразвуковой ванне в том же растворителе.

Массы, полученные после извлечения асфальтенов с использованием гравиметрического метода, различались на 50%, что говорило об увеличении времени диспергирования ультразвуком в 2 раза. Предполагается, что после модернизации метода время анализа сократится примерно в четыре раза.

Список источников:

1. Ермакова, Ж. А. Направление ресурсосбережения в нефтяной промышленности Оренбургской области / Ж. А. Ермакова, Н. К. Борисюк. // Вестник ОГУ. – 2014. – 5 с.
2. Шамраев, А. В. Влияние нефти и нефтепродуктов на различные компоненты окружающей среды / А. В. Шамраев, Т. С. Шорина // Вестник ОГУ. – 2009. – С. 642-645.
3. Коршак, А.А. Актуализация методики прогнозирования потерь нефтепродуктов от «малых дыханий» резервуаров / А. А. Коршак, И. М. Руфанова – Текст: электронный // Уфа. – 2021. – URL: <https://ntj-oil.ru/article/view/10833> (дата обращения: 18.12.2024).
4. Константинов, Н. Н. Борьба с потерями от испарения нефти и нефтепродуктов / Н. Н. Константинов // ГНТИНТИ нефтяной и горнотопливной литературы. – 2007. – 258 с.
5. Музаппарова, А. Б. Загрязнение атмосферы нефтегазовыми выбросами / А. Б. Музаппарова, С. К. Муратова, Ж. М. Кенжегалиева // Алматы: КОУ. – 2015. – С. 6-8.
6. ГОСТ 11851-2018 Нефть. Методы определения парафинов: издание официальное: введен в действие приказом Федерального агентства потехническому регулированию и метрологии от 11 сентября 2018 г. № 580-ст: дата введения 2019-07-01. – Москва: Стандартинформ, 2018. – 22 с. – Текст: непосредственный.
7. Хурамшина, Р. А. Применение ультразвукового воздействия для удаления асфальтосмолопарафиновых отложений / Р. А. Хурамшина,

А. Р. Валеев // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. – 2021. – С. 45-49.

8. Пешиев, Б. В. Перспективы использования явления кавитации при переработки нефти / Б. В. Пешиев, А. И. Николаев, Д. В. Никишин, М. Х. И. Алхамеди // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. – 2023. – С. 110-116.

РОЛЬ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ В СНИЖЕНИИ ШУМОВОЙ НАГРУЗКИ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ОРЕНБУРГА

**Есин В. И., Верхошенцева Ю. П. канд. биол. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

Актуальность темы статьи обусловлена растущей проблемой шумового загрязнения в современных условиях. С увеличением плотности застройки и транспортного потока, уровень шума в городах, включая Оренбург, достигает значительных значений, что негативно сказывается на здоровье и качестве жизни жителей. В связи с этим целью нашего исследования является анализ влияния зеленых насаждений на снижение уровня шумового загрязнения в Оренбурге.

Зеленые насаждения, включая деревья и кустарники, обладают особыми свойствами, которые позволяют им эффективно уменьшать шумовую нагрузку в городской среде. Эти растения способны не только поглощать звуковые волны, но и отражать их и рассеивать. Благодаря этим механизмам они способствуют созданию более уютной и комфортной атмосферы для жителей города.

Зелёные насаждения – это совокупность древесных, кустарниковых и травянистых растений на определённой территории.

Зеленые насаждения являются органической частью планировочной структуры современных городов и выполняют в них разнообразные функции. Их можно подразделить на две большие группы: санитарно-гигиенические и декоративно-планировочные [5].

Декоративно-планировочные функции насаждений можно разделить на три основные категории: формирование ландшафта, планировка территории и организация мест для отдыха горожан. Эти насаждения являются важным элементом городской структуры, активно способствуя созданию привлекательных ландшафтов в жилых районах.

Городские зеленые насаждения играют важную роль в индивидуализации различных районов и микрорайонов. Они помогают справиться с однообразием городской застройки, которое обусловлено индустриальными методами строительства и использованием типовых проектов. Зеленые насаждения способствуют гармонизации масштаба, соответствующего человеку, и архитектуры, что часто нарушается при возведении зданий с большим количеством этажей, а также делают город более комфортным и привлекательным для проживания [1].

Планировочные функции зеленых насаждений заключаются в организации городской территории.

Даже небольшие участки насаждений, отдельно стоящие деревья и кустарники, а также газоны и цветники, расположенные на городской

инфраструктуре и площадях, имеют значительное планировочное значение. Зелёные насаждения, высаженные рядом с жилыми домами, служат основой для функционального разделения жилых территорий, изолируя их от проездов и транспортных артерий, а также ограничивая детские и зоны отдыха от хозяйственных пространств и так далее.

Зеленые насаждения играют важную роль в организации отдыха для горожан. Их зеленая листва, мягкий шорох, рассеянный свет в парках и садах, а также более низкая температура в жаркие дни создают комфортную атмосферу. Природные фитонциды и другие вещества, выделяемые растениями, способствуют улучшению качества воздуха, снижая уровень запыленности и увеличивая содержание кислорода. Такое благоприятное окружение оказывает положительное влияние на нервную систему, помогая снять стресс, вызванный быстрым ритмом городской жизни. Это, в свою очередь, способствует укреплению здоровья и повышению работоспособности. Разнообразие ландшафтов также влияет на эмоциональное состояние человека, создавая определенное настроение и усиливая желание наслаждаться жизнью [2,6].

Основным материалом для зеленого строительства служат деревья и кустарники. Разнообразие древесных и кустарниковых растений определяет не только архитектурные характеристики насаждений, но и их санитарно-гигиенические свойства, долговечность и экономическую целесообразность использования.

В зависимости от конкретных факторов, а также от типа озеленяемого объекта (будь то улица, парк или промышленная зона), растения классифицируются по декоративным качествам. Таким образом, породы, используемые для озеленения, делятся на три категории: основной, дополнительный и ограниченный ассортимент.

Все растения, используемые для городского озеленения, можно разделить на несколько групп:

1. лиственные деревья и кустарники;
2. хвойные деревья и кустарники;
3. декоративно–лиственные и цветущие многолетники.

В течение многих лет опытным путем были определены наиболее подходящие виды растений для городских территорий. Также, появились и новые сорта, пока еще редко встречающиеся на городских улицах, но при этом очень перспективные [3].

Регион характеризуется континентальным климатом, что приводит к значительным температурным колебаниям между холодными зимами и жаркими летами. Средняя температура зимой может опускаться до минус 20 градусов и ниже, что требует подбора морозостойких растений. Летние температуры, в свою очередь, могут достигать плюс 30 градусов и выше, что делает важным наличие у растений устойчивости к жаре и засухе. Кроме того, сильные ветры в регионе могут влиять на устойчивость форм деревьев и кустарников, а неустойчивый снежный покров зимой увеличивает риск повреждения корней от морозов. Разнообразие почв, от черноземов до

солончаков, требует внимательного подхода к выбору культур. В результате, предпочтение отдается видам, способным выдерживать такие условия, включая берёзу, сосну, клён, липу и шиповник.

Основным объектом исследования являются зеленые насаждения, расположенные на 3 участках в пределах Оренбурга. Для анализа были выбраны участки на улицах Чкалова в районе остановки Оренбургского Казачества (рисунок 1), Терешковой в районе лицея № 8 (рисунок 2) и проспекте Победы в районе Оренбургского государственного университета (рисунок 3). На улицах Чкалова и Терешковой представлены одно- и двухрядные листовенные насаждения, включающие: берёзу обыкновенную (*Betula alba*), тополь белый (*Populus alba*) и клён ясенелистный (*Acer negundo*). На проспекте Победы представлены смешанными насаждениями, расположенными в несколько рядов, состоящими из ели колючей, голубой и зеленой формы (*Picea pungens Engelm.*), сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*), ели обыкновенной (*Picea abies*), лиственницы сибирской (*Larix sibirica*), берёзы обыкновенной (*Betula alba*), липы сердцевидной (*Tilia cordata*).

Определение уровня шума осуществлялось в соответствии с ГОСТ 23337-78 (СТ СЭВ 2600-80) «Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий» [8]. В исследовании использовался шумомер RGK SM-20 первого класса точности.

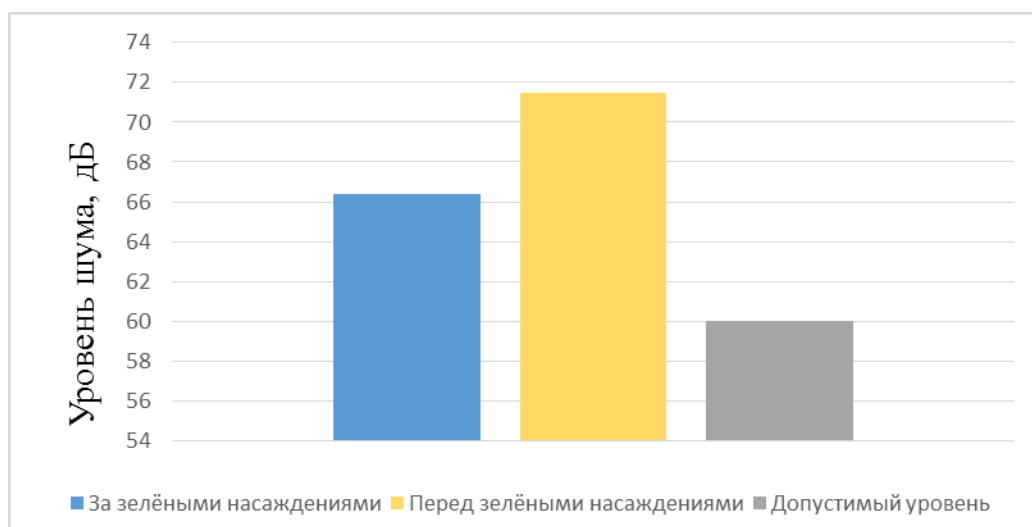


Рисунок 1 – Результаты исследования участка на ул. Чкалова

На первом участке, расположенном на улице Чкалова, уровень шума перед листовенными зелеными насаждениями составил 71,5 дБ. За зелеными насаждениями, которые создают естественный барьер, уровень шума снизился до 66,4 дБ. Таким образом, уровень шума (у.ш.) уменьшился на 5,1 дБ, что свидетельствует о значительном эффекте, оказываемом растительностью на снижение звуковой нагрузки.

Согласно нормам СанПиН, на улицах города в дневное время уровень шума не должен превышать 60 дБ [7]. Однако на данном участке, находящемся

за зелеными насаждениями, наблюдается превышение нормы на 6,4 дБ, что указывает на необходимость дальнейшего озеленения и создания дополнительных зеленых зон.

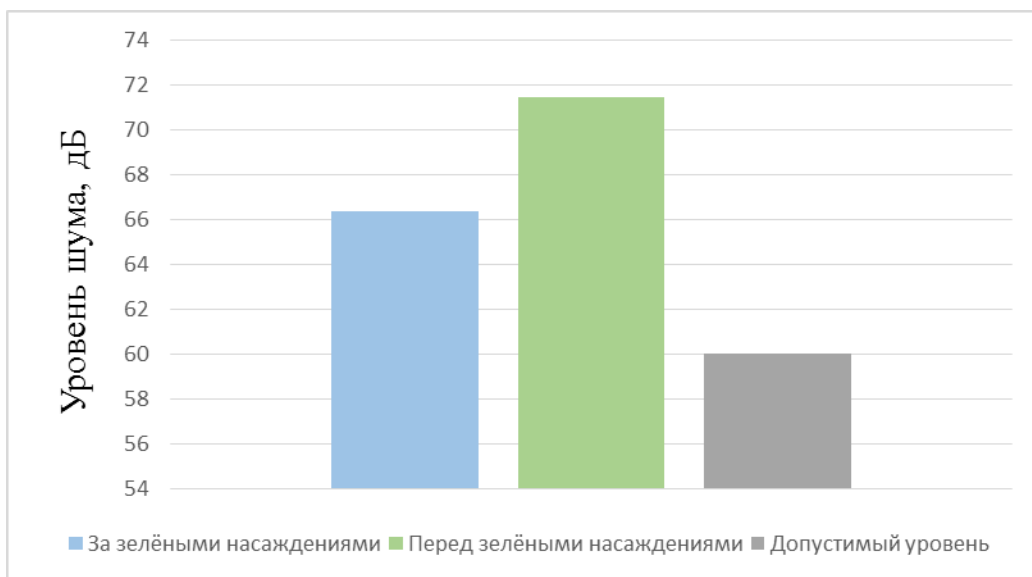


Рисунок 2 – Результаты исследования участка на ул. Терешковой

На втором участке (ул. Терешковой) уровень шума перед лиственными зелеными насаждениями составил 71,7 дБ. За зелеными насаждениями 68,7 дБ. у.ш. снизился на 3 дБ. На данном участке за зелеными насаждениями превышение на 8,7 дБ.

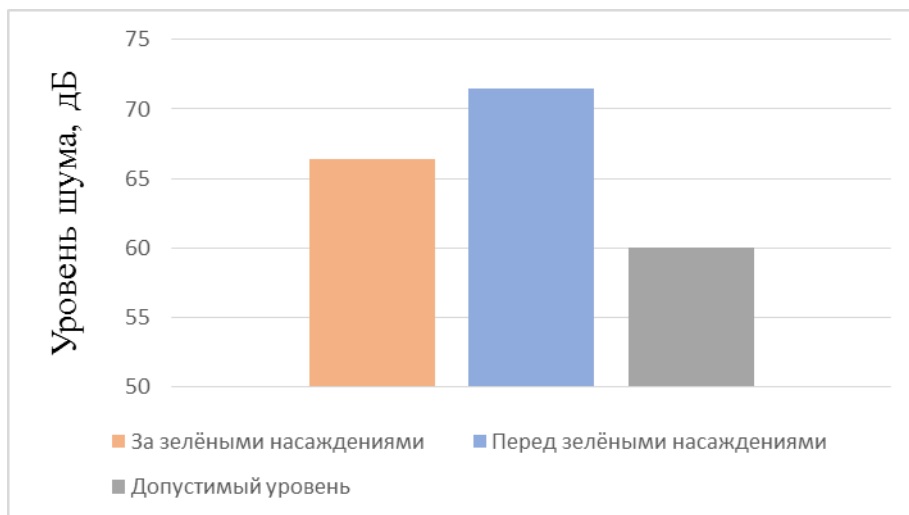


Рисунок 3 – Результаты исследования участка на пр. Победы

На проспекте Победы уровень шума перед зелеными насаждениями зафиксирован на отметке 70,2 дБ. За этими насаждениями уровень шума значительно снижается до 60,3 дБ. Это снижение на 9,9 дБ подчеркивает,

насколько эффективно смешанные зеленые насаждения могут служить естественным барьером против звуковых волн.

На данном участке уровень шума превышает установленную норму всего на 0,3 дБ. Это небольшое отклонение акцентирует внимание на необходимости дальнейшего озеленения и создания новых зеленых зон.

Создание таких растительных барьеров не только улучшает акустический комфорт, но и способствует повышению качества жизни местных жителей, формируя более спокойную и гармоничную атмосферу на улицах города.

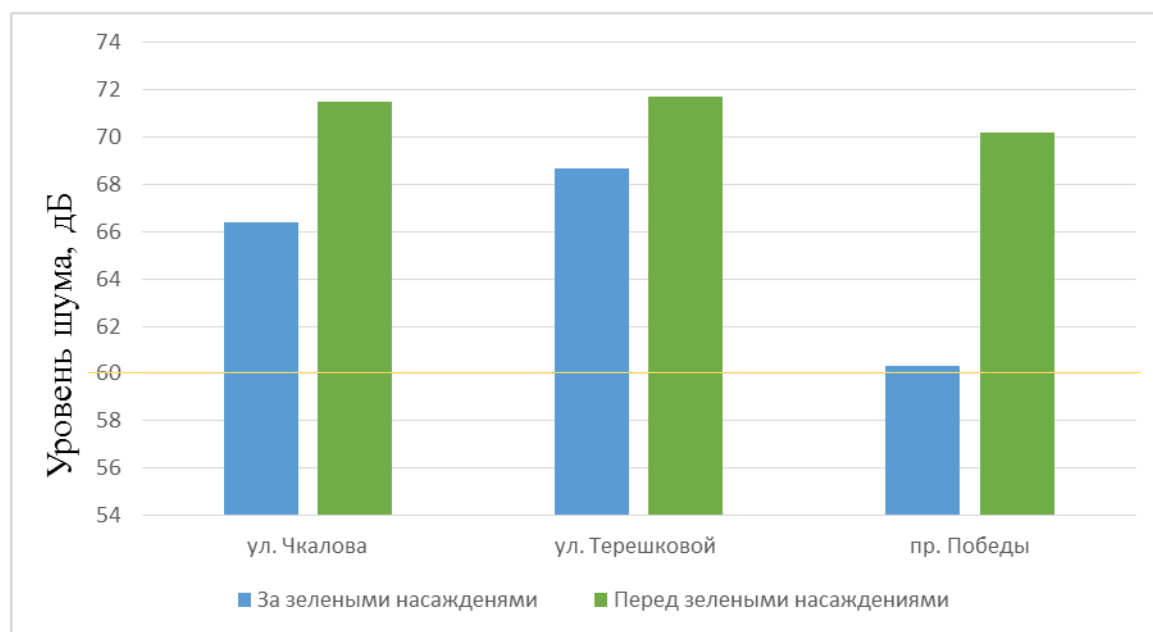


Рисунок 4 – Общий график трех участков

Для наглядности светлой линией обозначен предельный уровень шума. Объединив все три графика воедино можно сделать вывод, что участки на улицах Чкалова и Терешковой не соответствуют установленным нормам по шумовому загрязнению. Уровень шума на участке пр. Победы превышает норму всего на 0,3 дБ. Из этого можно сделать вывод, что смешанные зеленые насаждения лучше справляются с устранением шума, чем насаждения представленные только лиственными породами, так как хвойные породы на данном участке имеют густую и плотную крону, позволяющую им эффективно поглощать и рассеивать звуковые волны. Это создает естественный барьер, препятствующий распространению шума.

В связи с этим целесообразно высадить как кустарники, так и деревья. Для этого можно использовать такие виды как берёза обыкновенная (*Betula alba*), тополь белый (*Populus alba*) и липа сердцевидная (*Tilia cordata*). Из кустарников хорошо подойдут шиповник обыкновенный (*Rosa cinnamomea*) и барбарис обыкновенный (*Berberis vulgaris*). Из хвойных рекомендуются такие породы как ель колючая, голубой и зеленой формы (*Picea pungens Engelm.*), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), ель обыкновенная (*Picea abies*), лиственница сибирская (*Larix sibirica*).

Таким образом, на территории между проезжей частью и застройкой следует размещать защитную противозумовую многорядную зеленую полосу, применяя густые посадки высоких деревьев и кустарников, в том числе и хвойные породы, так как они обладают большим круглодичным декоративным эффектом.

Список литературы

1. Чомаева, М. Н. Роль зеленых насаждений для городской среды / М. Н. Чомаева // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2020. – № 4-3. – С. 12-14.
2. Санаев, И. В. Роль зеленых насаждений в создании оптимальной городской среды / И. В. Санаев // Юный ученый. – 2019. – № 8. – С. 138-140.
3. Чиркова, А. И. Зелёные насаждения как метод защиты от шума и вредных выбросов двигателей внутреннего сгорания в сельской местности / А. И. Чиркова, П. В. Литвинов // Молодой ученый. – 2017. – № 11. – С. 173-176.
4. Осин, В. А. Зеленые насаждения как средство борьбы с уличными шумами / В. А. Осин, С. Р. Кашин // Гигиена и санитария. – 1962. – № 4. – С. 13-18.
5. Дмитренко, Н. В. Пылеочищающая роль зеленых насаждений в городе / Н. В. Дмитренко, А. Н. Ведмидь // Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. – 2010. – № 48. – С. 150-154.
6. Самохвалов, К. В. Видовой состав деревьев в зеленых насаждениях города Чебоксары / К. В. Самохвалов, С. Л. Рысин // Лесохозяйственная информация. – 2017. – № 4. – С. 65-72.
7. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. Введ. 1983–02–07. – Москва : Изд-во стандартов, 2014. – 25 с.
8. ГОСТ 23337-78. Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий. – Введ. 1979–01–07. – Москва : Изд-во стандартов, 2015. – 27 с.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ МАГНИЯ И МАРГАНЦА ДЛЯ БАКТЕРИАЛЬНЫХ КЛЕТОК (ОБЗОР)

Здоров А.Н., Здорова А.А., Маринчев М.М.,
Сизенцов А.Н., канд. биол. наук, доцент

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Жизнедеятельность любого организма, будь то одноклеточная бактерия или сложно устроенный млекопитающий, неразрывно связана с наличием и правильным балансом микроэлементов. Среди них особое место занимают магний (Mg) и марганец (Mn) – два жизненно важных элемента, играющих ключевую роль в поддержании гомеостаза и обеспечении протекания многочисленных биохимических процессов. Недостаток или избыток этих микроэлементов может приводить к серьезным нарушениям в работе различных систем организма, подчеркивая их незаменимую роль в поддержании жизни [1].

У бактерий гомеостаз марганца контролируется импортом, регуляцией и оттоком. Идентифицированы два экспортера Mn у *Riemerella anatipestifer*: MetA (CDF) и MetB (RND). Мутанты $\Delta metA$, $\Delta metB$ и были чувствительны к Mn, накапливали больше Mn^{2+} , имели сниженное содержание железа и были более уязвимы к окислительному стрессу (NaOCl), чем дикий тип. Добавки железа снижали токсичность Mn, а избыток Mn подавлял деление клеток. РНК-Seq показал, что стресс Mn нарушает гены метаболизма железа. Транскрипция *metA* повышалась при избытке Mn, независимо от MetR, который также участвует в детоксикации Mn. Транскрипция *metB* подавлялась при дефиците железа. Гомологи MetA и MetB распространены у *Flavobacteriaceae*. MetB — новый экспортер Mn для грамотрицательных бактерий. Переносчики оттока марганца были охарактеризованы у других бактерий, но у *R. anatipestifer* их гомологов не было. MetA и MetB обеспечивают отток Mn в *R. anatipestifer* в ответ на перегрузку. MetA — CDF, а MetB — RND, который впервые описан для экспорта Mn у грамотрицательных бактерий [2].

B. subtilis строго регулирует гомеостаз марганца (Mn). Дефект оттока Mn вызывает чувствительность к интоксикации, но механизмы этого не ясны. Исследование выявило, что избыток Mn нарушает работу цепи переноса электронов. Повышенное содержание Mn вызывает образование радикалов из-за дисфункции цитохром aa3 оксидазы (QoxABCD). Интоксикация подавляется перенаправлением менахинола в альтернативные оксидазы или мутациями в синтезе гема А, изменяя QoxABCD. Чувствительность к Mn также снижается подавлением регулона MhqR, защищающего от хинонов [3].

Интоксикация металлами может возникать из-за неправильной металлизации ферментов. Изучая *B. subtilis*, устойчивые к Mn(II) и Co(II),

обнаружили, что мутации в гене *mpfA*, кодирующем отток $Mg(II)$, повышают устойчивость к обоим металлам. Потеря *MpfA* увеличивает внутриклеточный $Mg(II)$, снижая чувствительность к $Mn(II)$ и повышая к $Mg(II)$. Мутации в рибопереключателе *mgtE*, контролирующем импорт $Mg(II)$, также снижали чувствительность к $Mn(II)$, что указывает на роль $Mg(II)$ в токсичности $Mn(II)$. Отбор на устойчивость к $Co(II)$ также выявил мутации в *mpfA*. При истощении железа обнаружены разные супрессорные мутации, но все они указывают на важную роль $Mg(II)$. Нарушение гомеостаза ионов металлов приводит к связыванию ферментов с неправильными кофакторами, нарушая метаболизм. Исследование выявило, что $Mg(II)$ -зависимые процессы чувствительны к нарушениям, вызванным избытком $Mn(II)$ и $Co(II)$ [4].

У *B. subtilis* гомеостаз железа регулируется *Fur*, а гомеостаз марганца – *MntR*. *Fur* и *MntR* — бифункциональные металлорегуляторы, подавляющие импорт и активирующие отток металлов. Отток железа *PfeT* подавляется H_2O_2 (*PerR*) и индуцируется железом (*Fur*). Мутанты $\Delta pfeT$ чувствительны к железу. Мутанты $\Delta mntR$ также чувствительны к железу из-за сниженной экспрессии *MneP* и *MneS* (*CDF*), которые ранее были связаны с экспортом Mn^{2+} . *MneP* и *MneS* экспортируют железо даже без индукции Mn^{2+} . *PfeT*, *MneP* и *MneS* участвуют в гомеостазе железа, а тройной мутант более чувствителен к железу. Чувствительность к H_2O_2 не связана с чувствительностью к железу. Мутант $\Delta mntR$ чувствителен к H_2O_2 из-за повышенного уровня $Mn(II)$, который усиливает репрессию генов устойчивости к перекиси (*PerR*), что антагонизируется повышенным содержанием Fe^{2+} у $\Delta mntR \Delta pfeT$ [5].

После обработки перекисью водорода Fe^{2+} окисляется до состояния железа Fe^{3+} , удаляя его и инактивируя железосодержащие белки. Многие моонуклеарные ферменты железа могут быть реметаллизованы марганцем для восстановления функции, в то время как другие ферменты специфически используют марганец в качестве кофактора, обладая избыточной активностью, которая компенсирует обедненные железом аналоги. Репликация ДНК основана на одном или нескольких железозависимых белках по мере того, как синтез ослабевает в присутствии перекиси водорода и требует возобновления марганца в среде. В данной работе мы показываем, что транспортеры марганца регулируют способность к возобновлению репликации после окислительного испытания в кишечной палочке. Отсутствие основного импортера марганца, *MntH*, ухудшает способность к возобновлению репликации; в то время как исключение экспортера марганца, *MntP*, или регулятора транспортировки, *MntR*, значительно увеличивает скорость извлечения [6].

Ионы марганца необходимы для бактериальных процессов. Транскрипционный фактор *MntR* регулирует гомеостаз Mn^{2+} у *B. subtilis*, увеличивая ДНК-связывающее сродство при связывании Mn^{2+} . Моделирование молекулярной динамики (МД) показало, что связывание Mn^{2+} снижает динамику белка *MntR*, смещая конформационное равновесие в сторону ДНК-связывания. МД показало, что Mn^{2+} индуцирует поляризацию электростатического потенциала белка, усиливая положительный потенциал

спиралей, связывающих ДНК. Для понимания изменений при связывании Mn^{2+} использовали мутант, имитирующий связывание Mn^{2+} цистеиновым мостом [7].

Осмотический стресс – серьезная проблема для клеток. Клетки регулируют калий и импортируют/синтезируют совместимые растворенные вещества. При солевом стрессе бактерии временно накапливают К, вызывая бактериостаз. Рост возобновляется после накопления совместимых веществ и снижения К. Исследование на *B. subtilis* показало, что импорт К при осмотическом стрессе связан с оттоком магния, а реимпорт Mg^{2+} важен для адаптации. Торможение роста при гиперосмотическом стрессе совпадает с потерей Mg^{2+} и снижением трансляции белка. Реимпорт Mg^{2+} ограничивает возобновление роста. Циклический ди-АМФ динамически изменяется в координации с уровнями Mg^{2+} и К, что предполагает его роль в клеточной реакции на осмотический стресс. Одновременно с импортом К происходит отток Mg^{2+} и последующий его реимпорт. Эти процессы координируются циклическим ди-АМФ [8].

Бактериальный транспортер магния А (MgtA) представляет собой специализированную АТФазу Р-типа, важную для Mg^{2+} завоз в цитоплазму; нарушенный гомеостаз магния связан с внутренней нестабильностью рибосом и антибактериальной резистентностью штаммов сальмонеллы. Здесь мы показываем, что MgtA обладает функциональной специфичностью для кардиолипина 18:1. Тем не менее, максимальная активность достигается только в сочетании с кардиолипином 16:0, что эквивалентно основным компонентам нативного кардиолипина, содержащимся в мембранах кишечной палочки. Это первое экспериментальное доказательство кооперативных эффектов между липидами одного и того же класса, с незначительными вариациями в составе их ацильной цепи, действующих на мембранный белок. Таким образом, наши результаты показывают, что MgtA проявляет очень сложное взаимодействие с одним кардиолипином 18:1 и одним кардиолипином 16:0, влияя на активность и стабильность белка, что способствует нашему пониманию конкретных взаимодействий между липидной средой и мембранными белками [9].

Бесклеточный синтез белка (CFPS) является перспективной платформой для белковой инженерии и синтетической биологии. Хранение системы CFPS обычно включает лиофилизацию, во время которой предотвращение конформационного повреждения вовлеченных ферментов имеет решающее значение для активности. Замечена защитная роль ионов магния на сопряженную транскрипцию и трансляцию в лиофилизированной бесклеточной системе. Иона магния предотвращает инактивацию системы CFPS от прямой лиофилизации ферментов и субстратов (нуклеотидов и аминокислот), а также активирует систему CFPS. Двухметалл-ионное регулирование Mg^{2+} выступает в качестве аллостерической роли ферментов для предотвращения конформационного повреждения ферментов от прямого связывания с субстратами во время лиофилизации, что блокирует неактивный комплекс фермент-субстрат; Mg^{2+} последовательно связывается с ферментами для активации системы CFPS [10].

Сидерофоры – это низкомолекулярные вещества с высоким сродством к железу, вырабатываемые микроорганизмами при недостатке железа. В данном исследовании изучено применение сидерофора гидроксамат, выделенного из *Aspergillus nidulans*, для биоремедиации кадмия у *B. subtilis*. Рассмотрено влияние сидерофора на рост, биохимические показатели (перекисное окисление липидов, белок, углеводы, железо) и внутриклеточное накопление Cd. *In silico* анализ подтвердил взаимодействие сидерофора с рецепторами *B. subtilis*. Атомно-абсорбционная спектроскопия выявила большее накопление Cd в клетках *B. subtilis* в присутствии сидерофора. Это указывает на возможность использования сидерофоров для связывания Cd из окружающей среды и их потенциальную роль в биоремедиации тяжелых металлов [11].

Токсичность Cr(VI) была широко исследована, но о защитном механизме против Cr(III) у бактерий было недостаточно сведений, но Cr(III) ингибирует рост бактерий и индуцирует активные формы кислорода (АФК). После воздействия Cr(III) потеря *sodA* не только привела к чрезмерной генерации АФК, но и повысила уровень перекисного окисления липидов и снизила уровень GSH, что указывает на то, что дефицит Mn-SOD снижает способность бактерий к резистентности к Cr(III). Неблагоприятные эффекты окислительного стресса, вызванного Cr(III), могут быть устранены путем восстановления Mn-SOD в штамме с дефицитом *sodA*. Помимо окислительного стресса, Cr(III) может вызывать вариации морфологии бактерий, которые различаются между штаммами дикого типа и штаммами с дефицитом *sodA*, из-за дифференциальной экспрессии генов деления Z-кольца. Кроме того, Mn-SOD может предотвращать окисление Cr(III) на поверхности бактерии путем соединения с Cr(III) [12].

Механизм, лежащий в основе резистентности к Cs у микробактерии *Microbacterium sp.* TS-1 и других репрезентативных микроорганизмов, включая *B. subtilis* неизвестен, однако добавление Mg^{2+} эффективно улучшилась резистентность этих микроорганизмов к Cs. При воздействии высоких концентраций Cs, рибосомы Cs-чувствительных мутантов TS-1 разрушались. Ингибирование роста *B. subtilis* в среде с высокой концентрацией Cs было связано с резким снижением внутриклеточной концентрации ионов калия, а не с дестабилизацией рибосомального комплекса [13].

Диссимиляторные арсенат-дышащие прокариоты (DARP) важны для мобилизации As из твердой фазы в грунтовые воды. Изучено влияние Mn(II) на эту мобилизацию. В почвах, загрязненных мышьяком, обнаружены гены арсенат-редуктазы (*arg*) и выявлена высокая активность DARP. Добавление Mn в концентрации 10 ммоль/л увеличивало микробную мобилизацию As и численность генов *arg* до 240 %. Выделен новый DARP – *Bacillus sp.* F11, который восстанавливал 1 ммоль/л As(V) за 5 дней [14].

Марганец важен для вирулентности патогенов, но клетки-хозяева ограничивают его доступ. У *Bordetella pertussis* эволюция привела к ингибированию экспортера марганца. При токсичных уровнях марганца у резистентных клеток экспортер начинает работать. Однако, клетки с рабочим

экспортером имеют сниженный уровень внутриклеточного марганца и хуже растут при окислительном стрессе. Инактивация экспортера и накопление марганца в цитозоле выгодны патогену, повышая его выживаемость. Ингибирующая дупликация в гене экспортера консервативна для *B. pertussis*, но отсутствует у других *Bordetella* и большинстве других организмов [15].

Corynebacterium diphtheriae – возбудитель респираторных заболеваний. Приобретение металлов, в частности марганца (Mn), важно для колонизации хозяина. MntR — Mn-зависимый регулятор, подавляющий *mntABCD* (ABC-транспортер). Изучен регулон Mn и MntR у *C. diphtheriae* путем сравнения экспрессии генов в диком типе (WT) при наличии и отсутствии Mn и в мутанте Δ mntR. MntR подавляет и индуцирует гены Mn-зависимым образом, включая *sodA* (супероксиддисмутазу) и *iutABCD* (ABC-транспортер). MntR связывается с промоторами этих генов, определен консенсусный сайт связывания MntR. Мутант Δ mntR проявляет повышенную чувствительность к Mn и кадмию, которая снижается делецией *mntABCD*, что указывает на роль MntABCD в поглощении Mn [16].

Работа выполнена при поддержке государственного задания FSGU-2023-0007

Список литературы

1. Foulquier F, Legrand D. Biometals and glycosylation in humans: Congenital disorders of glycosylation shed lights into the crucial role of Golgi manganese homeostasis. *Biochim Biophys Acta Gen Subj*. 2020 Oct;1864(10):129674. doi: 10.1016/j.bbagen.2020.129674.
2. Guo F, Wang M, Huang M, Jiang Y, Gao Q, Zhu D, Wang M, Jia R, Chen S, Zhao X, Yang Q, Wu Y, Zhang S, Huang J, Tian B, Ou X, Mao S, Sun D, Cheng A, Liu M. Manganese Efflux Achieved by MetA and MetB Affects Oxidative Stress Resistance and Iron Homeostasis in *Riemerella anatipestifer*. *Appl Environ Microbiol*. 2023 Mar 29;89(3):e0183522. doi: 10.1128/aem.01835-22.
3. Sachla AJ, Luo Y, Helmann JD. Manganese impairs the QoxABCD terminal oxidase leading to respiration-associated toxicity. *Mol Microbiol*. 2021 Sep;116(3):729-742. doi: 10.1111/mmi.14767.
4. Pi H, Wendel BM, Helmann JD. Dysregulation of Magnesium Transport Protects *Bacillus subtilis* against Manganese and Cobalt Intoxication. *J Bacteriol*. 2020 Mar 11;202(7):e00711-19. doi: 10.1128/JB.00711-19.
5. Steingard CH, Pinochet-Barros A, Wendel BM, Helmann JD. Iron homeostasis in *Bacillus subtilis* relies on three differentially expressed efflux systems. *Microbiology (Reading)*. 2023 Jan;169(1):001289. doi: 10.1099/mic.0.001289.
6. Wang NE, Courcelle EJ, Coltman SM, Spolek RL, Courcelle J, Courcelle CT. Manganese transporters regulate the resumption of replication in hydrogen peroxide-stressed *Escherichia coli*. *Biometals*. 2023 Dec;36(6):1361-1376. doi: 10.1007/s10534-023-00523-8.

7. Jelic Matošević Z, Radman K, Loubser J, Crnolatac I, Piantanida I, Cukrowski I, Ašler IL, Bertoša B. Structural Dynamics of the Bacillus subtilis MntR Transcription Factor Is Locked by Mn²⁺ Binding. *Int J Mol Sci*. 2023 Jan 4;24(2):957. doi: 10.3390/ijms24020957.
8. Wendel BM, Pi H, Krüger L, Herzberg C, Stülke J, Helmann JD. A Central Role for Magnesium Homeostasis during Adaptation to Osmotic Stress. *mBio*. 2022 Feb 22;13(1):e0009222. doi: 10.1128/mbio.00092-22.
9. Weikum J, van Dyck JF, Subramani S, Klebl DP, Storflor M, Muench SP, Abel S, Sobott F, Morth JP. The bacterial magnesium transporter MgtA reveals highly selective interaction with specific cardiolipin species. *Biochim Biophys Acta Mol Cell Res*. 2024 Jan;1871(1):119614. doi: 10.1016/j.bbamcr.2023.119614.
10. Guo X, Zhu Y, Bai L, Yang D. The Protection Role of Magnesium Ions on Coupled Transcription and Translation in Lyophilized Cell-Free System. *ACS Synth Biol*. 2020 Apr 17;9(4):856-863. doi: 10.1021/acssynbio.9b00508.
11. Khan A, Gupta A, Singh P, Mishra AK, Ranjan RK, Srivastava A. Siderophore-assisted cadmium hyperaccumulation in Bacillus subtilis. *Int Microbiol*. 2020 May;23(2):277-286. doi: 10.1007/s10123-019-00101-4.
12. Niu A, Bian WP, Feng SL, Pu SY, Wei XY, Yang YF, Song LY, Pei DS. Role of manganese superoxide dismutase (Mn-SOD) against Cr(III)-induced toxicity in bacteria. *J Hazard Mater*. 2021 Feb 5; 403:123604. doi: 10.1016/j.jhazmat.2020.123604.
13. Ishida Y, Zhang C, Satoh K, Ito M. Physiological importance and role of Mg²⁺ in improving bacterial resistance to cesium. *Front Microbiol*. 2023 Jun 21; 14:1201121. doi: 10.3389/fmicb.2023.1201121.
14. Wu Y, Wu W, Xu Y, Zuo Y, Zeng XC. Environmental Mn(II) enhances the activity of dissimilatory arsenate-respiring prokaryotes from arsenic-contaminated soils. *J Environ Sci (China)*. 2023 Mar; 125:582-592. doi: 10.1016/j.jes.2022.03.013.
15. Čapek J, Procházková I, Matoušek T, Hot D, Večerek B. A Unique Reverse Adaptation Mechanism Assists Bordetella pertussis in Resistance to Both Scarcity and Toxicity of Manganese. *mBio*. 2021 Oct 26;12(5):e0190221. doi: 10.1128/mBio.01902-21.
16. Peng ED, Lyman LR, Schmitt MP. Analysis of the Manganese and MntR Regulon in Corynebacterium diphtheriae. *J Bacteriol*. 2021 Sep 23;203(20):e0027421. doi: 10.1128/JB.00274-21.

КЛЕТОЧНЫЕ МЕХАНИЗМЫ БАКТЕРИАЛЬНОГО СИНТЕЗА НАНОЧАСТИЦ МЕТАЛЛОВ (ОБЗОР)

Здоров А.Н., Маринчев М.М.,
Сизенцов А.Н., канд. биол. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Накапливающиеся данные свидетельствуют о том, что микроорганизмы продуцируют различные наночастицы, которые проявляют различные биологические функции. Структура этих бактериальных наночастиц варьируется от мембранных везикул, состоящих из мембранных липидов, до многокомпонентных белковых машин. Внеклеточные сократительные инъекционные системы, тип бактериальной наноструктуры, похожей на хвост фага, имеют различные биологические функции, которые опосредуют взаимодействие между бактериями-продуцентами и целевыми эукариотами. Известные граммотрицательные бактериальные могут действовать как системы транслокации белков и вводить эффекторные белки, которые модулируют эукариотические клеточные процессы, прикрепляясь к клеткам-мишеням [1].

Микроорганизмы демонстрируют разнообразие метаболических путей, позволяющих им использовать токсичные соединения, включая тяжелые металлы, как источники энергии для роста и размножения посредством процессов дыхания, ферментации и кометаболизма. Обладая уникальными ферментными системами, способными к разрушению специфических загрязнителей, они выработали широкий спектр механизмов гомеостаза и устойчивости к тяжелым металлам. Эти адаптационные стратегии, позволяющие микроорганизмам выживать в токсичных средах, включают биоаккумуляцию, биоминерализацию, биосорбцию и биотрансформацию. Данные процессов используются для восстановления загрязненных сред как *in situ*, так и *ex situ*. Благодаря таким способностям микроорганизмы могут применяться в качестве эффективных биосорбентов для удаления и детоксикации тяжелых металлов, несмотря на их разрушительное воздействие на микробные мембраны. Защитные механизмы позволяют микроорганизмам нивелировать токсичность тяжелых металлов [2].

Биосинтез неорганических наноматериалов, включая наночастицы металлов, с использованием биологических объектов перспективное направление. Биосинтез экологичен, экономичен, прост в масштабировании и обеспечивает высокую дисперсность и биосовместимость продуктов. Однако, биопроизводство все еще находится на стадии проб и ошибок из-за недостатка понимания механизмов. Диссимиляторные бактерии (*Shewanella*, *Geobacter*) обладают внеклеточным переносом электронов, позволяющим проводить

внеклеточные реакции восстановления и контролируемое производство наночастиц и графена [3].

Большая площадь поверхности бактерий делает их местами синтеза кристаллических структур. Отрицательно заряженная поверхность бактерий (карбоксильные и фосфатные группы тейхоевых кислот у грамположительных, фосфолипиды и ЛПС у грамотрицательных) поглощает катионы металлов. S-слои бактерий влияют на поверхностный заряд в зависимости от гликозилирования белков и структурных групп. Внеклеточные полимерные вещества (ЭПС), капсулы, слизи и матрицы биопленок, окружающие бактерии, также имеют отрицательный заряд (карбоксильные и фосфатные группы), взаимодействующий с катионами [4].

Из загрязненного участка выделена бактерия, устойчивая к тяжелым металлам. Синтезированы НЧ Fe_3O_4 сосаждением с использованием экзополисахаридов *Enterococcus faecalis*. Оптимизация синтеза Fe_3O_4 НЧ проводилась с использованием дизайна Бокса-Бенкена. Изучено влияние концентрации Cr(VI), времени контакта и pH на адсорбцию Cr(VI). Максимальная адсорбционная способность Fe_3O_4 НЧ составила 98,03 мг/г. НЧ сохраняли 73% эффективности удаления хрома в течение 5 циклов. НЧ Fe_3O_4 оказывали дозозависимое влияние на клетки. НЧ Fe_3O_4 , синтезированные из экзополисахаридов *E. faecalis*, могут использоваться для удаления тяжелых металлов из сточных вод [5].

Совместное загрязнение грунтовых вод нитратами (NO_3-N) и марганцем (Mn(II)) – глобальная проблема. Выделен денитрифицирующий и окисляющий марганец штамм *Cupriavidus sp.* NY129. Исследована восстановительная способность штамма NY129 в отношении нитратов и Mn(II). Эффективность удаления нитратов и Mn(II) составила 99,81 % и 87,24 % через 72 ч. Mn(II) усиливал денитрификацию, а избыток Mn(II) вызывал накопление NO_2-N . Адсорбционная и окислительная активность влияли на удаление Mn(II). Белок в ЭПС является причиной внеклеточной адсорбции Mn(II). Биогенные оксиды марганца (БМО) содержат высоковалентный марганец, а эксперимент с NaPP показал наличие Mn(III)-промежуточных соединений. Амплификация гена мультимедной оксидазы подтвердила окисление Mn(II) штаммом NY129 [6].

Фосфорсодержащие микроорганизмы повышают доступность фосфора и связывают тяжелые металлы, снижая их доступность для растений, что важно для рекультивации почв. Изучено влияние *Klebsiella sp.* M2 на иммобилизацию Cd и Pb, высвобождение фосфата и поглощение металлов пшеницей. Штамм M2 снижает концентрацию Cd и Pb, повышая PO_4^{3-} за счет адсорбции и осаждения фосфатов. Инокуляция M2 увеличила Ca_2-P и Ca_8-P в почве, снизила ДТРА-Cd и ДТРА-Pb, уменьшив накопление Cd и Pb в зерне. M2 повысил разнообразие бактериального сообщества ризосферы, увеличив численность протеобактерий, *Gemmatimonadetes* и *Bacteroidota*, а также долю бактерий, иммобилизующих металлы и стимулирующих фосфор (*Sphingomonas*, *Nocardioides*, *Bacillus*, *Gemmatimonas*, *Enterobacter*) [7].

Исследовано влияние свинца (Pb) на рост и антиоксидантную защиту штамма *B. simplex* 115, выделенного из почвы. Концентрации Pb (0, 0.2, 1.5 и 3 г/л) не подавляли рост штамма. При концентрации Pb 3 г/л наблюдался окислительный стресс, выраженный выделением H_2O_2 и малонового диальдегида, усилением карбонилирования белков и липоксигеназной активности. Антиоксидантная защита проявлялась в повышении активности каталазы и супероксиддисмутазы, особенно Fe-SOD. Наблюдалась биоаккумуляция Pb как внутри, так и внеклеточно. Биосорбция, с секвестрацией Pb в клеточной стенке до 98,5 %, является механизмом устойчивости к Pb. *B. simplex* 115 может быть использован для биоремедиации Pb в почвах [8].

Исследована биосорбция кадмия иммобилизованными на магнитных биоуглях бактериями. Используются биоугли из рисовой соломы (MRSB), осадка сточных вод (MSSB) и куриного помета (MCMB). Изучена биосорбционная способность гранул при разных pH, времени культивирования и концентрации Cd биосорбционная способность составила 93,02 мг/г (MRSB), 68,02 мг/г (MSSB) и 63,95 мг/г (MCMB). Иммобилизованные бактерии показали более высокую эффективность, чем свободные, за счет адсорбции и биоаккумуляции. Основные механизмы биосорбции - ионный обмен и комплексообразование до 78,62 %, химическое осаждение около 7 % и физическая адсорбция до 12 %. Внутриклеточное накопление было незначительным от 4 до 6 %, что позволяло поддерживать активность клеток. Магнитные биоугольные иммобилизованные бактерии, особенно MRSB, могут быть эффективными биосорбентами для удаления Cd [9].

Ризобактерии PGPR-бактерии эффективны для биоремедиации Cd и стимуляции роста растений. В данном исследовании из ризосферы овощей выделен штамм *B. siamensis* R27, устойчивый к Cd в концентрации до 2000 мг/л и обладающий PGP-свойствами (солюбилизация фосфатов, продукция IAA и сидерофоров). Штамм R27 удалял 80,1 % Cd^{2+} из питательной среды посредством адсорбции на клеточной поверхности (через функциональные группы O-H, C=O, -CO-NH- и C-O) и внутриклеточного накопления. R27 стимулировал рост рассады салата в условиях Cd-стресса, повышая антиоксидантную активность, снижая уровень Cd^{2+} в растениях и подавляя экспрессию генов, связанных с транспортом Cd (IRT1, Nramp1, HMA2, HMA4, ZIP4 и ZIP12), а также снижая BCF и TF. Штамм R27 обладает потенциалом для биоремедиации Cd-загрязненных почв и может служить биоудобрением [10].

У грамположительной бактерии *Bacillus sp.* SG-1 молекулярный механизм окисления марганца (Mn) связан с мультимедной оксидазой (MCO) MnxG, расположенной в экзоспориуме спор. Окислительно-восстановительное превращение Cu(II)/Cu(I) в MnxG регулирует Mn и гомеостаз других металлов, образуя нерастворимый слой оксидов Mn(IV) вокруг спор. Прямое восстановление Mn(IV) - одностадийный процесс с переносом двух электронов до Mn(II). Непрямое восстановление - двухстадийный с переносом одного

электрона и образованием промежуточного Mn(III). Микроорганизмы используют внеклеточные лиганды для извлечения Mn из оксидов и повышения его биодоступности. Затем Mn-органические соединения восстанавливаются редуктазами. Другой механизм - перенос электронов через эндогенное или экзогенное соединение. Восстановление Mn в высоковалентных состояниях используется некоторыми микроорганизмами в энергетическом обмене как акцептор электронов [11].

Биоаугментация биологических песчаных фильтров Mn(II)-окисляющими бактериями (МОБ) повышает эффективность удаления Mn(II). Роль c-di-GMP, регулятора образования биопленки у *Pseudomonas resinovorans* МОБ-513, в окислении Mn(II) изучена. c-di-GMP повышает экспрессию ферментов марганцеокисляющей пероксидазы, что приводит к градиенту накопления биогенного оксида марганца (BMnOx) в биопленке. Увеличенные клеточные уровни c-di-GMP коррелируют с повышением окисления Mn(II) и появлению второго слоя BMnOx. Протеомный анализ показал, что белок с доменом PilZ отвечает на c-di-GMP, регулируя экспрессию гена *mor*. Высокие уровни c-di-GMP в лиофилизированных клетках МОБ-513 коррелируют с повышенной способностью к окислению Mn(II) в подземных водах, что имеет биотехнологическое значение [12].

Многие бактерии способны восстанавливать оксианионы селена, особенно селенит $\text{Se}_3\text{O}_4^{2-}$, образуя наноструктуры селена (0). Механизмы этих превращений различны для разных видов и изучены не до конца. Бактерии *Azospirillum* фитостимулирующие ризобактерии способны восстанавливать селенит и могут быть использованы в биотехнологии и биоремедиации селеноносных почв. Механизмы восстановления селенита включают реакции типа Пейнтера с участием глутатиона и тиолсодержащих метаболитов, а также различные редуктазы (фумаратредуктаза, сульфитредуктаза, глутатионредуктаза, тиоредоксинредуктаза). Ферменты денитрификации (нитратредуктаза, нитритредуктаза) также могут участвовать в восстановлении селенита [13].

B. subtilis восстанавливает Se(IV) до SeNP в аэробных условиях, но молекулярные механизмы остаются малоизученными. Бактерия восстановила около 40 % селенита (5,0 мМ) за 24 ч, формируя сферические SeNP внутри- и внеклеточно. ИК-Фурье спектроскопия выявила белки, липиды и углеводы на поверхности SeNP. Транскриптомный анализ показал повышенную экспрессию генов, связанных с метаболизмом пролина, глутамата и сульфитов. Мутации и комплементация генов подтвердили, что PutC, GabD и CysJI участвуют в восстановлении селенита *in vivo*. *In vitro* эти ферменты катализируют восстановление Se(IV) с NADPH. Впервые продемонстрировано участие PutC и GabD в восстановлении селенита. Результаты показали, что восстановление Se(IV) опосредуется несколькими путями *in vivo* и *in vitro* [14].

Изучены *Metasolibacillus sp.* ES129 и *Oceanobacillus sp.* ES111 с высокой эффективностью восстановления селенита. Наибольшая эффективность превращения селенита в SeNPs достигается при 4.24 мМ (ES129) и 4.88 мМ

(ES111). SeNP, продуцируемые ES111 и ES129, образуются в цитоплазме и высвобождаются во внеклеточное пространство при лизисе клеток. Транскриптомный анализ показал повышение экспрессии генов, участвующих в биосинтезе бациллитола, метаболизме селена и пролина, предполагая наличие нескольких путей превращения селенита в Se⁰. Активация генов репарации ДНК и антиоксидантных ферментов может повысить толерантность к селениту [15].

Таким образом, биосинтез ультрадисперсных наночастиц металлов бактериями осуществляется посредством редукции ионов металлов, происходящей на поверхности клеток или внутри них, с участием ферментов и метаболитов, что приводит к образованию стабильных наноразмерных структур. Контролируемые условия процесса, включающие pH, температуру и концентрацию прекурсоров, позволяют влиять на размер и форму получаемых наночастиц, делая биосинтез перспективным методом для нанотехнологий. В результате, бактериальный синтез обеспечивает экологически чистый и экономически выгодный подход к созданию наноматериалов с широким спектром применения.

Работа выполнена при поддержке государственного задания FSGU-2023-0007

Список литературы

1. Nagakubo T. Biological Functions and Applications of Virus-Related Bacterial Nanoparticles: A Review. *Int J Mol Sci.* 2022 Feb 26;23(5):2595. doi: 10.3390/ijms23052595.
2. Сизенцов, А. Н. Бактериальная ремедиация и перспективы ее использования (обзор) / А. Н. Сизенцов, Е. В. Сальникова // *Экосистемы.* – 2024. – № 38. – С. 150-165.
3. Zou L, Zhu F, Long ZE, Huang Y. Bacterial extracellular electron transfer: a powerful route to the green biosynthesis of inorganic nanomaterials for multifunctional applications. *J Nanobiotechnology.* 2021 Apr 27;19(1):120. doi: 10.1186/s12951-021-00868-7.
4. Hoffmann TD, Reeksting BJ, Gebhard S. Bacteria-induced mineral precipitation: a mechanistic review. *Microbiology (Reading).* 2021 Apr;167(4):001049. doi: 10.1099/mic.0.001049.
5. Samuel MS, Datta S, Chandrasekar N, Balaji R, Selvarajan E, Vuppala S. Biogenic Synthesis of Iron Oxide Nanoparticles Using *Enterococcus faecalis*: Adsorption of Hexavalent Chromium from Aqueous Solution and In Vitro Cytotoxicity Analysis. *Nanomaterials (Basel).* 2021 Dec 3;11(12):3290. doi: 10.3390/nano11123290.
6. Bai Y, Su J, Wen Q, Huang T, Chang Q, Ali A. Characterization and mechanism of Mn(II)-based mixotrophic denitrifying bacterium (*Cupriavidus* sp. HY129) in remediation of nitrate (NO₃⁻-N) and manganese (Mn(II)) contaminated

groundwater. *J Hazard Mater.* 2021 Apr 15; 408:124414. doi: 10.1016/j.jhazmat.2020.124414.

7. Su Nannan, Zhao Qingzhao, Wang Fang, An Tianci, Niu Jingjing, Yan Jiabin, Yang Jianjun, Han Hui. Phosphorus-dissolving bacteria *Klebsiella* sp. M2 passivation of heavy metals and inhibition of wheat absorption of Cd and Pb effects. *Environmental science*, 2024, 45(07): 4321-4331. doi: 10.13227/j.hjkx.202308206.

8. Chamekh A, Kharbech O, Driss-Limam R, Fersi C, Khouatmeya M, Chouari R. Evidences for antioxidant response and biosorption potential of *Bacillus simplex* strain 115 against lead. *World J Microbiol Biotechnol.* 2021 Feb 6;37(3):44. doi: 10.1007/s11274-021-03009-2.

9. Deng M, Li K, Yan YJ, Huang F, Peng D. Enhanced cadmium removal by growing *Bacillus cereus* RC-1 immobilized on different magnetic biochars through simultaneous adsorption and bioaccumulation. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2022 Mar;29(13):18495-18507. doi: 10.1007/s11356-021-17125-x.

10. Liu S, Huang Y, Zheng Q, Zhan M, Hu Z, Ji H, Zhu D, Zhao X. Cd-Resistant Plant Growth-Promoting Rhizobacteria *Bacillus siamensis* R27 Absorbed Cd and Reduced Cd Accumulation in Lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Microorganisms.* 2024 Nov 15;12(11):2321. doi: 10.3390/microorganisms12112321.

11. Farkas B, Vojtková H, Farkas Z, Pangallo D, Kasak P, Lupini A, Kim H, Urík M, Matúš P. Involvement of Bacterial and Fungal Extracellular Products in Transformation of Manganese-Bearing Minerals and Its Environmental Impact. *Int J Mol Sci.* 2023 May 24;24(11):9215. doi: 10.3390/ijms24119215.

12. Piazza A, Parra L, Ciancio Casalini L, Sisti F, Fernández J, Malone JG, Ottado J, Serra DO, Gottig N. Cyclic di-GMP Signaling Links Biofilm Formation and Mn(II) Oxidation in *Pseudomonas resinovorans*. *mBio.* 2022 Dec 20;13(6):e0273422. doi: 10.1128/mbio.02734-22.

13. Tugarova AV, Mamchenkova PV, Vladimirova AA, Petrova LP, Shelud'ko AV, Kamnev AA. Role of Denitrification in Selenite Reduction by *Azospirillum brasilense* with the Formation of Selenium Nanoparticles. *Front Biosci (Landmark Ed).* 2024 Oct 18;29(10):361. doi: 10.31083/j.fbl2910361.

14. Jia H, Huang S, Cheng S, Zhang X, Chen X, Zhang Y, Wang J, Wu L. Novel mechanisms of selenite reduction in *Bacillus subtilis* 168 : Confirmation of multiple-pathway mediated remediation based on transcriptome analysis. *J Hazard Mater.* 2022 Jul 5;433:128834. doi: 10.1016/j.jhazmat.2022.128834.

15. Ge M, Zhou S, Li D, Song D, Yang S, Xu M. Reduction of selenite to selenium nanoparticles by highly selenite-tolerant bacteria isolated from seleniferous soil. *J Hazard Mater.* 2024 Jul 5;472:134491. doi: 10.1016/j.jhazmat.2024.134491.

ВЛИЯНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА МИКРОБНОЕ ДЫХАНИЕ ПОЧВ

Здорова А.А., Галактионова Л.В. канд. биол. наук, доцент,
Здоров А.Н., Петрова Е.Н.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Почвенные микроорганизмы – неотъемлемая часть любой экосистемы, выполняющая жизненно важные функции. Они обеспечивают круговорот веществ, плодородие почвы и помогают растениям усваивать питательные элементы. Кроме того, они влияют на кислотность почвы, разлагают токсины и улучшают её структуру. Фактически, активность почвенных микроорганизмов является важным показателем здоровья почвы и её способности к самовосстановлению.

Карьеры по добыче горных пород характеризуются высоким уровнем выбросов CO_2 , но со временем процессы сукцессии приводят к преобладанию депонирования углерода. Микробная биомасса, определяемая методом субстрат-индуцированного дыхания, является общепринятым индикатором процессов трансформации органического вещества и показателем качества почвы. Таким образом, исследование микробного компонента в техногенных местообитаниях является приоритетной задачей [1].

Выделение CO_2 с поверхности почвы является информативным показателем функционирования почвенных экосистем, отражая преимущественно их биологическую составляющую. В научной литературе этот процесс часто отождествляется с «почвенным дыханием», характеризующим суммарную биологическую активность почвенной биоты (микроорганизмов, корней растений) с меньшим вкладом абиотических факторов (диффузия газов) [2].

Дыхание почвы зависит от микробной биомассы, состава микробного сообщества и метаболической активности. Субстрат-индуцированное обычно используется для оценки метаболически активных почвенных микроорганизмов. В этом смысле Базальное и субстрат-индуцированное дыхание считаются ключевыми показателями качества почвы и обычно используются в качестве конечных показателей при оценке риска загрязнения почв металлами [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

Базальное дыхание почвы, являясь индикатором микробной активности, часто используется в качестве критерия оценки почвенного плодородия. Этот показатель отражает доступность органического вещества для почвенных микроорганизмов, поскольку поток углерода, теряемого почвой в процессе дыхания, проходит через микробный пул. В то же время следует отметить, что высокие концентрации тяжелых металлов (ТМ) оказывают ингибирующее

воздействие на активность почвенных ферментов. ТМ подавляют процессы минерализации и синтеза, угнетают дыхательную активность почвенных микроорганизмов и могут выступать в качестве мутагенных агентов. [6].

Результаты исследований свидетельствуют о том, что интенсивность базального дыхания почв изменяется при загрязнении тяжелыми металлами. Модельные эксперименты продемонстрировали стимулирующий эффект Zn при концентрации 1 ПДК и угнетающий эффект Cd и полиэлементного загрязнения на дыхательную активность. Увеличение концентрации ТМ до 5 и 10 ПДК вызывало ингибирование дыхательной активности до 80%. Наблюдения, проведенные в городских почвах Московской области и на металлофитном лугу во Франции, подтвердили угнетающее влияние загрязнения ТМ на базальное дыхание и микробную биомассу. Ингибирующий эффект ТМ на грибное сообщество оказался менее значительным по сравнению с общим микробным сообществом. При этом метаболический коэффициент qCO_2 демонстрировал отрицательную корреляцию с концентрацией ТМ в почве [2].

Концентрации тяжелых металлов, способные оказывать достоверное негативное воздействие на растения и почвенную микробиоту, выявлены при разных уровнях загрязнения для дерново-подзолистой, серой лесной, чернозема выщелоченного и каштановой почв. По убыванию устойчивости к ТМ исследованные почвы можно расположить в следующий ряд: чернозем выщелоченный > серая лесная > каштановая > дерново-подзолистая [6].

Метод субстрат-индуцированного дыхания (СИД) измеряет количество углекислого газа (CO_2), выделяемого почвой после добавления глюкозы, в течение первых шести часов. Этот метод требует точного контроля условий: количества глюкозы, температуры до и после добавления глюкозы, а также влажности почвы. Выделение CO_2 , связанное с активностью гетеротрофных микроорганизмов, зависит от температуры и влажности. Поскольку микробная биомасса – важный показатель в экологии, изучение методов её измерения и сезонной изменчивости имеет первостепенное значение [7].

Liao Min (Чжецзянский университет, Китай) с соавторами исследовали микробную биомассу, базальное дыхание и характер использования субстратов на территории, где велась добыча меди на красных почвах в южном Китае. Результаты показали, что на почвенную микрофлору явно влияют тяжёлые металлы. Микробная биомасса и базальное дыхание отрицательно реагировали на сравнительно высокие уровни тяжёлых металлов. Два важных экофизиологических параметра микроорганизмов, а именно соотношение углерода микробной биомассы (С(микр)) к азоту микробной биомассы (N(микр)) и коэффициент дыхания (qCO_2), были значительно связаны со стрессом, вызванным тяжёлыми металлами. При увеличении концентрации металлов наблюдалось значительное снижение соотношения С(микр)/N(микр) и увеличение метаболического коэффициента. Многофакторный анализ данных показал, что загрязнение тяжёлыми металлами оказывает значительное влияние на структуру микробных сообществ и функциональное разнообразие. Все

результаты показали, что микробиологические параметры почвы могут иметь большой потенциал в качестве чувствительных, эффективных и надёжных индикаторов стресса или нарушений в почвах горнодобывающих экосистем [4].

Berard A. с коллегами (Авиньонский университет, Франция) провели полевое исследование, чтобы изучить долгосрочное воздействие загрязнения почвы свинцом на сообщества почвенных микроорганизмов и их катаболическую структуру в контексте промышленной площадки, состоящей из участка земли, окружающего вторичный свинцовый завод. Микробиологическая биомасса, катаболические профили и экотоксикологические реакции были изучены в почвах, взятых в отдельных местах вдоль 110-метровых трансект, установленных на участке. Подтвердилась высокая токсичность свинца для дыхания и микробной и грибковой биомассы, показав положительную корреляцию с расстоянием от завода по производству стеновых панелей и отрицательную с общей концентрацией свинца. Загрязнение свинцом также вызвало изменения в катаболической структуре микроорганизмов. Положительная корреляция между qCO_2 (основанная на дыхании и использовании субстрата) и экотоксикологическая реакция позволила предположить, что вызванное стрессом приобретение устойчивости к Pb приводило к большим энергетическим затратам для микробных сообществ, чтобы справиться с токсичностью металла [5].

Tan Bo с коллегами (Технологический университет Шеньси, Китай) также проводили исследования. В качестве объекта исследования была выбрана почва вокруг хвостохранилища свинцово-цинкового завода в провинции Шэньси. В центре находилось хвостохранилище, а вокруг него были выделены семь различных зон. В почве были проанализированы содержание Pb, Cu, Zn, V, Ni, Cd, а также интенсивность основного почвенного дыхания, содержание углерода в микробной биомассе и активность каталазы, уреазы, целлюлазы, инвертазы и нейтральной фосфатазы. Углерод микробной биомассы, активность каталазы, целлюлазы, сахаразы и нейтральной фосфатазы имели значимую или чрезвычайно значимую отрицательную корреляцию с содержанием 6 тяжелых металлов [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

Тяжёлые металлы оказывают существенное негативное воздействие на микробное дыхание почв, что может привести к серьёзным экологическим последствиям. Понимание механизмов этого воздействия необходимо для разработки стратегий по восстановлению загрязнённых почв и поддержанию их плодородия. Исследования в этой области продолжаются, поскольку ещё многое неясно в понимании всех тонкостей взаимодействия ТМ с почвенной микробиотой.

Список литературы

1. Дмитрикова, Я.А., Абакумов, Е.В., Микробная биомасса и базальное дыхание карьерно-отвалных комплексов с различными субстратами

/ Я.А. Дмитракова, Е.В. Абакумов // «Живые и биокосные системы». – 2016. – № 16.

2. Терехова, В. А. Методология биодиагностики почв и особенности некоторых методов биоиндикации и биотестирования (обзор) / В.А. Терехова, С.А. Кулачкова, Е.В. Морачевская, А.П. Кирюшина // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение. – 2023. – №2. – С. 35-44.

3. Zhang, X., Zhang, X., Li, L. The toxicity of hexavalent chromium to soil microbial processes concerning soil properties and aging time. *Environ Res.* 2022 Mar;204(Pt A):111941. doi: 10.1016/j.envres.2021.111941.

4. Liao, Min Xie, Xiao. (2007). Effect of heavy metals on substrate utilization pattern, biomass, and activity of microbial communities in a reclaimed mining wasteland of red soil area. *Ecotoxicology and environmental safety.* 66. 217-23. 10.1016/j.ecoenv.2005.12.013.

5. Berard, A., Capowiez, L., Mombo, S., Schreck, E., Dumat, C., Deola F., Capowiez, Y. Soil microbial respiration and PICT responses to an industrial and historic lead pollution: a field study. *Environ Sci Pollut Res Int.* – 2016 Mar;23(5):4271-81. doi: 10.1007/s11356-015-5089-z.

6. Плеханова, И. О. Применение методов биотестирования при оценке экологического состояния почв / И.О. Плеханова, О.А. Золотарёва, И.Д. Тарасенко // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение. – 2018. – №4. – С. 36-46.

7. Ананьева, Н. Д. Особенности определения углерода микробной биомассы почвы методом субстрат-индуцированного дыхания / Н. Д. Ананьева, Е. А. Сусьян, Е. Г. Гавриленко // Почвоведение. – 2011. – № 11. – С. 1327-1333.

8. Tang B, Xu H, Song F, Ge H, Yue S. Effects of heavy metals on microorganisms and enzymes in soils of lead-zinc tailing ponds. *Environ Res.* – 2022 May 1;207:112174. doi: 10.1016/j.envres.2021.112174.

ВЫДЕЛЕНИЕ ИОДА МЕТОДОМ ЭКСТРАКЦИИ

Калимуллина Л.Р., Пономарева П.А.

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

«Оренбургский государственный университет»

Экстракцией называют процесс извлечения одного или нескольких компонентов из смеси веществ путём обработки её жидким растворителем, обладающим способностью избирательно растворять только извлекаемые компоненты.

В химическом производстве чаще всего применяется жидкостная экстракция. Она включает в себя две ключевые процедуры:

- взаимодействие исходной смеси с растворителем, в результате чего происходит обмен массой, то есть компоненты переходят из одной фазы в другую через границу раздела;

- отделение готового раствора от остальной жидкости.

Жидкостная экстракция предполагает, что исходная смесь и растворитель не полностью растворимы друг в друге, иначе невозможно было бы отделить раствор от смеси. Обычно процедура контакта фаз осуществляется путем распределения одной фазы в виде маленьких капель внутри другой фазы [1].

Физико-химические основы метода экстракции иода.

Технология извлечения иода предполагает его селективное выделение из сложных смесей или растворов с использованием специальных жидкостей — экстрагентов, которые могут с особой точностью изымать иод из исходного состава. Этот процесс опирается на ряд химико-физических законов и процессов, гарантирующих высокую точность и результативность метода.

1. Диффузия иода между двумя фазами.

Ключевой химико-физический принцип в процессе экстракции заключается в диффузии иода между двумя непроницаемыми друг для друга фазами — органической и водной. Этот процесс диффузии подчиняется закону распределения Нернста-Шилова, который устанавливает соотношение концентрации иода в каждой из фаз по отношению к их диффузионным коэффициентам.

2. Селективность экстрагентов.

Успех в извлечении иода отчасти зависит от селективности выбранных экстрагентов — их способности эффективно извлекать иод из исходного материала. Эта селективность напрямую связана с такими характеристиками экстрагентов, как их полярность, растворимость в воде и органических растворителях, а также умение формировать комплексы с иодом.

3. Физико-химические характеристики иода.

Особые физико-химические свойства иода, включая его плотность, температуру плавления и кипения, растворимость в различных средах, также

играют важную роль в процессе экстракции. В частности, высокая плотность иода позволяет проводить его разделение от других компонентов смеси, используя различные методы, основанные на разнице в плотностях.

4. Воздействие кислотности окружающей среды.

Кислотно-основные характеристики окружающей среды оказывают значительное воздействие на распределение иода между различными фазами. Изменение рН-уровня может модифицировать степень ионизации иода, что в свою очередь, сказывается на его распределении между органическими и водными фазами.

5. Применение экстрагентов.

Для выделения иода могут быть применены разнообразные вещества в качестве экстрагентов, включая органические растворители, соли, кислоты и основания. Выбор экстрагента определяется рядом критериев, в числе которых избирательность, доступность, стоимость и безопасность.

6. Методы экстракции.

На рынке присутствует несколько методик экстракции иода, включая жидкостную экстракцию, твердофазную экстракцию и экстракцию с применением мембран. Каждый метод обладает своими преимуществами и недостатками, что определяет его применимость в различных условиях.

7. Эффект температуры.

Температурные условия также оказывают влияние на эффективность процесса экстракции иода. Возрастание температуры может стимулировать экстракцию, однако оно также может привести к потере иода из-за его способности к летучести [1-2].

Процесс разделения жидких смесей с помощью экстрагирования происходит при пониженных температурах, что позволяет изолировать компоненты, которые не устойчивы к высоким температурам. Этот метод позволяет отделить азеотропные смеси и смеси, в которых компоненты имеют близкие точки кипения.

Термин «экстракт» используется для обозначения экстрагента, в котором содержится извлечённый компонент и часть исходного раствора. Опустошённая извлекаемым компонентом и содержащая элементы экстрагента первоначальная смесь называется «рафинатом» [2].

Экстрагент должен обладать высокой селективностью, быть легко восстанавливаемым и отличаться от исходного раствора по плотности и вязкости, чтобы обеспечить разделение фаз. Помимо этого, он должен иметь низкую летучесть, быть безопасным для здоровья, доступным и иметь низкую стоимость.

Процесс экстракции состоит из ряда ключевых этапов:

- 1) Процесс смешивания исходного состава с экстрагентом для обеспечения более тесного взаимодействия между компонентами;
- 2) Механическое разделение двух несмешивающихся фаз, чтобы получить экстракт и рафинат;
- 3) Извлечение и восстановление экстрагента из экстракта и рафината.

Разделение образовавшихся фаз может осуществляться благодаря различию в их плотности или под воздействием центробежных сил. Восстановление экстрагента из экстракта и рафината может осуществляться с помощью дистилляции, ректификации, испарения и других методов [3].

Рассмотрим пример экстракции иода из спиртового раствора иода.

Оборудование и реактивы: спиртовой раствор иода 5 %-ный, вода, нерафинированное растительное масло, делительная воронка, лабораторный штатив с лапкой, цилиндр (25 мл), коническая колба (100 мл), стакан (50 мл).

В делительную воронку с закрытым краном наливают 2-3 капли спиртового раствора иода и добавляют 10 мл воды (для отмеривания воды используют мерный цилиндр). К полученному раствору иода приливают 1-2 мл растительного масла. Закрывают делительную воронку пробкой и, одной рукой придерживая пробку, а другой – кран, плавными движениями многократно переворачивают ее вверх и вниз в течение нескольких минут.

Сначала может показаться, что смесь стала однородной – образуется эмульсия, но она неустойчива. Со временем капли масла начинают подниматься вверх. При этом масло приобретает более темный оттенок. Это свидетельствует о том, что иод переходит в масляный слой по той причине, что иод в масле растворим лучше, чем в спирте и воде.

По окончании экстракции делительную воронку закрепляют в лапке штатива вертикально и дают постоять в течение некоторого времени, пока не произойдет полное расслоение жидкостей. Верхний слой жидкости приобретает коричневый оттенок, а нижний слой практически обесцвечивается. Таким образом, произошла экстракция иода растительным маслом.

После того как между жидкостями установится резкая граница, открывают пробку воронки, а затем, осторожно поворачивая кран, дают стечь нижнему слою жидкости в колбу. Когда верхний слой жидкости заполнит воронку вплоть до крана, его закрывают и выливают оставшуюся в воронке жидкость через горло в стакан.

Таким образом, с помощью делительной воронки можно произвести разделение двух несмешивающихся жидкостей. Отстаивание сопровождалось расслоением жидкостей. То есть метод отстаивания применим к тем смесям, которые содержат компоненты, отличающиеся по плотности (плотность масла меньше плотности водно-спиртовой смеси).

Недостатком этого метода разделения смесей в ряде случаев является трудность полного удаления экстрагента из экстрагируемых веществ.

Промышленные технологии извлечения веществ могут быть реализованы как с использованием оборудования с периодическим, так и непрерывным режимом работы. В первом случае источник и растворитель нагружаются в аппаратуру поочередно, при этом экстракция одного из компонентов может происходить непрерывно. В то время как в аппаратах непрерывного действия загрузка материала и растворителя происходит без остановок, что позволяет непрерывно извлекать оба компонента исходной смеси.

Сегодня жидкостная экстракция находит применение в химической промышленности, металлургии, аналитической химии и используется для извлечения, разделения, концентрирования и очистки различных веществ. Экстракционные процессы находят своё применение в производстве органических соединений, антибиотиков, пищевых добавок, элементов из группы редкоземельных, а также в добыче ряда металлов, включая цветные и благородные, а также в технологии уранового топлива и очистке сточных вод [1].

В заключение стоит отметить, что экстракция иода является ключевым процессом для получения этого важного микроэлемента из природных источников. Разные методы экстракции обладают своими особенностями и преимуществами, и выбор подходящего метода зависит от специфических условий и требований к процессу.

Список литературы

1 Коренман И.М. Экстракция в анализе органических веществ / И.М. Коренман. – Москва: Химия, 1977. – 200 с.

2 Ксензенко В.И. Химия и технология брома, иода и их соединений / В.И. Ксензенко, Д.С. Стасиневич. – Москва: Химия, 1995. – 432 с.

3 Даймонд Р.М. Экстракция неорганических соединений / Р.М. Даймонд, Д.Г. Так. – Москва: ГОС АТОМ ИЗДАТ, 1962. – 90 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ СОРБЦИИ ИОДА ИОНИТОМ АВ 17-8 ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ

Клепикова С.М., Пономарева П.А.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Иод – рассеянный элемент земной коры, содержащийся в малых количествах в атмосферном воздухе, почвах различного состава, а также в морских и подземных водах. Одним из основных источников поступления иода в пластовые воды является сырая нефть, поэтому содержание иода в пластовых водах будет являться важным критерием при исследовании почвенного горизонта на наличие в нем нефтяных месторождений. На данный момент времени извлечение иода из природных и техногенных вод ионообменной сорбцией с применением высокоосновных анионитов является одним из самых перспективных промышленных методов [1].

Данная работа направлена на выявление оптимальных параметров сорбции иода из водных растворов высокоосновным ионитом АВ 17-8.

Исследования проводились на ионите АВ-17-8 – это гелиевая высокоосновная анионообменная смола на основе сополимера стирола и дивинилбензола с бензилтриметиламмониевыми функциональными группами [2]. Анионит АВ 17-8 обладает определенными физическими свойствами:

1. Отличается высокой химической стойкостью к воздействию щелочей, кислот, окислителей;
2. Обладает высокой механической прочностью и осмотической стабильностью;
3. Устойчив к действию температур;
4. Не растворим в воде и органических растворителях.

Также ионит имеет невысокую стоимость, что будет являться преимуществом при его промышленном использовании для извлечения иода.

В качестве источника иода был использован свежеприготовленный раствор йода с концентрацией 178 мг/л.

Исследование проводили на следующие показатели: оптимальная масса ионита, оптимальный рН среды, оптимальное время извлечения.

Определение зависимости степени извлечения (R, %) элементного иода в фазу анионита от массы анионита с целью выявления оптимальных параметров сорбции было проведено в статическом режиме из ограниченного объема (аликвота - 100 см³ раствора иода с концентрацией 178 мг/л), рН равен 2, время сорбции 90 минут. Результаты исследования приведены на рисунке 1.

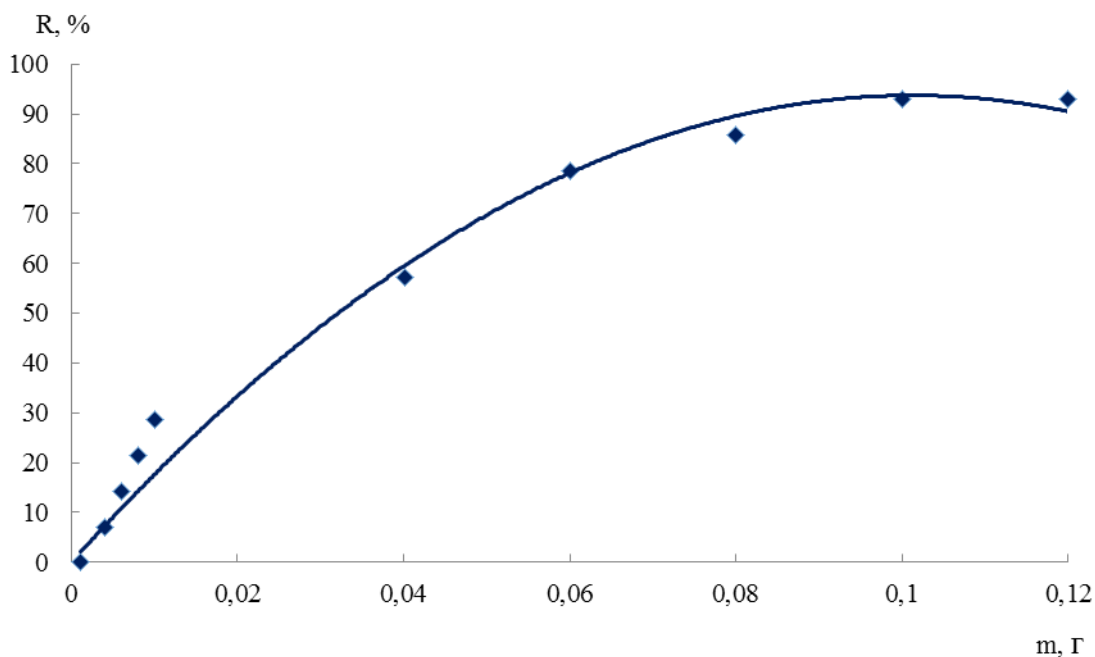


Рисунок 1- Зависимость степени извлечения йода от массы анионита АВ 17-8

Как видно из рисунка 1 максимальная степень извлечения 92,86% соответствует 0,1 г навески анионита, в дальнейшем при увеличении массы навески степень извлечения не увеличивается – для массы навески 0,12 г степень извлечения йода равна 92,86 %. Однако для того, чтобы в дальнейшем изучить кинетические параметры сорбции йода из водных растворов (в частности равновесие фаз и селективность) было решено выбрать массу навески которой соответствует не максимальная степень извлечения - оптимальная масса навески по результату эксперимента составил 0,08 г и степень извлечения 85,71 %.

Определение зависимости степени извлечения (R, %) элементного йода в фазу анионита от pH раствора с целью выявления оптимальных параметров сорбции было проведено в статическом режиме из ограниченного объема (аликвота - 100 см³ раствора йода с концентрацией 178 мг/л), масса анионита 0,08 г, время сорбции 120 минут. Результаты исследования приведены на рисунке 2.

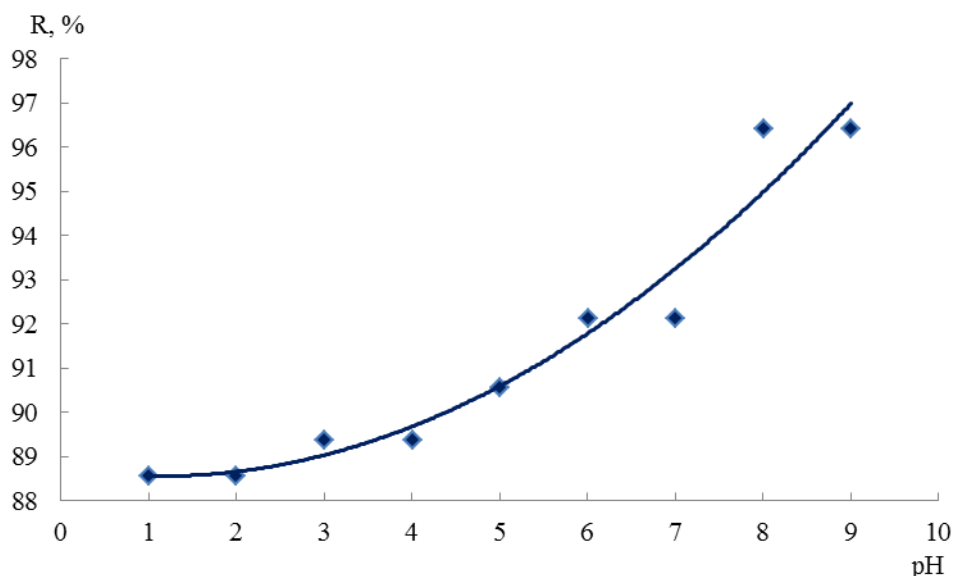
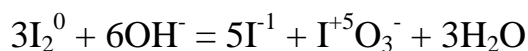


Рисунок 2 - Зависимость степени извлечения иода от pH исходного раствора

Как видно из рисунка 2, с увеличением pH исходного раствора иода увеличивается и степень извлечения, однако такие результаты можно объяснить уменьшением концентрации элементарного иода в растворе из-за его диспропорционирования в щелочной среде:



Поэтому оптимальной средой для раствора иода является сильно кислая среда – pH равное 2 [3].

Определение зависимости степени извлечения (R, %) элементарного иода в фазу анионита от времени сорбции с целью выявления оптимальных параметров сорбции было проведено в статическом режиме из ограниченного объема (аликвота - 100 см³ раствора иода с концентрацией 178 мг/л), масса анионита 0,08 г, pH равен 2. Результаты исследования приведены на рисунке 3.

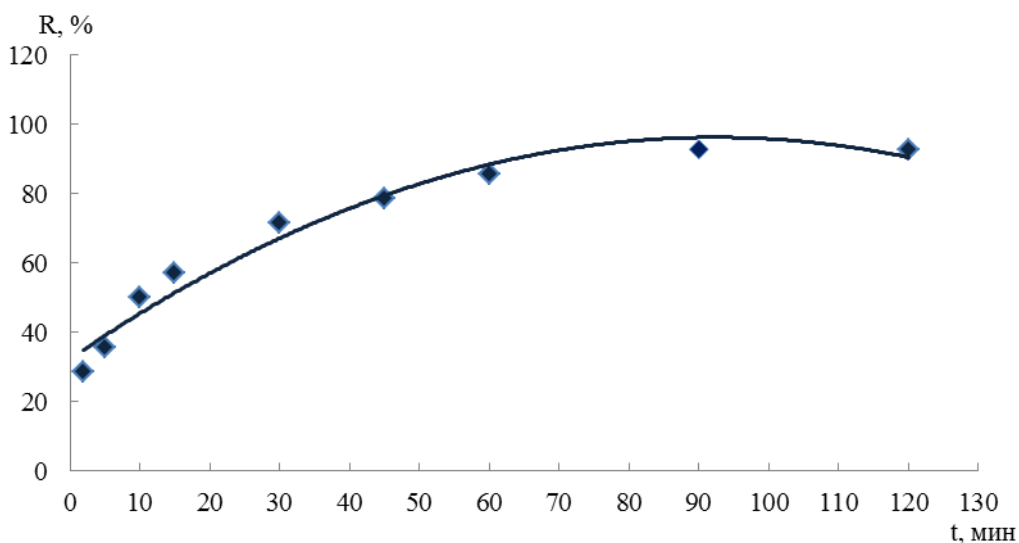


Рисунок 3 - Зависимость степени извлечения иода от времени сорбции

Как видно из рисунка 3, оптимальным временем сорбции является 90 минут, степень извлечения составляет 92,86 % и в дальнейшем не увеличивается при увеличении времени сорбции – для 120 минут степень извлечения так же составляет 92,86 %.

Таким образом, установлено, что анионит АВ 17-8 является эффективным сорбентом иода из его водных растворов, а также были выявлены оптимальные параметры сорбции – были определены оптимальная масса анионита (0,08 г), оптимальный рН раствора йода (рН = 2) и оптимальное время сорбции (90 минут). Полученные результаты могут служить основой для проведения дальнейших исследований с целью применения ионита для извлечения иода из пластовых вод нефтяных месторождений [4].

Список литературы

1. Киекпаев М. А., Строева Э.В. Исследование кинетики сорбции иода с участием высокоосновного анионита // Химическая промышленность сегодня. – 2007. – № 8. – С. 21-26.
2. ГОСТ 20301–74 «Смолы ионообменные. Аниониты. Технические условия». – Введ. 1976–01–01. – М: Издательство стандартов, 1976. – 24 с.
3. Умбаров И. А., Тураев Х.Х. Потенциометрические исследования окисления ионов иода с нитрита натрия// Universum: Технические науки. – 2017. – №12(45).– С. 48-50.
4. Строева Э. В. Физико-химические основы извлечения иода из высокоминерализованных растворов Оренбургского газоконденсатного месторождения : дис. канд. хим. наук. – Москва, 2004. – 155 с.

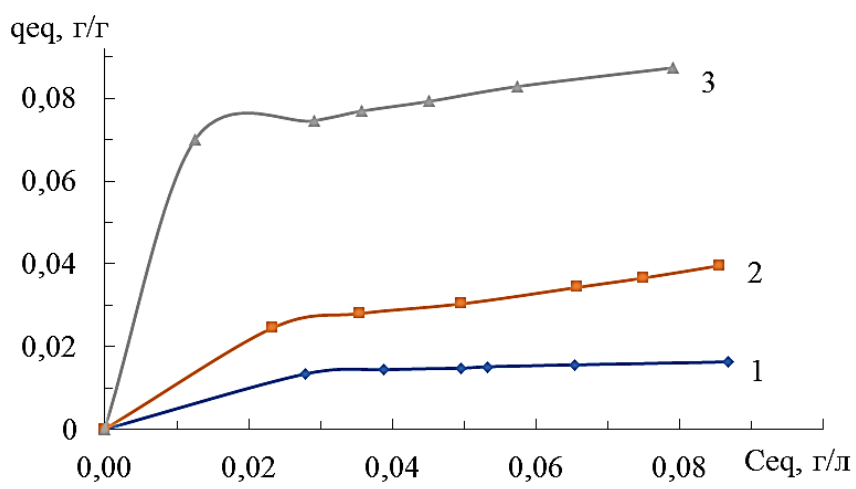
АДСОРБЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ МОНТМОРИЛЛОНИТОВЫХ ГЛИН ПО ОТНОШЕНИЮ К КАТИОНАМ МЕТАЛЛОВ

Комиссаров Д.Д., Осипова Е.А.,
Каныгина О.Н., д-р. физ.-мат. наук, профессор
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В рамках инновационных методов очистки сточных вод актуально использовать адсорбционные методы применяя природоподобные технологии нового поколения. Одним из способов экологичной переработки является применение монтмориллонитовых глин для извлечения катионов металлов из загрязненных вод. Иногда необходимо использовать селективные сорбенты, извлекающие только определенные ионы тяжелых металлов. Поэтому природные материалы подвергают различным способам модификации.

Новым методом модификации [1] является воздействие дифенилкарбазида на прокаленный монтмориллонит, поскольку этот реагент образует прочный комплекс с Cr^{6+} . В рамках эксперимента проведена сорбция ионов хрома из кислых растворов хлоридов и сульфатов хрома (III) при $\text{pH} = 1$, кислотность устанавливалась с помощью раствора HNO_3 [2]. В качестве сорбентов использовали природную глину, глину после кислотной обработки и глину, предварительно обработанную дифенилкарбазидом в кислой среде HNO_3 . Кроме того, в качестве сорбентов использовали глину, модифицированную щелочью NaOH и дифенилкарбазидом. Сорбцию проводили из водных растворов с постоянной массой сорбента 1,2562 г при температуре 25°C .

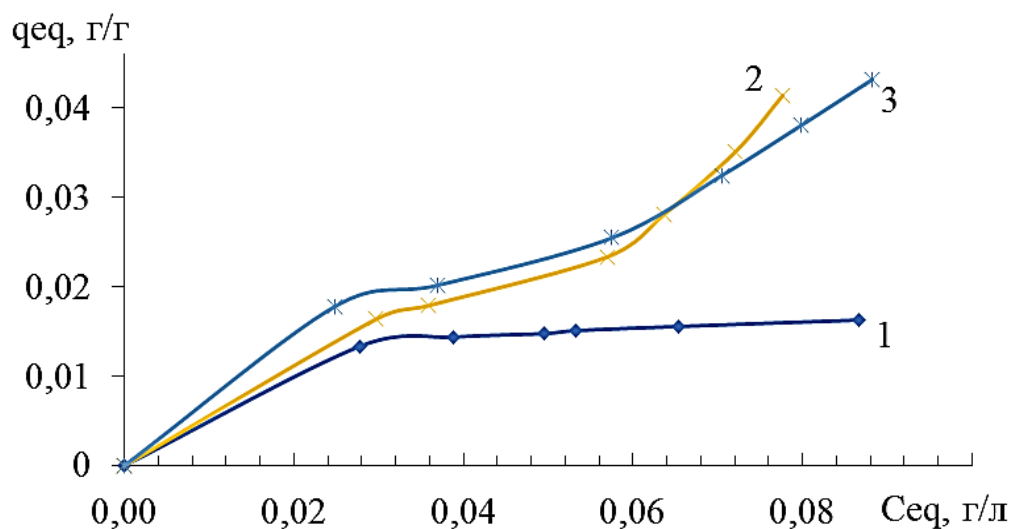
Изотермы адсорбции представлены на рисунке 1.



1 – нативная глина; 2 – модификация с HNO_3 ; 3 – модификация с HNO_3 и ДФК

Рисунок 1 – Изотермы адсорбции ионов Cr^{+6}

Вид изотерм адсорбции на природной глине, модифицированной азотной кислотой и дифенилкарбазидом свидетельствует о протекании ленгмюровской адсорбции, что указывает на протекание физической адсорбции с образованием мономолекулярного слоя [3]. Щелочная обработка приводит к изменению механизма сорбционного извлечения, о чем свидетельствует иной вид изотерм (рисунок 2). S-образная форма изотермы свидетельствует о протекании полимолекулярной адсорбции. Как правило, такая форма характерна для дисперсных макропористых и непористых материалов. Для ее математического описания использовали уравнение Фрейндлиха [4].



1 – нативная глина; 2 – модификация с NaOH; 3 – модификация с NaOH иДФК

Рисунок 2 – Изотермы адсорбции глин после щелочной обработки

Для подтверждения механизма адсорбции осуществим математическую обработку полученных результатов на природной глине по уравнению Ленгмюра. Линейное уравнение модели адсорбции Ленгмюра имеет вид [5, 8]:

$$\alpha = a^{\infty} \cdot \frac{KP}{(1 + KP)} \quad (1)$$

где a^{∞} — предельная адсорбция, соответствующая полному заполнению поверхности адсорбента одним слоем молекул адсорбата, K — константа равновесия адсорбции, отражающая силу взаимодействия между адсорбатом и адсорбентом.

Зависимости $1/q_{eq}$ от $1/C_{eq}$ линейной формы ($R^2 > 0,97$), что подтверждает протекание физической адсорбции с образованием мономолекулярного слоя на природной глине и глинах после кислотной обработки (рисунок 3).

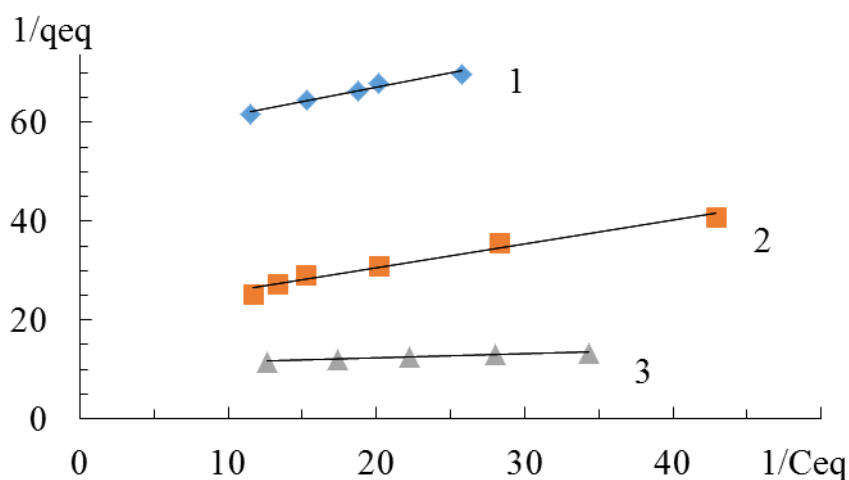
Для подтверждения механизма адсорбции на щелочной глине осуществим математическую обработку полученных результатов на природной

глине по уравнению Фрейндлиха. Линейное уравнение модели адсорбции Фрейндлиха имеет вид [6-7]:

$$x/m = K \cdot C_1/n. \quad (2)$$

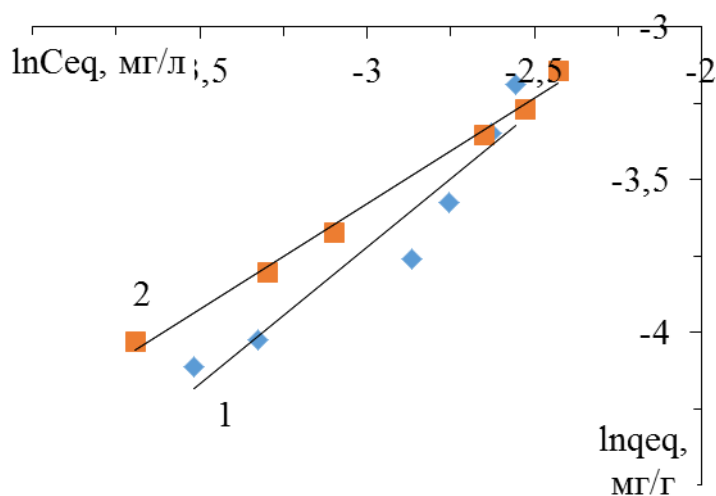
где x – масса адсорбированного вещества, m – масса адсорбента, C – равновесная концентрация адсорбата в растворе, K и n – эмпирические константы, зависящие от температуры, природы адсорбента и адсорбата

Построив зависимость в соответствующих координатах рисунок 4 подтвердили выбор модели Фрейндлиха.



1 – нативная глина; 2 – модификация с HNO_3 ; 3 – модификация с HNO_3 и ДФК

Рисунок 3 – Изотермы адсорбции в линейных координатах уравнения Ленгмюра



1 – модификация с NaOH ; 2 – модификация с NaOH и ДФК

Рисунок 4 – Изотермы адсорбции в линейных координатах уравнения Фрейндлиха

Параметры модели Ленгмюра, а также коэффициенты регрессии представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры модели Ленгмюра

Образец	Модель Ленгмюра		
	q_m	b	R^2
Природная глина	0,018025	95,68644	0,9688
Кислотная глина	0,047639	43,79512	0,9728
Кислотная глина сДФК	0,095602	117,5281	0,9697

Полученные результаты, свидетельствуют о повышении максимальной степени извлечения глиной, модифицированной HNO_3 и ДФК, в 5 раз по сравнению с природной глиной, что свидетельствует о перспективности применения данных сорбентов для извлечения ионов хрома (VI).

Щелочная обработка природной глины приводит к увеличению степень извлечения ионов хрома (VI) по сравнению с природной глиной примерно в 2 раза.

Параметры изотерм после щелочной обработки глины, описанных моделью Фрейндлиха, и коэффициенты регрессии представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Параметры модели Фрейндлиха

Образец	Модель Фрейндлиха		
	K_f	n	R^2
Щелочная глина	0,359443	0,899	0,9176
Щелочная глина сДФК	0,22027	0,6882	0,9937

Полученные данные свидетельствуют об эффективности применения сорбентов, модифицированных кислотой и дифенилкарбазидом, и требуют дальнейших исследований по селективному извлечению катионов металлов из хромсодержащих вод и регенерации адсорбента.

Список литературы

1. Модификация Na^+ -монтмориллонита моно- и диполифторалкиловыми эфирами фталевой кислоты / С. В. Кудашев, В. Ф. Желтобрюхов, О. А. Барковская [и др.] // Журнал прикладной химии. – 2013. – Т. 86, № 7. – С. 1078-1083.

2. Модификация поликапроамида композицией на основе 1Н, 1Н, 13Н-тригидроперфтортридекан-1-ола и монтмориллонита / С. В. Кудашев, А. А. Кондрасенко, А. Н. Мацулев [и др.] // Химические волокна. – 2021. – № 5. – С. 3-7.

3. О механизме адсорбции ионов меди на бентонитовой глине / А. И. Везенцев, Н. М. Горбунова, П. В. Соколовский [и др.] // Известия Академии наук. Серия химическая. – 2022. – Т. 71, № 4. – С. 651-655.

4. Рамазанов, А. Ш. Кинетика и термодинамика сорбции ионов тяжелых металлов на монтмориллонит содержащей глине / А. Ш. Рамазанов, Г. К. Есмаил, Д. А. Свешникова // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2015. – Т. 15, № 5. – С. 672-682.

5. Исследование адсорбционной способности глины с. Маслянино НСО / А. В. Мычкина, С. С. Владимирова, Н. В. Шальнева, О. А. Полунина // Научный альманах. – 2021. – № 6-2(80). – С. 55-59.

6. Адсорбция ионов никеля (II) адсорбентами на основе бентонитоподобных глин / М. Т. Данг, В. П. Чуев, А. И. Везенцев [и др.] // Научные разработки: евразийский регион : международная научная конференция теоретических и прикладных разработок, Москва, 16 марта 2019 года. – Москва: Инфинити, 2019. – С. 189-194.

7. Бауэр, Т. В. Влияние природных и антропогенных факторов на сорбцию меди черноземом обыкновенным / Т. В. Бауэр, С. С. Манджиева // Материалы по изучению русских почв (см. в книгах). – 2017. – № 9(36). – С. 25-28.

8. Осипова, Е. А. Влияние наночастиц железа и магнетита на связывание ионов кадмия и свинца гуминовыми кислотами / Е. А. Осипова // Российский журнал прикладной экологии, – 2024. – № 1. – С. 84-92.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ Р. ДОНГУЗ

Кот Н.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Сохранение водных ресурсов – одна из главных проблем современности. Вода – это основа жизни на нашей планете. Реки, как артерии Земли, играют ключевую роль в поддержании экологического баланса и обеспечении потребностей человека. Однако, с развитием промышленности и сельского хозяйства, химический состав рек становится все более сложным и требует тщательного изучения [1].

Выявление загрязнений в водных объектах – одна из самых важных задач человечества, поскольку загрязнение воды представляет риск как для здоровья окружающей среды, так и для благополучия людей [2]. Химически чистая вода – это идеал, недостижимый в естественных условиях, так как человечество и окружающая среда имеют свой цикл, происходит постоянное взаимодействие, которое непосредственно отражается на любой экологической системе.

Река Донгуз, левый приток Урала, которая характеризуется сильным загрязнением промышленными стоками. Длина реки Донгуз составляет 95 км, площадь водосборного бассейна – 1240 км² [3].

Основными загрязнителями реки Донгуз являются тяжелый транспорт на переездах, отходы животноводства и сельского хозяйства, вследствие чего наблюдается частая эвтрофикация вод.

Исследование экологического состояния реки Донгуз проводилось на основе химического состава воды. Отбор проб осуществлялся в районе села Нижняя Покровка в трех различных точках (рисунок 1), что позволило получить более полную картину состояния реки. Пробоотбор из поверхностных водных объектов проводился два раза в год, (весна 2023 и 2024 годов, осень 2022 и 2023 годов) согласно требованиям ГОСТ 31861–2012, что дало возможность проанализировать сезонные колебания концентрации различных веществ.

В ходе исследования определялись концентрации ключевых ионов, отражающих как естественный химический состав воды, так и антропогенное воздействие. К числу таких ионов относятся гидрокарбонаты (HCO_3^-), хлориды (Cl^-), кальций (Ca^{2+}), магний (Mg^{2+}), аммоний (NH_4^+), сульфаты (SO_4^{2-}), железо (Fe^{2+}) и медь (Cu^{2+}). Кроме того, измерялись показатели рН (водородный показатель), характеризующий кислотность/щелочность воды, и концентрация взвешенных веществ, свидетельствующая о мутности и содержании нерастворимых частиц. Выбор именно этих показателей обусловлен их значимостью для оценки экологического состояния водных объектов и влияния на флору и фауну реки. Взвешенные вещества, например, могут препятствовать

фотосинтезу водных растений, а повышенное содержание тяжелых металлов (таких как медь) крайне токсично для водных организмов [4].

Определение химических показателей проводилось соответствующими методами описанными в: ПНД Ф 14.1:2:3.99-97; ПНД Ф 14.1:2:3.96-97; ПНД 014.1:2:4.137-98; ПНД Ф 14.1:2:3.1-95; ПНД Ф 14.1:2.240-07; ЦВ 1.04.46-00 “А”; ПНД Ф 14.1:2.48-96; РД 52.24.495-2017; ПНД Ф 14.1:2:3.110-97.



Рисунок 1 – Карта отбора проб (ТО – точка отбора проб)

Анализ полученных данных показал, что предельно допустимые концентрации (ПДК) ряда веществ были превышены (таблица 1). Наиболее значимые превышения зафиксированы для гидрокарбонатов, концентрации которых в среднем в 1,8-2,3 раза превосходили установленные нормативы. Это может быть связано с различными факторами, например, с особенностями геологического строения водосборного бассейна реки, влиянием сельскохозяйственной деятельности (использование минеральных удобрений) или сточными водами. Также систематически наблюдалось значительное превышение ПДК ионов меди (в среднем в 2-4 раза). Повышенное содержание меди в воде может быть следствием сброса промышленных стоков или использованием медьсодержащих пестицидов в сельском хозяйстве [5]. Важно отметить, что концентрации остальных анализируемых веществ находились в пределах допустимых норм. Показатель рН во всех отобранных пробах соответствовал нормативам, что свидетельствует об отсутствии резких изменений кислотно-щелочного баланса воды.

Таблица 1 – Химические показатели качества поверхностных вод

Период отбора проб	Хим. показатели качества воды, мг/л	Точка отбора проб		
		№1	№2	№3
Осень 2022	взвешенные вещества	143,8	143,7	158,8
	НСО ₃ ⁻	228,8	205,9	196,9
	Сl ⁻	295,8	284,0	343,2
	Сu ²⁺	0,002	0,002	0,003
Весна 2023	взвешенные вещества	15,0	24,0	13,0
	НСО ₃ ⁻	150,9	201,3	164,7
	Сl ⁻	130,2	136,1	172,8
	Сu ²⁺	0,015	0,001	0,010
Осень 2023	взвешенные вещества	27,1	28,7	31,4
	НСО ₃ ⁻	216,8	209,5	200,8
	Сl ⁻	302,0	275,7	328,2
	Сu ²⁺	0,002	0,002	0,003
Весна 2024	взвешенные вещества	11,1	13,3	8,5
	НСО ₃ ⁻	144,8	211,7	172,2
	Сl ⁻	133,5	141,2	168,8
	Сu ²⁺	0,002	0,002	0,003

Примечание: ПДК (мг/л) для: взвешенных веществ – 28; гидрокарбонатов – 100; хлоридов – 300; меди – 0,001

Выявлена определенная закономерность в сезонном колебании хлоридов: в весенние периоды исследования содержание хлоридов становится меньше в 2-2,5 раза (рисунок 2). Это явление, вероятно, связано с интенсивным таянием снегов и увеличением водного стока, который разбавляет концентрацию растворенных солей.

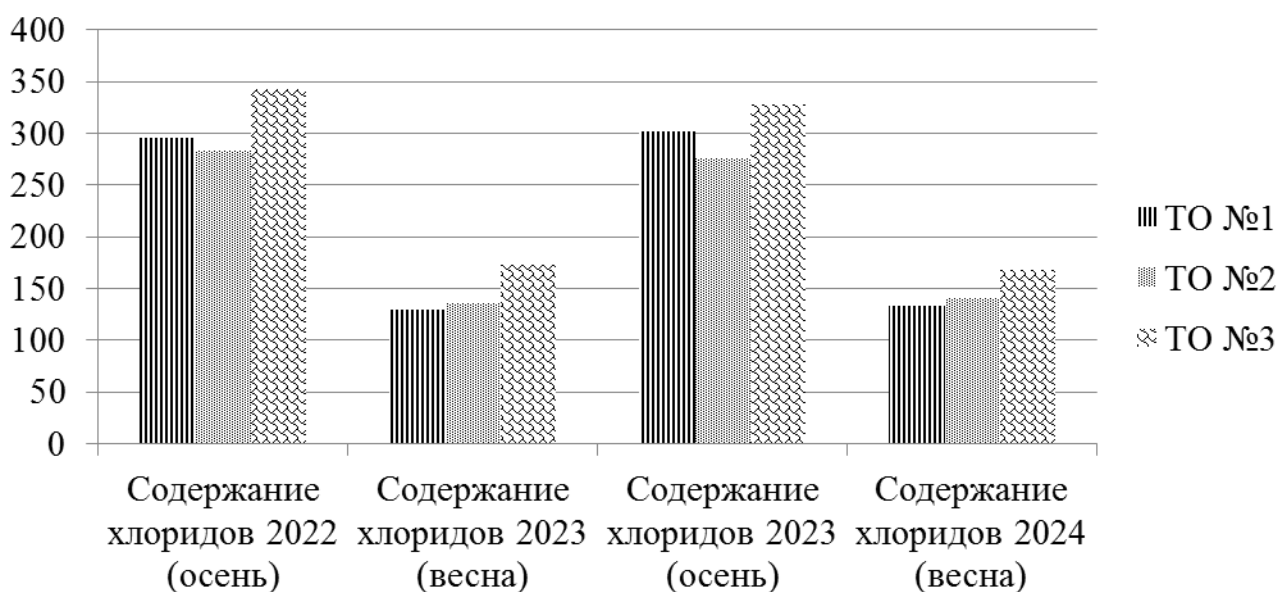


Рисунок 2 – Динамика содержания хлорид-ионов в р. Донгуз

В то же время, концентрация ионов кальция демонстрирует обратную закономерность (рисунок 3). Осенью, после периода активного роста растительности, потребляющей кальций, его концентрация в воде снижается по сравнению с весенними показателями. Это может быть обусловлено лёгкостью выщелачивания растворимых солей кальция из поверхностного слоя почв и пород в период половодья. Более того, следует отметить, наличие сельскохозяйственных стоков вблизи точки отбора, что могло также повлиять на данную динамику.

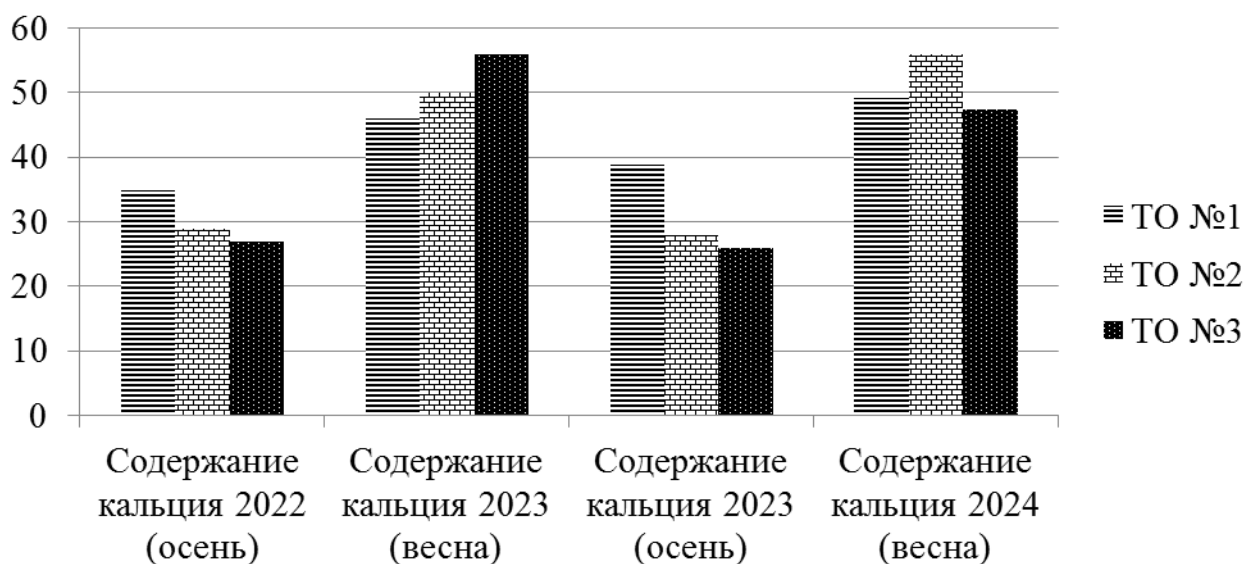


Рисунок 3 – Динамика содержания ионов кальция в р. Донгуз

Для оценки качества воды использовался индекс загрязнения воды (ИЗВ), рассчитанный согласно методике Госкомитета СССР по гидрометеорологии 1988 года [6].

Согласно расчетам, в 2022 году качество воды в точке отбора проб соответствовало 3 классу (умеренно загрязненная вода) со значением ИЗВ в интервале 1,0-2,5 (Рисунок 4). Однако, в 2023 и 2024 годах качество воды улучшилось до 2 класса (чистая вода).

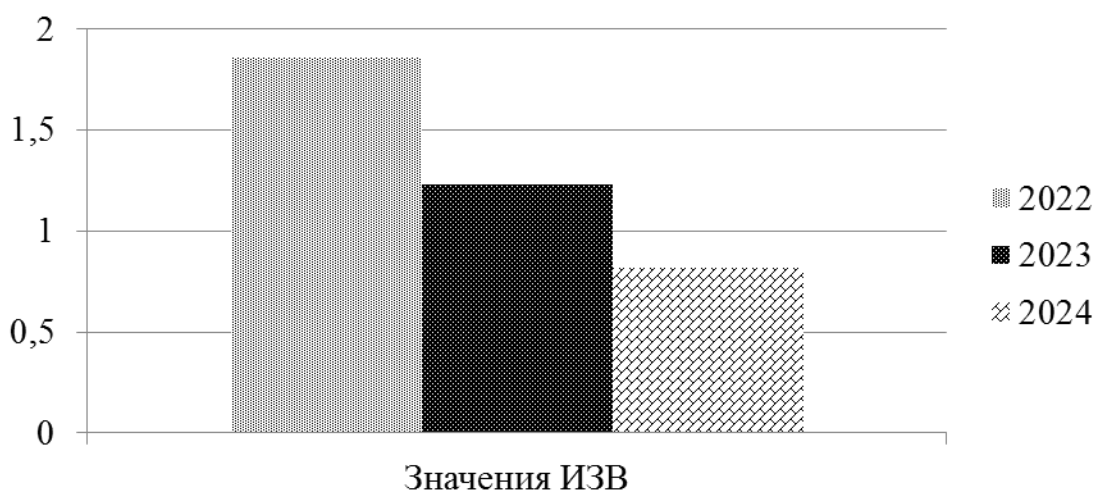


Рисунок 4 – Динамика индекса загрязнения поверхностных вод

Таким образом, исследование гидрохимического состояния реки Донгуз показало превышение ПДК по гидрокарбонатам (в 1,8-2,3 раза) и меди (в 2-4 раза), и сохранение такого состояния с осени 2022 по весну 2024 года. Однако, благодаря улучшению качества воды от 2022 года к 2024 году, можно говорить о положительной динамике, связанной с естественными процессами самоочищения водоема. Тем не менее, для подтверждения устойчивой положительной тенденции необходимы дальнейшие наблюдения в течение более длительного периода времени.

Список литературы

- 1 Квитницкая Н. Н. Вопросы санитарной охраны сельских водоемов в связи с развитием промышленности и сельского хозяйства / Н. Н. Квитницкая, Я. И. Костовецкий // Гигиена и санитария. - 1966. - №3. - С. 67-70.
- 2 Карманова А. А. Загрязнение поверхностных водоемов, основные источники и загрязнители / А. А. Карманова // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». - 2020. - №1. - С. 48-59.
- 3 Сивохиц Ж. Т. Эколого-гидрологическая специфика территории как фактор лимитирующий природопользование в степной зоне (на примере бассейна реки Урал) / Т. Ж. Сивохиц // БОНЦ УрО РАН. - 2015. - №4.
- 4 Зиновьев Е. А. О воздействии взвешенных частиц на гидрофауну / Е. А. Зиновьев, А. Б. Китаев // Известия Самарского научного центра РАН. - 2015. - №5-1. - С. 283-288.
- 5 Меренюк Г. В. К вопросу о загрязнении почвы и плодов медьсодержащими пестицидами / Г. В. Меренюк, З. Э. Меджибовская // Гигиена и санитария. - 1970. - №1. - С. 108-110.
- 6 Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязнения поверхностных вод по гидрохимическим показателям [Текст] : РД 52.24.643-2002 : утв. Росгидрометом 03.12.2002 г : ввод. в действие с 01.01.2004.

ПОЛУЧЕНИЕ НАНОЧАСТИЦ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ

Крушенова А.С., Аитова А.Ф., Юдин А.А.

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

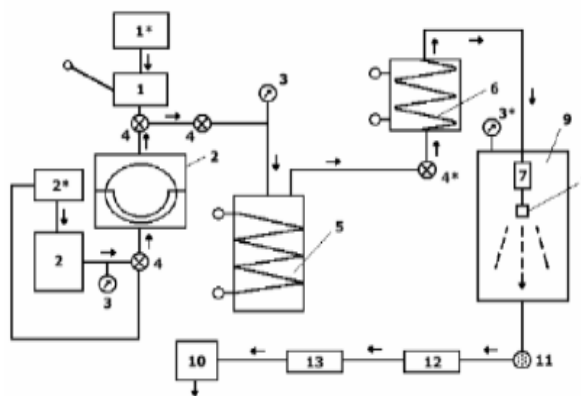
«Оренбургский государственный университет»

Редкоземельные металлы (РЗМ) играют ключевую роль в современных науке и промышленности благодаря своим необычным физико-химическим характеристикам. Они находят широкое применение в различных сферах. Использование их в наноформе открывает новые возможности, поскольку наночастицы редкоземельных металлов демонстрируют улучшенные, а иногда и совершенно новые свойства по сравнению с объемными материалами [2].

Наночастицы РЗМ выделяются высокой степенью соотношения поверхности к объему, которое возрастает с уменьшением размера частиц. Атомы на поверхности содержат ненасыщенные связи, что приводит к повышенной реакционной способности. Также изменение размеров наночастиц может влиять на их оптические свойства, такие как прозрачность и поглощение, что делает их интересными для оптоэлектроники и медицины. Однако синтез таких наночастиц сталкивается с трудностями, такими как контроль за размерами и стабильностью [1].

Рассмотрим метод быстрого расширения сверхкритических флюидных растворов (RESS). Этот процесс заключается в мгновенном расширении сверхкритического раствора в камере с пониженным давлением газа (0,03 МПа) за период всего 10 секунд. Мгновенный переход растворителя в газообразное состояние сверх критического раствора обеспечивают высокие температура ($>5000^{\circ}\text{C}$) и давление (>100 МПа) при расширении. При этом растворенные вещества в результате частичной реакции, образуют осаждаемый на фильтре высокодисперсный сухой порошок.

При использовании водных растворов необходимо поддерживать температуру и давление выше критических ($T_{\text{к}} = 374^{\circ}\text{C}$, $P_{\text{к}} = 22$ МПа.). Поэтому для создания таких условий применяется автоклав. Высокодисперсные оксидные порошки синтезируются на RESS-установке, где все элементы, контактирующие с водными растворами, включая соединительные капилляры, выполнены из нержавеющей стали [3].



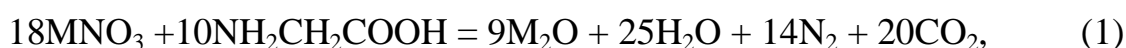
1 – ручной насос, 2 – мембранный процессор, 1* – сосуд с дистиллированной водой, 2* – сосуд с маслом, 3 – манометры, 4 – вентили, 4* – вентиль тонкой регулировки, 5 – автоклав, 6 – сверхкритическая линия, 7 – печь перед распыляющим соплом, 8 – распыляющее сопло, 9 – приемная камера, 10 – форвакуумный насос, 11 – фильтр для сбора порошка, 12 – водяной холодильник, 13 – ловушка с жидким азотом

Рисунок 1 – Принципиальная схема лабораторной RESS-установки

Процесс осуществляется следующим образом: автоклав из нержавеющей стали (5) с объемом 300 мл наполняют рабочим раствором, который включает в себя нитраты металлов в стехиометрических соотношениях (концентрация 0,04 – 0 1 М). С помощью высоконапорного насоса (2) из сосуда (1*) в автоклав подается дистиллированная вода, создавая давление до 100 МПа. Затем раствор проходит через фильтр и регулирующий вентиль (4*), попадая в сверхкритическую линию, представляющую собой шестиметровый капилляр из нержавеющей стали (6) с внешним диаметром 4 мм и внутренним диаметром 0,6 мм. Капилляр скручен в спираль и помещен в печь, где раствор нагревается до температуры от 350 до 500 °С. Сверхкритическая линия завершается печью (7) и распыляющим соплом (8), имеющим отверстия диаметром 100–200 мкм. Скорость распыления раствора составляет 10 мл в минуту.

Метод RESS представляет собой неравновесный процесс: пересыщение происходит в диапазоне от 10^{-5} до 10^{-7} секунд (это время, необходимое для перехода сверхкритического флюида в состояние докритического газа). С использованием данного подхода были синтезированы различные сложные оксиды, включая нанокристаллические порошки ферритов цинка (размером $d=18$ нм) и никеля (размером $d=20$ нм), а также высокотемпературный сверхпроводник состава $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ [3].

Далее рассмотрим глицин-нитратный метод. Он основан на следующей реакции:



где М – эквивалент металла.

В этом методе органическое топливо представлено глицином (аминоуксусной кислотой). Глицин функционирует как бидентантный лиганд, который способен формировать устойчивые комплексы с большинством d-металлов, имеющих валентности два и три. Процесс синтеза сложных оксидов с использованием глицин-нитратной технологии происходит следующим образом.

Растворы нитратов металлов, взятые в стехиометрических соотношениях, необходимых для получения сложного оксида или твердого раствора на его основе, смешивают с глицином как показано в уравнении 1. Итоговую смесь подвергают выпариванию. После удаления излишков воды она превращается в однородную вязкую массу. При дальнейшем нагревании происходит самовоспламенение смеси, в результате чего образуются оксидные частицы. Самовоспламенение может происходить в диапазоне температур от 150 °С до 900 °С, при этом конкретная температура зависит от состава синтезируемого оксида. Реакция проходит быстро и интенсивно, обеспечивая самоподдерживающийся процесс, который завершается, когда исчерпываются все реагенты. Температура пламени колеблется от 1100 °С до 1450 °С в зависимости от соотношения глицина и нитратов. В конце реакции получается пористый и легкий «пепел», содержащий целевой продукт, а также непрореагировавшие оксиды и сажу. Газовые продукты реакции включают углекислый газ, водяной пар и азот [3].

Выделение значительного объема газов в процессе реакции способствует распределению твердого продукта, что делает возможным получение частиц размером от десятков до сотен нанометров. Наименьшие частицы формируются при избытке глицина (до полутора раз больше стехиометрического соотношения). В данной ситуации реакция осуществляется в режиме самораспространяющегося высокотемпературного синтеза, когда температура пламени достигает наивысших показателей, а время синтеза существенно сокращается [3].

Помимо функции топлива, глицин взаимодействует с ионами металлов в растворе, включая их в свою структуру. Это повышает растворимость нитратов и предотвращает выпадение осадков при испарении воды. Кроме того, глицин способствует одновременному формированию оксидов металлов в едином температурном интервале, что обеспечивает протекание реакции образования сложного оксида в области температур распада реакционной смеси. Благодаря малым размерам частиц оксидов время совместной диффузии значительно сокращается, чему также способствует высокая температура в зоне реакции [3].

Этим методом синтезирован допированный галлат лантана состава $\text{LaCo}_{1-x}\text{Ga}_x\text{O}_3$. Также глицин-нитратным методом был получен алюмоиттриевый гранат (ИАГ) $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$, микрофотография которого представлена на рисунке 2.

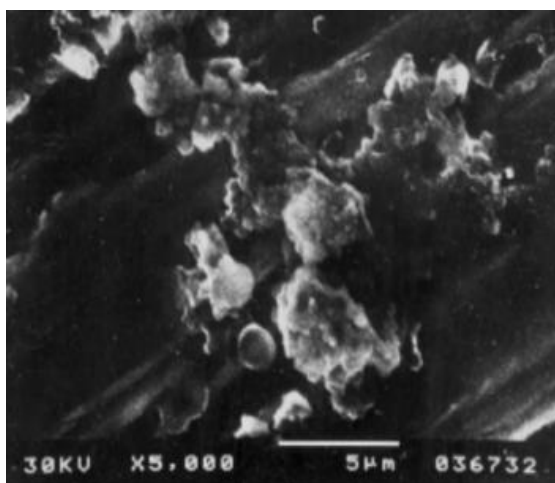


Рисунок 2 – Нанопорошок ИАГ, полученный глицин-нитратным методом

Метод сжигания имеет множество вариаций, и при приготовлении многокомпонентных смесей, особенно состоящих из реагентов различной химической природы, могут возникать сложности с поддержанием их в растворимом состоянии. Для решения этой проблемы применяются разные стратегии, включая преобразование всех или некоторых компонентов смеси в комплексные соединения, после чего следует этап сушки и термической обработки полученных полупродуктов. В научных публикациях описано использование солей карбоновых кислот для синтеза оксидных материалов, что способствовало появлению новой области исследований – карбоксилатной технологии. Этот метод активно развивается и считается перспективным.

В одном из примеров обсуждается процесс получения высокотемпературного сверхпроводника $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ из растворов солей муравьиной кислоты. Применение формиатов для синтеза $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ позволило получение шихты с высокой гомогенностью и реакционной активностью, сопоставимой с результатами, достигнутыми при золь-гель методе. Существенным достоинством пиролиза формиатов является отсутствие необходимости в возгонке отдельных компонентов, что помогает избежать утраты требуемого стехиометрического соотношения, которое часто наблюдается в нитратных системах [3].

В научной литературе также рассматривается получение нанокристаллических твердых растворов, таких как $\text{Ce}_{0,8}\text{Gd}_{0,2}\text{O}_{2-x}$ с размером частиц в диапазоне 8–35 нм, $\text{Zr}_{0,9}\text{Yd}_{0,2}\text{O}_{2-x}$ с размером частиц 12–18 нм и $\text{La}_{0,6}\text{Sr}_{0,4}\text{MnO}_3-\delta$ с размером частиц 10 нм. Для синтеза последнего вещества была использована упрощенная методика, исключая применение спиртового раствора щелочи. Вместо этого целлюлоза была пропитана нитратами лантана, стронция и марганца, после чего ее высушили и подвергли прокаливанию. Несмотря на простоту и быстроту этого метода, был получен отличный результат – порошок с размером частиц 10 нм, структурированные таким образом, что они воспроизводили форму волокон целлюлозы,

применявшейся в качестве матрицы для формирования зародышей и роста частиц, это продемонстрировано на рисунке 3 [3].

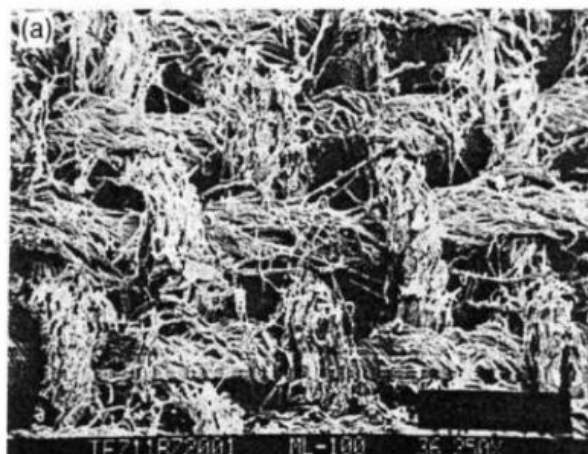


Рисунок 3 – РЭМ-изображение $\text{La}_{0,6}\text{Sr}_{0,4}\text{MnO}_{3-\delta}$, полученного по целлюлозной технологии

Еще одним не мало важным методом является аэрозольный. Он основан на испарении металла в среде инертного газа с низким давлением, после чего происходит конденсация его паров. Размер получаемых частиц контролируется условиями конденсации, такими как способ испарения, давление инертного газа и другие параметры. В зависимости от этих факторов, размеры частиц могут изменяться от нескольких нанометров до сотен нанометров. Этот метод активно используется для синтеза наночастиц разных металлов (Fe, Co, Ni, Cu, Ag, Au, Al) и их соединений, включая оксиды, нитриды, сульфиды и сплавы на основе хрома.

Совместное испарение металлов в точно определённых стехиометрических пропорциях в атмосфере инертного газа с минимальным содержанием кислорода позволяет создавать сложные оксиды и твердые растворы с разнообразным составом. Примером является получение порошка люминофора $\text{Y}_{2,82}\text{Tb}_{0,18}\text{Ga}_{2,25}\text{Al}_{2,5}\text{O}_{12}$ с размером частиц около 100 нм. РЭМ-изображение (растровая электронная микроскопия) этого порошка представлено на рисунке 4.

Основные этапы аэрозольного метода:

1. Испарение металла: металл или смесь металлов испаряется в вакууме или разреженной атмосфере инертного газа (например, аргона или гелия).
2. Конденсация паров: пары металла конденсируются в виде наночастиц в контролируемых условиях, что позволяет регулировать их размер и форму.
3. Окисление (при необходимости): если требуется синтез оксидов, в атмосферу добавляется небольшое количество кислорода, что приводит к образованию оксидных наночастиц.

4. Сбор продукта: полученные наночастицы собираются на подложке или фильтре.

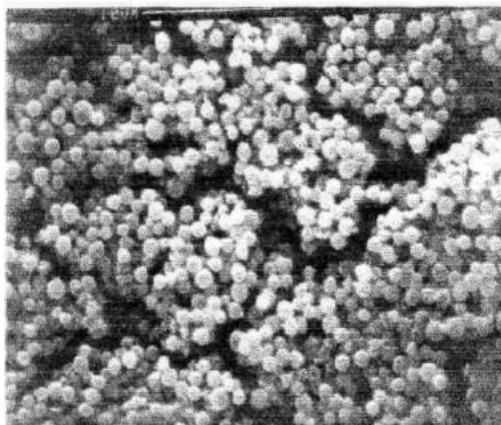


Рисунок 4 – Порошок $Y_{2,82}Tb_{0,18}Ga_{2,5}Al_{2,5}O_{12}$, полученный аэрозольным методом

Синтез наночастиц фторидов осуществляется методом соосаждения из водных растворов. Процедура включает в себя несколько этапов: сначала готовят растворы нитратов щелочноземельных и редкоземельных элементов (РЗЭ) на основе соответствующих нитратов или оксидов. В случае использования оксидов РЗЭ к раствору добавляют избыточное количество азотной кислоты до полного растворения оксидов. Полученные растворы нитратов щелочноземельных элементов объединяют с растворами нитратов РЗЭ, доводя концентрации исходных веществ до одинаковых значений. Затем эту смесь постепенно вводят в раствор плавиковой кислоты, находящуюся в тефлоновой емкости и перемешиваемую с помощью магнитной мешалки.

На протяжении эксперимента раствор начинает мутнеть, и в нем формируется осадочная взвесь. Взвесь оставляют для оседания, после чего удаляют верхний прозрачный слой жидкости посредством декантации. Осадок сушат при температуре около $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Для получения однофазных и чистых твердых растворов осадки промывают дистиллированной водой дважды. Синтезированные порошки состоят из частиц размером от 50 до 150 нм. Для изучения влияния удаления воды на размеры и морфологию частиц применяют разные методы: промывку этанолом, продолжительную сушку при температуре около $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ на протяжении 10 часов и прокаливание при $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 4,5 часов [4].

В результате исследований была разработана [4] методика синтеза наночастиц твердых растворов фторидов $Ca_{1-x}R_xF_{2+x}$ ($R = Er, Yb$) и $Sr_{1-x}Nd_xF_{2+x}$ с использованием соосаждения из водных растворов. Полученные наночастицы фторидов $M_{1-x}R_xF_{2+x}$ ($M = Ca, Sr; R = Er, Yb, Nd$) имеют округлую и эллиптическую форму с размерами от 50 до 150 нм, причем более крупные частицы (150 нм) состоят из более мелких (40–50 нм).

Таким образом, наночастицы редкоземельных металлов представляют собой перспективный класс материалов, который продолжает привлекать внимание исследователей благодаря своим уникальным свойствам и широкому потенциалу использования. Их дальнейшее изучение и внедрение в промышленность могут стать важным шагом в развитии современных технологий и решении актуальных научно-технических задач.

Список литературы

1. Макаров, В. Н. Анализ доминирующих свойств сегнетоэлектриков и ферромагнетиков по значениям критерия подобия / Макаров В. Н., Каныгина О. Н., Гуньков В. В. // НАНО 2016 : сб. материалов VI Всерос. конф. по наноматериалам с элементами науч. школы для молодежи, 22-25 нояб. 2016 г., Москва. – Электрон. дан. – Москва: ИМЕТ РАН, 2016. – С. 577-588. – 2 с.
2. Мышкина А.В. Перспективы применения наночастиц оксидов редкоземельных металлов в биологии и медицине / А. В. Мышкина, И. Н. Бажукова // Физика. Технологии. Инновации: тезисы докладов VIII Международной молодежной научной конференции – 2021. – 1116 с.
3. «Уральский государственный университет им. А.М. Горького» Методы получения наноразмерных материалов: Курс лекций / «Уральский государственный университет им. А.М. Горького» – Екатеринбург: Химия, 2007. – 34 с. – 62 с.
4. Яроцкая И.В. синтез наночастиц твердых растворов фторидов щелочноземельных и редкоземельных элементов методом соосаждения из водных растворов / И.В. Яроцкая // успехи в химии и химической технологии – 2007. – Вып. 37. – 86 с.

ОКИСЛИТЕЛЬНО-ЭКСТРАКЦИОННОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ БРОМА ИЗ МОДЕЛЬНЫХ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ

Кувшинова Е.В., Пономарева П.А.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В данной статье представляются расчеты и результаты экстракционного извлечения брома из модельного водного раствора. Исследование направлено на подтверждение применимости методики извлечения в условиях раствора с известным составом.

Экстракционное извлечение брома из водных растворов представляет значительный интерес с точки зрения экологической безопасности и рационального использования ресурсов. Проведение расчетов на модельном растворе позволяет подтвердить готовность методики и сделать её пригодной для пластовой воды, которая характеризуется сложным многокомпонентным составом.

Для проведения экстракционного извлечения брома из модельного водного раствора сначала проводили окисление бромид-ионов до элементного брома с помощью раствора гипохлорита натрия (белизна). В качестве модельного водного раствора использовали раствор бромид-калия концентрацией 200 мг/л, имитировавший состав пластовой воды.

Перед началом проведения окисления бромид-ионов сначала определяли нормальность белизны. На рисунке 1 представлены результаты полученные при определении нормальности гипохлорита натрия (белизна).

V (Na₂S₂O₃) 0,1 н., мл:

1. 23,6

2. 23,7

3. 24,3

V_{ср} = 23,65

Рисунок 1 – Полученные результаты при определении нормальности

Нормальность белизны (X) рассчитывали по следующей формуле:

$$X = V_1 \cdot N \quad (1)$$

$$X = 23,65 \cdot 0,1 = 2,365 \text{ н.}$$

После определения нормальности белизны проводили окисление бромид-ионов. Данное окисление проводили в два этапа. Сначала выполняли окисление бромид-ионов для определения потенциала белизны. Окисление проводили на приборах иономер И-160МИ и потенциометр. В таблице 1 представлены полученные значения, снятые с приборов [1, 2].

Таблица 1 – Полученные значения электрических потенциалов

$E_{Ox/Red}$	V (NaClO), мл
525,3	0
871,1	0,5
885,3	1,0
897,3	1,5
908,6	2,0
921,4	2,5
938,4	3,0
965,5	3,5
1006,6	4,0
1026,1	4,5
1034,4	5,0
1040,4	5,5
1045,7	6,0

По полученным значениям затем строили потенциометрические кривые титрования и по одному из графиком определяли объем добавляемой белизны [3].

Затем проводили повторное окисление бромид-ионов, используя полученный объем белизны при установлении потенциала. Окисление проводили на приборах иономер И-160МИ и потенциометр. В таблице 2 представлены полученные значения, снятые с приборов.

Таблица 2 – Полученные значения электрических потенциалов

$E_{Ox/Red}$	V (NaClO), мл
820,0	0
860,9	1,0
872,1	2,0
880,0	3,0
885,6	4,0
891,6	5,0
896,6	6,0
902,9	7,0
907,5	8,0
913,3	9,0
919,4	10,0

926,2	11,0
934,5	12,0
943,9	13,0
$E_{Ox/Red}$	V (NaClO), мл
957,7	14,0
982,4	15,0
1007,6	16,0

После проведения повторного окисления проводили анализ выделившегося брома в воде с помощью титриметрического метода. Данный анализ проводили для установления степени протекания реакции, чтобы посмотреть какая доля бромид-ионов окислилась до элементарного брома [4]. На рисунке 2 представлены результаты титрования, полученные при анализе выделявшегося брома в воде.

V (водная фаза), мл	V (Na ₂ S ₂ O ₃), мл
1. 50	1. 7,1

Рисунок 2 – Полученные результаты при определении брома в воде

По среднему значению объема тиосульфата натрия вычисляли нормальную концентрацию брома в воде. Нормальная концентрация брома в воде вычисляли по следующей формуле:

$$C_H = \frac{C_H(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}{2 \cdot V(\text{Br}_2)} \quad (2)$$

$$C_H(\text{Br}_2) = \frac{0,01 \text{ н} \cdot 7,1 \text{ мл}}{2 \cdot 50} = 0,00071 \text{ моль/л}$$

Потом переходим к самому экстракционному извлечению брома. Экстракцию проводили с помощью органического растворителя. В качестве органического растворителя использовали ТБФ в изооктане (1:9). После проведения экстракции проводили анализ водной и органической фазы титриметрическим методом анализа. Для того чтобы посмотреть сколько оставшегося брома осталось после проведения экстракции [4, 5]. На рисунке 3 представлены результаты титрования при анализе водной фазы.

V (водная фаза), мл	V (Na ₂ S ₂ O ₃), мл
1. 20	1. 0,8

Рисунок 3 – Полученные результаты при анализе водной фазы

По среднему значению объема тиосульфата натрия вычисляли нормальную концентрацию брома в воде. Нормальная концентрация остаточного брома в водной фазе после проведения экстракции вычисляли по следующей формуле:

$$C_{\text{H}}(\text{Br}_2) = \frac{C_{\text{H}}(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}{2 \cdot V(\text{Br}_2)} \quad (3)$$

$$C_{\text{H}}(\text{Br}_2) = \frac{0,01 \text{ н} \cdot 0,8 \text{ мл}}{2 \cdot 20} = 0,0002 \text{ моль/л}$$

На рисунке 4 представлены результаты титрования при анализе органической фазы.

V (орг. фаза), мл	V (Na ₂ S ₂ O ₃), мл
1. 10	1. 5,5

Рисунок 4 – Полученные результаты при анализе органической фазы

По среднему значению объема тиосульфата натрия вычисляли нормальную концентрацию брома в воде. Нормальная концентрация остаточного брома в органической фазе после проведения экстракции вычисляли по следующей формуле:

$$C_{\text{H}}(\text{Br}_2) = \frac{C_{\text{H}}(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}{2 \cdot V(\text{Br}_2)} \quad (4)$$

$$C_{\text{H}}(\text{Br}_2) = \frac{0,01 \text{ н} \cdot 5,5 \text{ мл}}{2 \cdot 10 \text{ мл}} = 0,00275 \text{ моль/л}$$

Далее полученным значениям находим степень извлечения и рассчитываем выход экстракции. Степень извлечения вычисляется по следующей формуле:

$$R, \% = \frac{C_{\text{Br}_2 \text{ орг.ф.}}}{C_{\text{Br}_2 \text{ исх.}}} \cdot 100 \% \quad (5)$$

$$R, \% = \frac{0,00275}{0,00071} \cdot 100 \% = 3,87324 \% = 3,9 \%$$

Выход экстракции вычисляется по следующей формуле:

$$\eta = \frac{C_{\text{исх}} - C_{\text{ост}}}{C_{\text{исх}}} \square 100 \% \quad (6)$$

$$\eta = \frac{0,00071 - 0,0002}{0,00071} \square 100 \% = 71,83 \%$$

Экстракционное извлечение брома из модельного водного раствора показало эффективность 71,83 %. Это свидетельствует о высокой степени извлечения брома и хорошей работоспособности выбранного метода. Полученные результаты подтверждают перспективность процесса экстракции для дальнейшего использования на пластовой воде.

Список литературы

1. Гамбург, Ю.Д. Химическая термодинамика [Текст] : учебное пособие / Ю.Д. Гамбург. – Москва : Лаборатория знаний, 2016. – 237 с.
2. Ксензенко, В.И. Химия и технология брома, йода и их соединений [Текст] : учебное пособие / В.И. Ксензенко. – Москва : Химия, 1995. – 432 с.
3. Лысова, С.С. Потенциометрия. Потенциометрическое титрование [Текст] : учебное пособие / С.С. Лысова, Т.А. Скрипникова, Ю.Э. Зевацкий. – Санкт-Петербург : ФГБОУВО «СПбГУПТД», 2017. – 62 с.
4. Полянский, Н.Г. Аналитическая химия брома [Текст] : учебное пособие для вузов / Н.Г. Полянский. – Москва : Наука, 1980. – 247 с.
5. Селезнев, К.А. Количественный анализ [Текст] : учебное пособие для вузов / К.А. Селезнев. – Москва : Медгиз, 1949. – 180 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА ПРИ ИЗУЧЕНИИ ОКИСЛЕНИЯ БРОМИД-ИОНОВ ГИПОХЛОРИТОМ НАТРИЯ

Кувшинова Е.В., Пономарева П.А.

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

«Оренбургский государственный университет»

В данной статье рассматривается процесс экстракционного извлечения брома из модельного водного раствора с предварительным окислением бромид-ионов до элементного брома. Исследование проводилось на основе готовой методики для оценки её эффективности в условиях раствора с известным составом.

Процесс экстракционного извлечения брома из модельного водного раствора требует предварительного окисления бромид-ионов до элементного брома, обеспечивая возможность последующего извлечения. Данная работа с модельным водным раствором позволяет проверить и уточнить готовую методику в условиях известного состава раствора. С помощью такого исследования создается надежный базовый подход, который в дальнейшем может быть адаптирован для реальных объектов: таких как пластовая вода с характерным сложным многокомпонентным составом. Это важно для эффективного извлечения брома, поскольку его присутствие в пластовой воде может представлять угрозу для экосистем и здоровья человека.

Для проведения экстракционного извлечения брома из модельного водного раствора сначала проводили окисление бромид-ионов до элементного брома с помощью раствора белизны. В качестве модельного водного раствора использовали раствор бромида калия концентрацией 200 мг/л, предварительно взвешенный на аналитических весах, имитировавший состав пластовой воды.

Перед началом проведения окисления бромид-ионов сначала определяли нормальность белизны.

Нормальность белизны вели в трех параллелях и определяли следующим образом: в три конические колбы на 250 мл отмеряли по 50 мл 0,1 н. раствора серной кислоты и добавляли по 1 г навески иодида калия, после чего хорошо перемешивали. Затем добавляли по 1 мл белизны. Содержимое колб закрывали пробками, перемешивали и после этого оттитровывали 0,1 н. раствором тиосульфата натрия до обесцвечивания.

После определения нормальности белизны проводили окисление бромид-ионов. Данное окисление проводили в два этапа. Сначала выполняли окисление бромид-ионов для определения потенциала точки эквивалентности с последующим построением потенциометрических кривых и определением по графику объема добавляемой белизны.

Для определения использовали потенциометрический метод, доводя рН раствора до значения 2, чтобы установить точку эквивалентности.

Для этого брали мерный стаканчик объемом на 100 мл, наливали в него 50 мл модельного водного раствора концентрацией 200 мг/л и помещали на магнитную мешалку. Сверху в стакан опускали три электрода и термодатчик: стеклянный комбинированный электрод был подсоединен к иономеру И-160МИ для определения рН, а платиновый и хлорсеребряный электроды и термодатчик к потенциометру для измерения электрического потенциала. Запускали мешалку и одновременно включали два прибора. Определение вели в кислой среде. Для этого в мерный стаканчик на 100 мл добавляли несколько капель 3 М раствора серной кислоты, чтобы был рН = 2,05. Затем из бюретки, предварительно промытой дистиллированной водой и заполненной белизной, в мерный стаканчик добавляли по 0,5 мл белизны до полного насыщения, пока дальнейшее добавление практически не изменяет потенциал. Затем по полученным значениям строили потенциометрические кривые титрования, благодаря которым определяли точку эквивалентности [1, 2].

Различают следующие методы построения потенциометрических кривых титрования: метод построения интегральной потенциометрической кривой, метод построения дифференциальной потенциометрической кривой и расчетно-графический метод, то есть метод Грана [3].

Интегральную потенциометрическую кривую строили в координатах – зависимость потенциала электрода от объема титранта. Точку эквивалентности определяли по найденной средней точке участка, соответствующей вертикальному подъему кривой. На рисунке 1 представлена интегральная потенциометрическая кривая титрования.

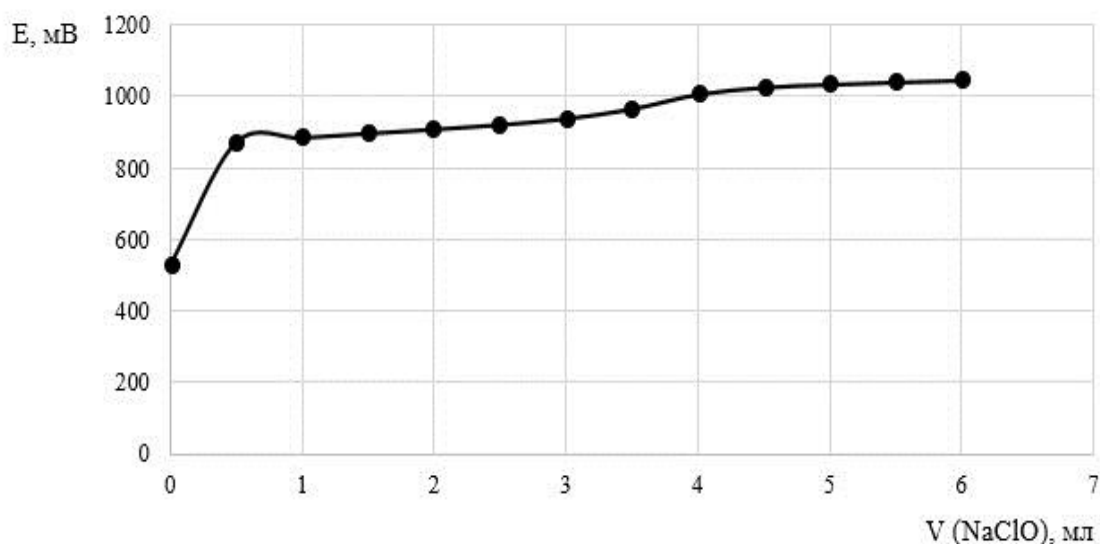


Рисунок 1 – Интегральная потенциометрическая кривая титрования

К дифференциальным потенциометрическим кривым относятся график нахождения точки эквивалентности по первой производной и график по второй

производной. График по первой производной строили в координатах – $\Delta E/\Delta V$ – V . График по второй производной строили в координатах - $\Delta E^2/\Delta V^2$ – V . На обоих графиках точка максимума кривой соответствует точке эквивалентности. На рисунках 2 и 3 представлены дифференциальные потенциометрические кривые титрования по двум производным.

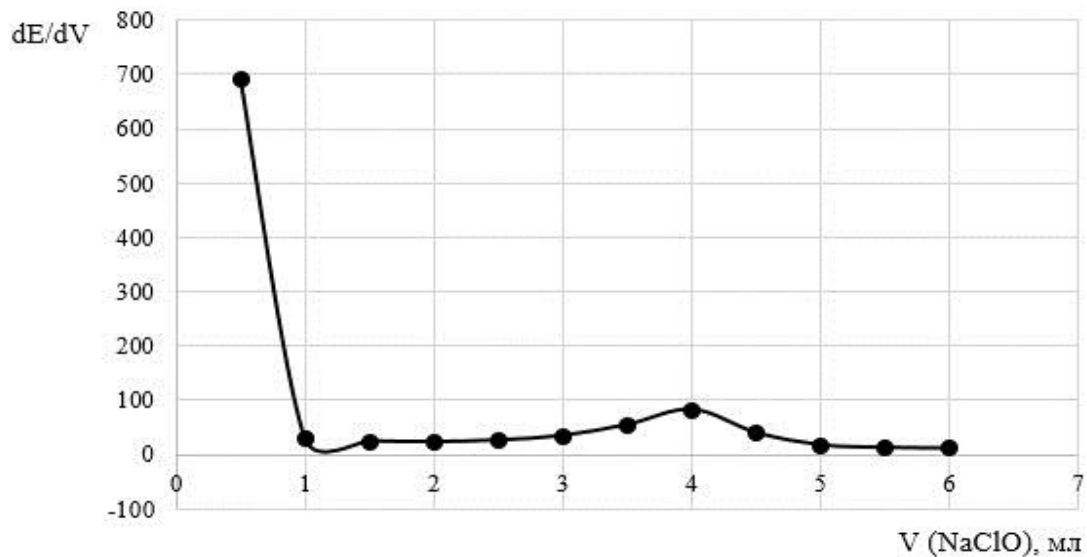


Рисунок 2 – Дифференциальная потенциометрическая кривая первой производной

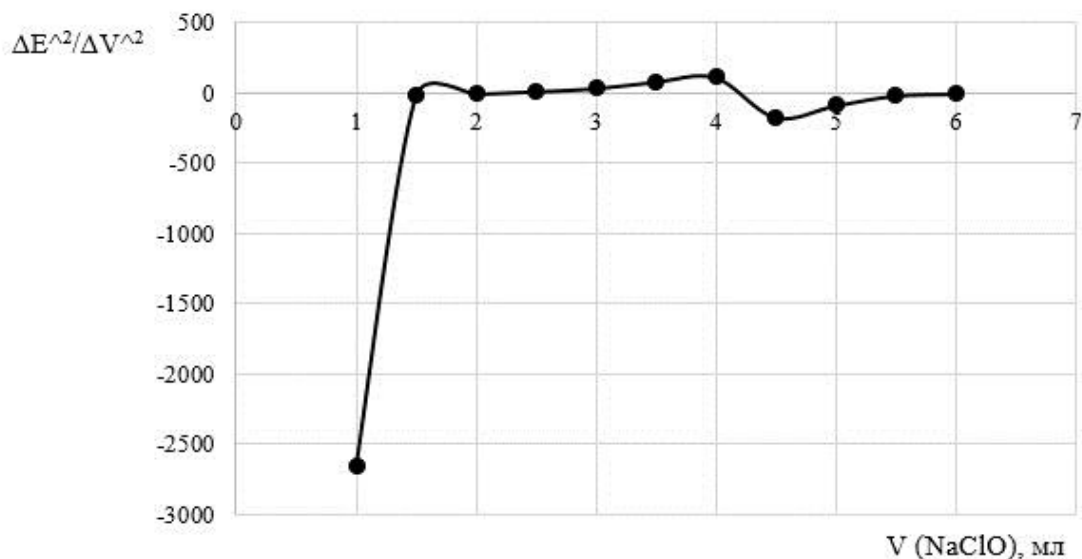


Рисунок 3 – Дифференциальная потенциометрическая кривая второй производной

Потенциометрическую кривую по методу Грана строили в координатах $\Delta V/\Delta E$ – V . Точка минимума кривой соответствует точке эквивалентности. На

рисунке 4 представлена кривая потенциметрического титрования по методу Грана.

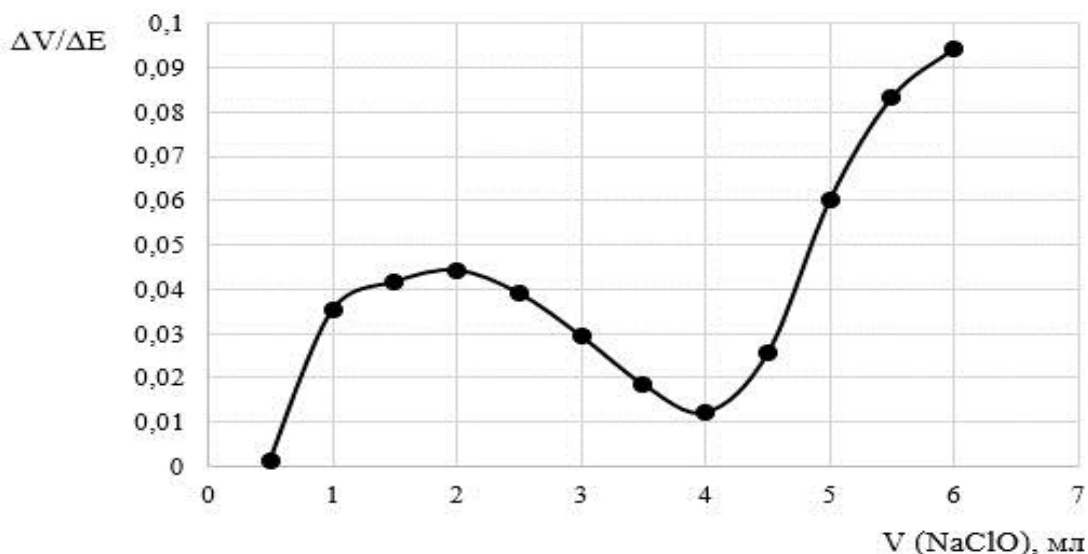


Рисунок 4 – Потенциметрическая кривая по методу Грана

По полученным графикам точку эквивалентности определяли по дифференциальной потенциметрической кривой по первой производной, так как данный график более наглядно показывает объем добавляемой белизны. По графику можно сказать, что нужно добавить 4 мл раствора белизны при следующем окислении бромид-ионов.

Затем проводили повторное окисление бромид-ионов, используя полученный объем раствора белизны при установлении потенциала.

Для определения использовали потенциметрический метод, доводя рН раствора до значения 2, чтобы установить точку эквивалентности.

Для этого брали мерный стакан вместимостью на 400 мл, наливали в него 200 мл модельного водного раствора концентрацией 200 мг/л и помещали на магнитную мешалку. Сверху в стакан опускали три электрода и термодатчик: стеклянный комбинированный электрод был подсоединен к иономеру И-160МИ для определения рН, а платиновый и хлорсеребряный электроды и термодатчик к потенциометру для измерения электрического потенциала. Запускали мешалку и одновременно включали два прибора. Определение вели в кислой среде. Для этого в мерный стакан на 400 мл добавляли несколько капель 3 М раствора серной кислоты, чтобы был рН = 2,05. Затем из бюретки, предварительно промытой дистиллированной водой и заполненной белизной, в мерный стакан добавляли по 1 мл белизны до полного насыщения, пока дальнейшее добавление практически не изменяет потенциал.

После проведения повторного окисления проводили анализ выделившегося брома в воде, для установления степени протекания реакции, чтобы посмотреть какая доля бромид-ионов окислилась до элементного брома. Для этого брали коническую колбу на 250 мл, наливали в нее 15 мл 10 %

водного раствора иодида калия. Затем пипеткой в коническую колбу приливали пипеткой 50 мл бромной воды (водная фаза) и 2 мл раствора крахмала. Содержимое колбы хорошо перемешивали и оттитровывали 0,01 н. раствором тиосульфата натрия до обесцвечивания. Полученный объем тиосульфата натрия, пошедший на титрование, записывали [4].

Потом переходим к самому экстракционному извлечению брома. Экстракцию проводили с помощью органического растворителя. В качестве органического растворителя использовали ТБФ в изооктане (1:9). Экстракцию проводили следующим образом: в коническую шлифованную колбу на 250 мл наливали 100 мл водной фазы и 10 мл органического растворителя. Колбу закрывали сверху и ставили на 20 минут в лабораторный шейкер. После проведения экстракции с помощью титриметрического метода анализа, проводили анализ водной и органической фазы. Анализ водной фазы вели в трех параллелях и определяли следующим образом: в три конические колбы на 250 мл наливали по 15 мл 10 % раствора водного раствора иодида калия. Затем пипеткой в каждую коническую колбу приливали пипеткой 20 мл бромной воды (водная фаза) и 2 мл раствора крахмала. Содержимое колб хорошо перемешивали и оттитровывали 0,01 н. раствором тиосульфата натрия до обесцвечивания. Полученные объемы тиосульфата натрия, пошедшие на титровании, записывали. Анализ органической фазы проводили следующим образом: органическую фазу 10 мл оттитровывали 0,01 н. раствором тиосульфата натрия до обесцвечивания. Полученный объем тиосульфата натрия, пошедший на титрование, записывали [4, 5].

В результате, можно сказать, что данные методики позволяют провести экстракционное извлечение брома из модельного водного раствора, это дает возможность в дальнейшем применить их при извлечении брома из пластовой воды, имеющей сложный многокомпонентный состав.

Список литературы

6. Гамбург, Ю.Д. Химическая термодинамика [Текст] : учебное пособие / Ю.Д. Гамбург. – Москва : Лаборатория знаний, 2016. – 237 с.
7. Ксензенко, В.И. Химия и технология брома, йода и их соединений [Текст] : учебное пособие / В.И. Ксензенко. – Москва : Химия, 1995. – 432 с.
8. Лысова, С.С. Потенциометрия. Потенциометрическое титрование [Текст] : учебное пособие / С.С. Лысова, Т.А. Скрипникова, Ю.Э. Зевацкий. – Санкт-Петербург : ФГБОУВО «СПбГУПТД», 2017. – 62 с.
9. Полянский, Н.Г. Аналитическая химия брома [Текст] : учебное пособие для вузов / Н.Г. Полянский. – Москва : Наука, 1980. – 247 с.
10. Селезнев, К. А. Количественный анализ [Текст] : учебное пособие для вузов / К.А. Селезнев. – Москва : Медгиз, 1949. – 180 с.

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ЭКСТРАКЦИОННОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ БРОМА ИЗ МОДЕЛЬНОГО ВОДНОГО РАСТВОРА

Кувшинова Е.В., Пономарева П.А.

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

В данной статье представлена принципиальная схема экстракционного извлечения брома из модельного водного раствора. Описаны ключевые этапы процесса и преимущества данной схемы.

Разработка принципиальной схемы экстракции брома из пластовой воды имеет важное значение для эффективного использования природных ресурсов. Пластовая вода часто содержит бром и различные примеси, что требует оптимизации процессов извлечения. Принципиальная схема позволяет систематизировать процесс экстракции, улучшить его эффективность, снизить затраты и повысить устойчивость к изменениям состава исходных растворов. В условиях растущего спроса на бром такая схема играет ключевую роль в рационализации переработки и повышении экономической целесообразности данного процесса.

Для упрощенного представления экспериментального процесса экстракционного извлечения брома из модельного водного раствора составлена блок-схема. Она отражает последовательность действий, начиная с приготовления модельного раствора бромида калия и заканчивая анализом водной и органической фазы. На рисунке 1 представлена принципиальная схема экстракционного извлечения элементного брома.

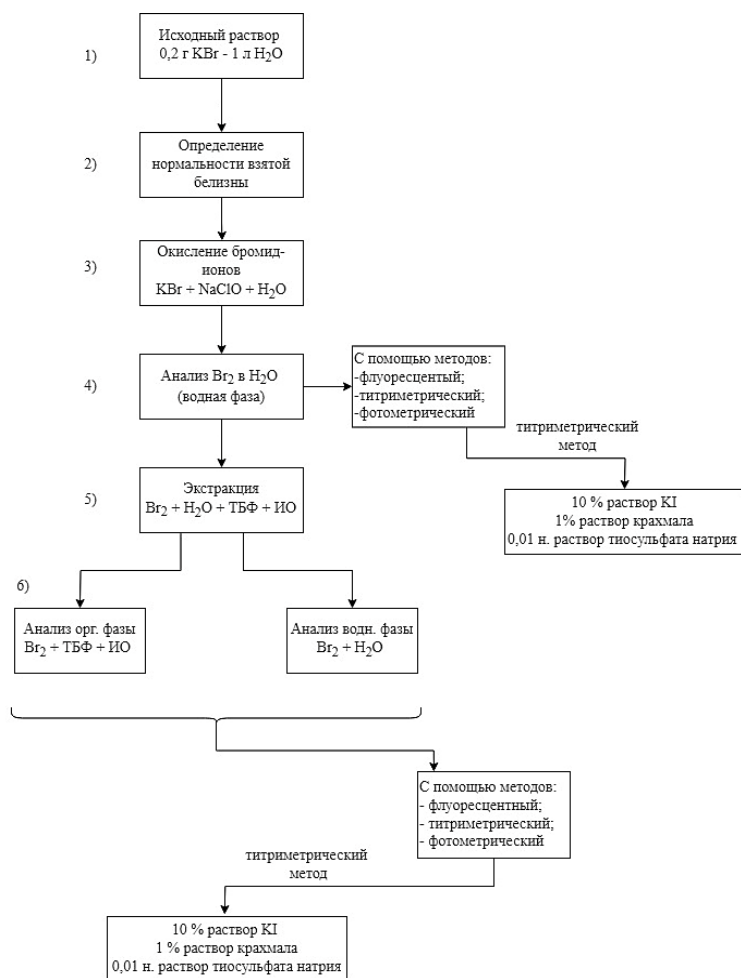


Рисунок 1 – Блок-схема экстракционного извлечения брома

Представленная схема разделена на 4 этапа. На первом этапе приготавливали модельный водный раствор концентрацией 200 мг/л в колбе на 1 л. Для этого на аналитических весах с точностью до четвертого знака взвешивали 0,2029 г навески бромида калия и переносили в колбу на 1 л, перемешивали и доводили до метки дистиллированной водой.

На втором этапе определяли нормальность гипохлорита натрия (белизна) чтобы в дальнейшем провести окисление бромид-ионов. Для определения нормальности использовали 0,1 н. раствор серной кислоты, сыпучую навеску иодида калия и белизну. Определение вели в трех параллелях и содержимое колб в дальнейшем оттитровывали 0,1 н. раствором тиосульфата натрия до обесцвечивания. Полученные объемы тиосульфата натрия, пошедшие на титровании, записывали.

На третьем этапе проводили окисление бромид-ионов. Окисление проводили два раза. Сначала выполняли окисление бромид-ионов для определения потенциала точки эквивалентности с последующим построением потенциометрических кривых и определением по графику объема добавляемой белизны. Определение вели на приборах иономер И-160МИ и потенциометр. По полученным значениям потенциалов затем строили потенциометрические кривые титрования, по которым определяли точку эквивалентности [1, 2].

Различают следующие методы построения потенциометрических кривых титрования: метод построения интегральной потенциометрической кривой, метод построения дифференциальной потенциометрической кривой и расчетно-графический метод, то есть метод Грана. Самым наглядным графиком являлся дифференциальная потенциометрическая кривая первой производной, по которой находили объем раствора гипохлорита натрия (белизна) [3].

Потом проводили повторное окисление бромид-ионов, используя полученный объем белизны при определении потенциала. Определение вели на приборах иономер И-160МИ и потенциометр. По полученным значениям потенциалов графики повторно не строили.

На четвертом этапе проводили анализ выделившегося брома в воде, для установления степени протекания реакции, чтобы посмотреть какая доля бромид-ионов окислилась до элементарного брома используя титриметрического метода анализа. Для проведения окисления использовали 10 % водный раствор иодида калия, бромную воду (водная фаза) и 1 % раствор крахмала. Содержимое колбы затем оттитровывали 0,01 н. раствором тиосульфата натрия до обесцвечивания [4].

На пятом этапе проводили экстракционное извлечение брома. Экстракцию проводили с помощью органического растворителя. В качестве органического растворителя использовали ТБФ в изооктане (1:9).

На шестом этапе проводили анализ водной и органической фазы с помощью титриметрического метода анализа. Анализ водной фазы вели в трех параллелях и содержимое колб затем хорошо перемешивали и оттитровывали 0,01 н. раствором тиосульфата натрия до обесцвечивания. Полученные объемы тиосульфата натрия, пошедшие на титрование, записывали.

Органическую фазу после экстракции оттитровывали 0,01 н. раствором тиосульфата натрия до обесцвечивания. Полученный объем тиосульфата натрия, пошедший на титрование, записывали [4, 5].

Затем по полученным значениям проводили расчет нормальной концентрации для каждого объема аликвоты, чтобы узнать сколько брома осталось до проведения экстракции и сколько после экстракции. А также рассчитывали степень извлечения и коэффициент распределения.

В дальнейшем будем применять данную принципиальную схему для пластовой воды и так же будем применять другие методы анализа: флуоресцентный и фотометрический.

Список литературы

11. Гамбург, Ю.Д. Химическая термодинамика [Текст] : учебное пособие / Ю.Д. Гамбург. – Москва : Лаборатория знаний, 2016. – 237 с.
12. Ксензенко, В.И. Химия и технология брома, йода и их соединений [Текст] : учебное пособие / В.И. Ксензенко. – Москва : Химия, 1995. – 432 с.
13. Лысова, С.С. Потенциометрия. Потенциометрическое титрование [Текст] : учебное пособие / С.С. Лысова, Т.А. Скрипникова, Ю.Э. Зевацкий. – Санкт-Петербург : ФГБОУВО «СПбГУПТД», 2017. – 62 с.

14. Полянский, Н.Г. Аналитическая химия брома [Текст] : учебное пособие для вузов / Н.Г. Полянский. – Москва : Наука, 1980. – 247 с.
15. Селезнев, К. А. Количественный анализ [Текст] : учебное пособие для вузов / К.А. Селезнев. – Москва : Медгиз, 1949. – 180 с.

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ, ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ДИНАТРИЕВЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ЕНОЛОВ

Кунавина Е.А., канд. хим. наук, доцент, Ведьманова В.С.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Динатриевые енолят-ионы относятся к числу классических представителей амбидентных анионов с двумя различными реакционными центрами: углеродом и кислородом, связанными в единую сопряженную систему. Енолят-ионы представляют собой самый важный класс амбидентных анионов, чрезвычайно широко используемых в органическом синтезе, прежде всего для создания новой углерод-углеродной связи в реакциях алкилирования, ацилирования и различных конденсациях [1].

Динатриевые производные енолов (ПДЕ) являются солями, которые образуются в результате депротонирования енолов или енолятов под действием мощных оснований, таких как гидрид натрия (NaH) или амид натрия (NaNH₂). Эти соединения включают два натриевых атома, которые связываются с енольным фрагментом, что делает их сильными нуклеофилами и значимыми интермедиатами в органической химии.

1. Строение динатриевых производных енолов.

Общая формула ПДЕ выглядит следующим образом: R₁R₂C=C(ONa)₂, где R₁ и R₂ представляют собой органические заместители. В структуре ПДЕ присутствует делокализованная π-система, стабилизирующая отрицательный заряд, а также натриевые атомы, способные взаимодействовать с различными лигандами, что влияет на реакционную способность соединения.

Спектроскопические методы, такие как ЯМР и ИК-спектроскопия, позволяют изучать структуру ПДЕ. Например, если в ПМР группы связаны с sp²-гибридным атомом углерода как в енолах, карбоновых кислотах, фенолах и амидах, то протоны разэкранируются и их сигналы оказываются в левой части спектра (δ > 5 м.д.). Особенно сильно разэкранированы енольные и карбоксильные протоны. Вследствие межмолекулярного обмена эти сигналы имеют заметно большую ширину и распознаются по характерному контуру [2].

2. Методы синтеза динатриевых производных енолов.

Еноляты щелочных металлов могут быть получены действием на енолы самих металлов, их алкоголятов или гидроокисей. Окрашенные еноляты тяжелых металлов образуются при обработке енолов соответствующими солями в водном растворе. При взаимодействии енолов с солями тяжелых металлов в спирте происходит образование клешнеобразных соединений, характерные окраски которых позволяют применить эту реакцию для качественного определения енолов [3].

Основным методом синтеза ПДЕ является депротонирование енолов или енолятов сильными основаниями.

Другой метод синтеза включает восстановление кетонов или альдегидов металлическим натрием в жидком аммиаке.

Также ПДЕ могут быть получены путем взаимодействия енолятов с избытком сильных оснований, таких как бутиллитий или литийдиизопропиламид (ЛДА).

3. Реакции с бинуклеофилами.

Бинуклеофилами называются соединения, которые содержат в своем составе два нуклеофильных центра, способные одновременно атаковать электрофильные фрагменты. Реакции ПДЕ с бинуклеофилами представляют особый интерес, так как позволяют создавать сложные циклические структуры.

Реакции с дигалогеналканами. Одним из наиболее распространенных типов реакций ПДЕ с бинуклеофилами является взаимодействие с дигалогеналканами, в результате которого образуются циклические производные.

Реакции с диаминами. ПДЕ также реагируют с диаминами, что приводит к образованию гетероциклических соединений.

Реакции с диолами. Реакции ПДЕ с диолами также представляют интерес для синтеза циклических эфиров.

4. Применение динариевых производных енолов в органическом синтезе.

Как правило, натриевые еноляты используются в качестве интермедиатов для получения различных производных α -, β -, бис- β -оксосистем [4].

ПДЕ нашли применение в синтезе сложных органических молекул, включая природные соединения, лекарственные средства и функциональные материалы. Их способность участвовать в реакциях циклизации делает их ценными реагентами для создания сложных циклических и гетероциклических систем.

Синтез фармацевтических препаратов. ПДЕ используются в синтезе лекарственных средств, таких как антибиотики, противовоспалительные и противоопухолевые препараты. Например, циклопропановые производные, полученные из ПДЕ, обладают биологической активностью и используются в медицине.

Синтез гетероциклов. Они используются для получения пирролов, фуранов и других гетероциклических соединений.

Синтез природных соединений. ПДЕ применяются в синтезе природных соединений, таких как терпены, алкалоиды и стероиды. Их способность участвовать в реакциях циклизации позволяет создавать сложные структуры, характерные для природных молекул.

Синтез функциональных материалов. ПДЕ также используются в синтезе различных материалов, таких как жидкие кристаллы и полимеры. Благодаря их высокой реакционной способности есть возможность создавать материалы с заданными свойствами.

Катализ. Динатриевые производные енолов могут выступать в качестве лигандов в каталитических системах.

5. Биологическая активность.

Часть производных енолов обладают биологической активностью:

Антимикробная активность. Некоторые динатриевые производные енолов проявляют активность против грамположительных и грамотрицательных бактерий.

Противовоспалительное действие. Эти соединения могут ингибировать ферменты, участвующие в воспалительных процессах, такие как циклооксигеназа.

Антиоксидантные свойства. Благодаря наличию электронодонорных групп, они способны нейтрализовать свободные радикалы.

Таким образом, динатриевые производные енолов представляют собой важный класс соединений, которые находят применение в различных областях и отраслях. Они являются востребованными реагентами в органическом синтезе из-за их уникальных химических свойств, таких как высокая нуклеофильность и способность к стабилизации карбанионов.

Кроме того, их потенциальная биологическая активность открывает новые перспективы для разработки лекарственных препаратов. Дальнейшие исследования в данной области могут привести к открытию новых соединений и областей их применения.

Список литературы

1 Реутов, О.А. Органическая химия: в 4 ч. Ч. 3 / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. – 3-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 544 с.

2 Кириллова, Е.А. Методы спектрального анализа: учебное пособие / Е. А. Кириллова, В. С. Маряхина; Оренбург. гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2013. – 105 с.

3 Краткая химическая энциклопедия : в 5 т. Т. 1 / Под ред.: И.Л. Кнунянца [и др.]. – М.: Советская энциклопедия, 1961–1967. – 1262 с.

4 Мозгунова, Е.М. Синтез и особенности строения натриевых енолятов и эфиров 2, 4, 6, 7, 9-пентаоксодекановой кислоты / Е.М. Мозгунова, П.П. Муковоз, В.О. Козьминых // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2010. – №4. – С.123 – 127.

СВОЙСТВА ОРГАНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ЛАНТАНА

Кунавина Е.А., канд. хим. наук, доцент, Сиднев К.Д.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Органические комплексы лантана представляют собой соединения, в которых ион лантана координирован с органическими лигандами. Данные соединения часто применяют в медицине и косметологии благодаря их бактерицидным, противовоспалительным и ранозаживляющим свойствам.

Свойства органических комплексов лантана:

- противовоспалительные (ионы лантана способны блокировать высвобождение нейротрансмиттеров и уменьшать выброс гистамина, что снижает воспалительные процессы в коже);
- бактерицидные и антимикробные свойства (проявляют активность против патогенных микроорганизмов и грибков);
- ранозаживляющее действие (ускоряют заживление ран, ожогов и других повреждений кожи, способствуют её регенерации) [5];
- детоксикация кожи (способность лантана образовывать комплексы с различными органическими лигандами способствует выведению токсинов и тяжелых металлов из организма).

Комплексы лантана обладают высокой стабильностью, связанной с крупным ионом La^{3+} , обладающим низкой поляризуемостью, что позволяет ему образовывать связи с различными лигандами (карбоксильными, фосфорсодержащими, азотсодержащими). Комплексы лантана обладают некоторыми характерными для них химическими свойствами [1]:

- гибкость координации (лантан обладает КЧ от 6 до 12, что даёт возможность связываться ему с крупными многофункциональными лигандами);
- слабая ковалентность (связь между ионом лантана и лигандами преимущественно ионного характера, что делает синтез и модификацию комплексов лантана легче) [1].

Также, комплексы лантана с органическими соединениями имеют ярко выраженные люминесцентные свойства, что обусловлено эффективной передачей энергии от лиганда к центральному иону и низкой степенью самовозбуждения. В связи с этим органические комплексы лантана часто применяют в роли оптических сенсоров и меток, а также как материалы для люминесцентных ламп и дисплеев [6].

Хотя лантан не обладает парамагнитными свойствами, но его комплексы с некоторыми органическими лигандами могут проявлять уникальные магнитные эффекты, это характеризуется возможностью модулирования магнитных характеристик за счёт изменения состава лигандов [4].

Комплексы лантана могут выступать в роли катализаторов в органическом синтезе (реакции полимеризации, окисления и гидрирования). Ион La^{3+} может активировать субстраты благодаря высокой способности к образованию координационных связей. К особенностям каталитического применения относятся: высокая активность в мягких условиях и селективность к определённым реакциям.

Биологические свойства комплексов лантана с органическими лигандами различны и имеют высокую перспективу развития. Они проявляют противовоспалительные, антимикробные и ранозаживляющие действия. Это обусловлено способностью комплексов лантана взаимодействовать с нуклеиновыми кислотами и белками.

Физические свойства комплексов лантана с органическими лигандами:

- кристаллическая структура (они чаще всего образуют кристаллы с высокой степенью упорядоченности. Это связано с размером иона лантана и его способностью к координации с несколькими лигандами) [2];

- лантановые комплексы в большинстве случаев имеют трехмерную структуру с большим количеством пустот [2];

- установлено, что структура самого комплекса определяется природой лиганда (комплексы азот- и фосфорсодержащими лигандами – сетчатые или линейные, в то время, как β -дикетоны образуют циклическую структуру);

- растворимость зависит от природы лиганда: полярные лиганды (производные карбоксильных кислот) делают комплекс растворимым в воде, неполярные (β -дикетоны) дают растворимость комплексу в органических растворителях таких, как толуол, хлороформ, ДМСО и т.д.;

- что касается термической устойчивости комплексов лантана с органическими лигандами, они имеют весьма высокую температуру плавления и устойчивы в основном вплоть до 275°C (например, комплекс трис(1-метокси-1-оксо-1,4-пентадионат)лантана имеет температуру плавления больше 287°C), если лиганд обладает большим количеством функциональных групп, то образуются термостойкие соединения, которые применяют в качестве термостойких покрытий [3];

- оптические свойства (некоторые комплексы обладают высокой прозрачностью в УФ и эффективным поглощением в видимой области спектра при возбуждении).

В заключении можно отметить, что большинство физических, химических, физико-химических и биологических свойств комплексных соединений лантана с органическими лигандами определяется природой комплексообразующего металла (La^{3+}) и специфичностью его свойств, лишь некоторые свойства (такие, как растворимость и строение структуры комплекса) зависят от природы и структуры органического лиганда. Данные комплексы благодаря своим уникальным свойствам могут применяться как в медицине (антисептическое действие, ранозаживляющие действие), так и в химической технологии (катализ реакций). Благодаря высокой термостойкости соединений возможно создание термостойких покрытий на основе комплексов.

Из-за люминесцентных свойств органических комплексов лантана возможно их применение в качестве маркеров.

Список литературы

1. Закирова, Н.Р. Синтез, строение и свойства координационных соединений лантана(III) и неодима(III) с производными 2-(1H-бензимидазол-1-ил)ацетогидразида: статья / Д.Р. Меметов, Е.А. Сарнит, М.Ю. Баевский // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского Серия «Биология, химия», 2015. – Т. 1, № 3. – С. 114 – 124.

2. Галанцев, Ф.В. Комплекс лантана с неридроновой кислотой: и свойства: статья / Д.В. Дробот, П.В. Дороватовский, В.Н. Хрусталева // Тонкие химические технологии, 2019. – Т. 14, № 2. – С. 70 – 77.

3. Бобровникова, А.А. Кристаллические структуры и физико-химические свойства комплексов лантаноидов с гексаметилфосфортриамидом: статья / Э.С. Татарина // Ползуновский вестник, 2013. – № 1. – С. 26 – 30.

4. Исакова, И.В. Тетра(изотиоцианато)диамминхроматы(III) комплексов лантана(III) с органическими лигандами: синтез и физико-химическое исследование: статья / И.В. Исакова // Вестник Кузбасского государственного технического университета, 2010. – С. 118 – 120.

5. Королевцев, А. Свойства наноструктурированных нитратов лантана и церия и их перспективное применение в качестве ранозаживляющих средств: статья / Е. Мамаева, М. Наумов // Ветеринария сельскохозяйственных животных, 2021. – № 9.

6. Шульгин, В.Ф. Молекулярное строение биядерного комплекса лантана с сукцинилдигидразоном 1-фенил-3-метил-4-формилпиразолона-5: статья / З.З. Бекирова, О.В. Конник, Г.Г. Александров, И.Л. Еременко // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского Серия «Биология, химия», 2011. – Т. 24, № 1. – С. 220 – 224.

ИЗМЕНЕНИЯ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЧАСТИЦ ПРИРОДНЫХ ПОЛИМИНЕРАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ В СВЧ-ПОЛЕ

Кушнарёва О. П.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Свойства и функционирование дисперсных систем в различных природных и технологических процессах во многом определяется морфологическими характеристиками частиц, а именно их формой, размерами и микрорельефом поверхности.

Изучение морфологии частиц необходимо при идентификации материалов и прогнозировании их технологических свойств [1].

Анализ и обработка оптических изображений дает возможность охарактеризовать морфологию частиц, а также изучить их структурные изменения при различных воздействиях. Несомненное достоинство этого метода заключается в том, что, будучи неразрушающим, он является наглядным, быстрым и достаточно информативным.

Основная информация, получаемая при обработке оптических изображений, состоит в установлении эффективных диаметров, определении фрактальных размерностей и нахождении координат RGB-профиля (R – red (красный), G – green (зеленый), B – blue (голубой)), а также коэффициентов отражения. Комплексная обработка полученных сведений позволяет провести оценку процессов, происходящих в дисперсных системах под влиянием СВЧ-поля.

Целью настоящего исследования является изучение эволюционных изменений морфологических характеристик частиц природных глинистых материалов при их обработке в СВЧ-поле.

В качестве объектов исследования были выбраны порошки монтмориллонитовой и полиминеральной глины Оренбургского месторождения, частицы полиминерального комплекса Халиловского месторождения (ЮУГК), а также химически чистый диоксид титана, взятый в качестве материала сравнения. В таблицах 1-3 приведены сведения о химических и фазовых составах изучаемых образцов [2,3, 4].

Таблица 1 – Химический состав диоксида титана

Соединение	TiO ₂	F	V ₂ O ₅	MgO	BaO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	La ₂ O ₃
Содержание, %	96,77	1,71	1,09	0,11	0,09	0,08	0,06	0,03

Фазовый состав диоксида титана в основном представлен рутилом, полиморфной модификацией в которой каждый атом титана окружен шестью атомами кислорода, располагающимися приблизительно в вершинах

правильного октаэдра, а каждый атом кислорода окружен тремя атомами титана.

Таблица 2 – Химический состав природных частиц образцов, масс. %

Компонент	п.п.п.	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O
Монтмориллонитовая глина	7,08	55,90	9,51	0,86	18,63	0,72	2,05	1,90	3,24
Полиминеральная глина	11,2	54,74	9,7	0,53	19,13	0,78	0,63	0,76	2,35
ЮУГК	9,84	49,09	8,74	1,41	34,19	1,43	0,76	0,26	2,16

Таблица 3 – Фазовый состав природных образцов

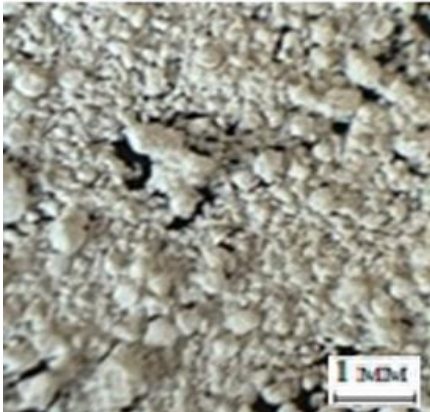







Фаза	Формула	Объемная доля, %
Монтмориллонитовая глина		
Монтмориллонит	Al ₂ [OH] ₂ {Si ₄ O ₁₀ }·mH ₂ O	50
α-тридимит	SiO ₂	10
β-кварц	SiO ₂	15
Корунд	α-Al ₂ O ₃	5
Алюмосиликат	Al ₂ O ₃ !SiO ₂	10
Оксиды железа	Fe ₂ O ₃ , Fe ₃ O ₄ , FeO	10
Полиминеральная глина		
β-кварц,	SiO ₂	50
Монтмориллонит	Al ₂ [OH] ₂ {Si ₄ O ₁₀ }·mH ₂ O	17
Каолинит,	Al ₂ [OH] ₄ {Si ₂ O ₅ }	13
α- корунд,	Al ₂ O ₃	8
Оксиды железа	Fe ₂ O ₃ , Fe ₃ O ₄ , FeO	12
ЮУГК		
Клинохлор	Mg _{4,8} Fe _{0,92} Al _{0,25} {Si _{2,83} Al _{1,17} O ₁₀ }[OH] ₈	46
Монтмориллонит	Al ₂ [OH] ₂ {Si ₄ O ₁₀ }·mH ₂ O	15
β-кварц	SiO ₂	15
Периклаз	MgO	7
α-кварц	α-Al ₂ O ₃	5
Гематит	Fe ₃ O ₄	6
Кальцит	CaCO ₃	6

Анализируя фазовый состав исследуемых глин, можно отметить то, что все они содержат монтмориллонит, β-кварц и оксиды железа.

Воздействие СВЧ-поля происходило в воздушной среде в течение 10 минут, мощность печи составляла 800 Вт. Изменения морфологии частиц изучаемых образцов проводили методом оптической микроскопии с обработкой полученных изображений посредством свободно распространяемого программного обеспечения ImageJ [4,5].

Изображения исходных нативных образцов и после СВЧ-обработки показаны в таблице 4, снимки сделаны при 20-кратном увеличении.

Таблица 4 – Исследуемые образцы до и после СВЧ-обработки

Образец	Исходные образцы	После СВЧ-обработки
Диоксид титана		
Монтмориллонитовая глина		
Полиминеральная глина		
Глина ЮУГК		

В таблице 5 обобщены данные, полученные при анализе исходных и обработанных в СВЧ-поле образцов.

Таблица 5 – Морфологические характеристики образцов

Образец	Средний диаметр частицы, мкм	Фрактальная размерность, D_s ср	Коэффициент отражения, отн.ед.
Диоксид титана			
Исходный	169,3	1,8060±0,0173	0,61
После обработки СВЧ-полем	178,5	1,7129±0,0273	0,75
Монтмориллонитовая глина			
Исходный	197,5	1,8142±0,0210	0,51
После обработки СВЧ-полем	249,2	1,8056±0,0240	0,62
Полиминеральная глина			
Исходный	199,5	1,600 ± 0,024	0,23
После обработки СВЧ-полем	345,6	1,627 ± 0,024	0,28
Полиминеральный комплекс ЮУГК			
Исходный	197,5	1,7317±0,0126	0,52
После обработки СВЧ-полем	344,4	1,8403±0,0247	0,51

Анализируя полученные результаты, можно отметить следующее:

- для всех образцов наблюдается увеличение диаметров частиц, в большей степени это произошло для частиц, отобранных в Халиловском месторождении (ЮУГК) (на 74,4%) и для частиц полиминеральной глины (73%); наименьшее увеличение отмечено для частиц диоксида титана (на 5,5%);
- коэффициент отражения, опосредованно характеризующий состояние поверхности частиц, возрастает после СВЧ-обработки для всех образцов, кроме частиц полиминерального комплекса Халиловского месторождения;
- для образцов диоксида титана и монтмориллонитовой глины наблюдается незначительное уменьшение фрактальной размерности; у полиминеральной глины и образца полиминерального комплекса Халиловского месторождения отмечается увеличение этого параметра, что свидетельствует об агломерации и уплотнении частиц.

Модифицирование частиц монтмориллонит содержащей глины влияет на их морфологию: увеличиваются размеры частиц за счет агломерации, но при этом заметной разницы в качестве их поверхностей нет.

Автор выражает благодарность профессору кафедры химии Каныгиной О.Н. за помощь в работе над статьей.

Список литературы

1. Касмамытов, Н. К. Морфологические исследования состава и структуры ультрадисперсной керамической массы / Н. К. Касмамытов, Э. М. Кыдыралиев, А. Н. Айтимбетова // Наука и инновационные технологии. – 2019. – № 2(11). – С. 91-95.
2. Каныгина, О. Н. Высокотемпературные фазовые превращения в железосодержащих глинах Оренбуржья / О. Н. Каныгина, А. Г. Четверикова, Д. А. Лазарев, Е. В. Сальникова // Вестник Оренбургского государственного университета, 2010. – № 6. – С. 113 – 118.
3. Заришняк, А.В. Влияние способов модифицирования на морфологию частиц / А. В. Заришняк, В. Л. Роговая, К. М. Хусаинова [и др.] // Теория и практика инновационных исследований в области естественных наук : Сборник материалов конференции, Оренбург, 24–25 апреля 2024 года. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2024. – С. 69-72
4. О. Н. Каныгина, М. М. Филяк, А. Г. Четверикова. Математическое описание мезоструктуры дисперсных глинистых порошков / // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всероссийской научно-методической конференции, Оренбург, 01–03 февраля 2017 года / Оренбургский государственный университет. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2017. – С. 1742-1746.
5. Каныгина, О. Н. О возможности применения цветовых параметров в качестве меток при анализе структурных изменений в глинах / О. Н. Каныгина, О. П. Кушнарева // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всерос. науч.-метод. конф. (с междунар. участием), Оренбург, ОГУ, 2022. - . - С. 4156-4163.
6. Филяк, М. М. Фрактальный формализм в применении к анализу СВЧ-модификации нативной глины / М. М. Филяк, А. Г. Четверикова, О. Н. Каныгина, Л. С. Багдасарян // Конденсированные среды и межфазные границы. – Т. 18. – № 4. – С. 578-585
7. О. Н. Каныгина, А. Г. Четверикова, А. Х. Кулеева / Моделирование эволюции мезоструктуры глин Оренбуржья при тепловых процессах / Современные информационные технологии в науке, образовании и практике, Оренбург, 30 - 31 января 2009 года / Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Оренбургский государственный университет. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2009. – С. 264-269.

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА КРАСНОГО ВИНА ПО НЕКОТОРЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Кушнарёва О. П., Воронкова Д.С.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Вино – это напиток, полученный исключительно путём частичного или полного спиртового брожения свежего винограда, дроблёного/недроблёного, или виноградного сусла. С химической точки зрения, вина представляют собой водный раствор этилового спирта (от 7,5 % до 18 %) с сахаром и ещё более 400 компонентами [1].

На потребительском рынке России вино является достаточно популярным продуктом. В нем содержится большое количество различных веществ, а его потребление в небольших количествах оказывает благоприятное влияние на организм человека.

В вине идентифицировано более пятидесяти органических кислот, основными среди которых являются: винная, яблочная, янтарная, молочная, метил-яблочная, лимонно-яблочная, диметилглицериновая, лимонная, щавелевая, галактурононовая, уксусная [1]. Органические кислоты образуются в винограде при созревании, а также синтезируются дрожжами в процессе спиртового брожения сусла.

Углеводы в вине представлены в основном моносахарами (глюкоза, фруктоза) и их количественное содержание зависит от типа вина. Углеводы участвуют в формировании вкуса вина и при взаимодействии с другими компонентами обуславливают окраску и образуют характерный букет.

Определение кислотности вина и содержания сахаров в нем позволяет охарактеризовать качество вина. Это является целью нашей работы, которая проводилась в рамках выполнения лабораторного практикума по дисциплине «Анализ пищевого сырья».

В качестве объектов исследования были выбраны три образца красного полусладкого вина из винограда сорта «Изабелла». Два образца были приобретены в торговой сети «Совин» г. Оренбург: №1 «Изабелла красная» (ООО «Вилаш-КВШ», Россия, Ленинградская обл.) и №2 «Изабельное» (ООО «Таманская винная компания – Кубань», Россия, Краснодарский край). Образец №3 – вино домашнего производства.

Определение активной кислотности осуществляли с помощью иономера И-160 МИ. Определение массовой концентрации титруемых кислот проводили методом щелочного титрования с применением индикатора, согласно ГОСТ 32114–2013 «Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Методы определения массовой концентрации титруемых кислот» [2]. Определение массовой доли летучих кислот проводили методом щелочного титрования винного дистиллята щелочью с применением индикатора, согласно ГОСТ

32001–2012 «Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Метод определения массовой концентрации летучих кислот» [3].

Определение содержания сахаров проводили методом прямого титрования раствора Фелинга испытуемыми растворами вин до полного восстановления окиси меди в закись, согласно ГОСТ 13192–73 «Вина, виноматериалы и коньяки. Метод определения сахаров» [4].

Результаты определения активной кислотности (рН) вин представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Определение активной кислотности (рН) вин

Образец	рН
№ 1	3,0
№ 2	3,1
№ 3	3,7

Согласно нормативным требованиям рН вин должен иметь значения от 3 до 4 единиц. По результатам определения активной кислотности (рН) образцов вин можно сделать вывод о том, что полученные значения для каждого из них оказались в пределах нормы.

Результаты измерений титруемой кислотности вин приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Определение титруемой кислотности вин

Образец	Объем щелочи, израсходованной на титрование, мл	Титруемая кислотность, г/л
№ 1	7,0	5,20
№ 2	8,3	6,20
№ 3	10,7	8,00

Для тихих вин нормы содержания титруемых кислот находятся в пределах от 3 г/л до 8 г/л. По результатам определения титруемой кислотности исследуемых образцов можно сказать о том, что полученные значения для каждого из исследуемых образцов оказались в пределах нормы.

Результаты измерений летучей кислотности вин сведены в таблицу 3.

Таблица 3 – Определение летучей кислотности вин

Образец	Объем щелочи, израсходованной на титрование, мл	Летучая кислотность, г/л
№ 1	0,4	2,40
№ 2	0,3	1,80
№ 3	0,2	1,20

Для красных вин нормы содержания летучих кислот составляют до 1,75 г/л. По результатам определения летучей кислотности исследуемых образцов можно сказать о том, что в образцах №1 и №2 значение массовой доли летучих

кислот превышает норму на 0,65 г/л и 0,05 г/л соответственно. Для образца №3 содержание летучих кислот не выходит за пределы нормы.

Данные по определению содержания сахаров в винах представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Определение содержания сахаров в винах

Образец	Объем испытуемого раствора, израсходованного на титрование, мл	Содержание сахаров, %
№ 1	28,4	3,63
№ 2	29,1	3,54
№ 3	25,4	4,00

Для красных полусладких вин нормы содержания сахаров находятся в пределе от 1,8 % до 4,5 %. По результатам определения сахаров в исследуемых образцах можно сказать о том, что полученные значения для каждого из исследуемых образцов оказались в пределах нормы.

Таким образом, для образца №1 значение активной кислотности (рН) и титруемой кислотности колеблются в пределах нормы и составляют 3,0 г/л и 5,2 г/л соответственно. В тоже время содержание летучих кислот в исследуемом образце выходит за пределы нормы на 0,65 г/л и составляет 2,4 г/л, что может свидетельствовать о микробиальных заболеваниях вина. Содержание сахаров составляет 3,63 %.

Для образца №2 значение активной кислотности (рН) и титруемой кислотности колеблются в пределах нормы и составляют 3,1 г/л и 6,2 г/л соответственно. Однако, содержание летучих кислот в исследуемом образце, также как и для образца №1, выходит за пределы нормы на 0,05 г/л и составляет 1,8 г/л. Т.к. отклонение незначительно, можно предположить, что это может быть связано с погрешностью метода определения или ошибкой экспериментатора. Содержание сахаров составляет 3,54 %.

Для образца №3, произведенного в домашних условиях, значение активной кислотности (рН) и титруемой кислотности колеблются в пределах нормы и составляют 3,7 г/л и 8,0 г/л соответственно. Значение летучей кислотности за пределы нормы не выходит и составляет 1,2 г/л. Содержание сахаров составляет 4,00 %.

Показатели активной кислотности, также как и титруемой кислотности вин, находятся в пределах нормы для всех трех образцов. Показатели летучей кислотности не выходят за пределы нормы только для образца №3, являющимся продуктом собственного производства. Для образцов №1 и №2 показатели летучей кислотности завышены.

Содержание сахаров для всех трех образцов находятся в пределах нормы для полусладких вин.

Так как вино считается популярным продуктом на потребительском рынке России, то необходимо тщательно следить за качеством продукции, поступающей на полки российских магазинов, чтобы избежать негативного влияния некачественной продукции на организм человека.

Список литературы

1. Большая российская энциклопедия. Том 5. — М., 2006. — С. 343—347.
2. ГОСТ 32114–2013 «Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Методы определения массовой концентрации титруемых кислот». – Введ. 2014–07–01. – Москва: Стандартинформ, 2013 год. – 14 с.
3. ГОСТ 32001–2012 «Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Метод определения массовой концентрации летучих кислот». – Введ. 2014–07–01. – Москва: Стандартинформ, 2012 год. – 9 с.
4. ГОСТ 13192–73 «Вина, виноматериалы и коньяки. Метод определения сахаров». - Введ. 1975–01–01. – Москва: Госстандарт СССР, 1973 год. – 11 с.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПШЕНИЧНОЙ И РЖАНОЙ МУКИ П ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Кушнарера О. П., Кувшинова Е.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Мука используется как основной компонент в хлебобулочном, макаронном и кондитерском производствах. Чтобы получить продукцию высокого качества необходимо, в первую очередь, использовать муку с оптимальными характеристиками и свойствами. Важными показателями качества муки, определяющими её сортность, являются содержание в ней клейковины и зольность. Влажность муки обуславливает ее сохранность в течение длительного времени без ухудшения качества. Хлебопекарные свойства, такие как сахаробразующая способность, определяются амилолитической активностью муки [1].

Исследование и оценка свойств пшеничной и ржаной муки по некоторым физико-химическим показателям позволяет охарактеризовать качество хлебопекарного сырья. Это является целью нашей работы, которая проводилась в рамках выполнения лабораторного практикума по дисциплине «Анализ пищевого сырья» в лаборатории кафедры химии.

Для анализа в роли объектов исследования были выбраны два разных вида муки: пшеничная мука «Увелка» высшего сорта и ржаная мука «С.Пудовъ» хлебопекарная обдирная. Образцы приобретались в торговых объектах г. Оренбурга.

Проведение анализов выполнялось по стандартным методикам, обработка результатов выполнена с использованием математических методов.

Массовую долю влаги муки определяют стандартным методом по ГОСТ 9404 – 88 [2] в электрическом сушильном шкафу. Сущность метода заключается в обезвоживании муки и отрубей в воздушно-тепловом шкафу при фиксированных параметрах температуры и продолжительности сушки.

Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Влажность образцов

Образец	Пшеничная мука	Ржаная мука
Влажность, %	13,9	12,2

Нормы по показателю влажности для хлебопекарной муки составляют от 12 % до 15 %. Полученные нами значения им соответствуют. При допустимом уровне влажности в муке снижается активность собственных гидrolитических ферментов и замедляется развитие микрофлоры.

Определение зольности осуществляют по ГОСТ 27494 – 87 [3]. Сущность метода заключается в сжигании муки и отрубей с последующим определением массы несгораемого остатка. Результаты показаны в таблице 2.

Таблица 2 – Зольность образцов

Образец	Пшеничная мука	Ржаная мука
Зольность, %	1,16	1,71

Для пшеничной муки в зависимости от сорта зольность обычно составляет от 0,5 % до 1,3 %. У нашего образца зольность соответствует второму сорту. Для ржаной муки этот показатель должен быть в пределах от 1,5 % до 2,5 %. Полученные нами значения соответствует этим нормам.

Зольность муки характеризует содержание минеральных веществ. Этот показатель обуславливает цвет муки, ее пищевую ценность. Из муки с высокой зольностью получается более темный хлеб с грубой текстурой.

Клейковина - комплекс белковых веществ, способных при набухании в воде образовывать связанную эластичную массу, её содержание определяют опытным путем в соответствии с [4]. Сущность метода заключается в выделении сырой клейковины из теста, замешанного из муки и воды и прошедшего отлежку в воде для гидратации и образования внутри- и межмолекулярных связей в веществах, образующих клейковину (главным образом, белках – глиадине и глютенине), с последующим отмыванием рабочим органом механизированного устройства (механизированный способ) или ладонями (ручной способ) с помощью воды, удаляющей водорастворимые вещества из теста, а также крахмал и отруби. Полученную клейковину взвешивают и рассчитывают процентное содержание сырой клейковины относительно массы анализируемой пробы муки.

Количество клейковины определяли в пшеничной и ржаной муке. В основном клейковина как показатель качества не применяется для ржаной муки из-за ее уникального состава и особенностей взаимодействия компонентов. Данные по содержанию клейковины в исследуемых образцах представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Содержание клейковины в образцах муки

Образец	Пшеничная мука	Ржаная мука
Клейковина, %	28,28	2,56

Особенности белкового состава ржаной муки связаны с тем, что белки ржи (проламины и глютелины) отличаются от белков пшеницы (глиадин и глютенина), которые способны формировать клейковинный каркас. В ржаной муке отсутствуют соединения, которые образуют плотную и упругую клейковину. Это связано с тем, что белки ржи растворимы в воде и не образуют связной упругой массы при взаимодействии с жидкостью.

Для пшеничной муки высшего сорта клейковина обычно составляет не менее 28 %. Наше полученное значение 28,28 % соответствует нормам для пшеничной муки высшего сорта. Для ржаной муки клейковина обычно составляет от 1 % до 3 %. Полученное нами значение 2,56 % соответствует нормам для ржаной хлебопекарной обдирной муки.

Колориметрическое определения активности амилолитических ферментов состоит в измерении интенсивности окраски реакционной смеси при добавлении раствора йода [5]. Фермент осуществляет расщепление субстрата — крахмала. В ходе реакции через определенные интервалы времени аликвоты реакционной смеси добавляют к раствору йода. Снижение интенсивности окраски при увеличении времени реакции характеризует ферментную активность.

Результаты определения суммарной амилолитической активности образцов приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Активность амилолитических ферментов

Образец	Пшеничная мука	Ржаная мука
Активность, ед/г·час	0,825	0,842

Для пшеничной муки высшего сорта нормы по этому показателю составляют от 0,5 до 1,5. Наш полученный результат 0,825 соответствует нормативным значениям. Амилолитическая активность образца ржаной муки нормы также соответствует нормативу (от 0,8 до 1,5) – получено значение 0,842.

Таким образом, по результатам проведенного сравнительного анализа пшеничной и ржаной муки по таким показателям качества, как влажность, зольность, содержание клейковины, амилолитическая активность исследуемые образцы соответствуют стандартам, что свидетельствует о хорошем качестве сырья.

Список литературы

1 Носова, М. В. Исследования хлебопекарных свойств муки ржаной хлебопекарной обдирной, поставляемой на хлебопекарные предприятия РФ / М. В. Носова, Г. Ф. Дремучева // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2023. – № 1. – С. 69-82.

2 ГОСТ 9404 – 88. Мука и отруби. Метод определения влажности. – Введ. 1990 – 01 – 01. Москва: Изд-во стандартов, 2007. – 20 с

3 ГОСТ 27494 – 87. Мука и отруби. Методы определения зольности. – Введ. 1989 – 01 – 01. Москва: Изд-во стандартов, 2007. – 27 с.

4 ГОСТ 27839 – 88. Мука пшеничная. Методы определения количества клейковины. – Введ. 1990 – 01 – 01. Москва: Изд-во стандартов, 2007. – 19 с.

5 ГОСТ Р 51228-98 Зерно и зерновые продукты. Колориметрический метод определения активности альфа-амилазы. – Введ. 1 июля 1999 г. Москва: Изд-во стандартов, 2007. – 11 с.

6 Марков Ю.Ф., Ересько Л.Г., Буряк А.Н., Современные методы, средства и нормативы в области оценки качества зерна и зернопродуктов. - Журнал "Хлебопродукты", 2019. № 7. С.23-25

ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ХИМИИ СТУДЕНТАМ ПЕРВОГО КУРСА НЕХИМИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Кушнарёва О. П.

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

«Оренбургский государственный университет»

В современном мире химические знания играют ключевую роль в различных сферах жизни, от медицины и экологии до промышленности и технологий. Для студентов инженерных специальностей понимание основ химии становится неотъемлемой частью их образования и профессиональной подготовки. Химия является основой многих инженерных дисциплин. Специалистам в строительстве, транспорте, электроэнергетике, машиностроении, пищевой промышленности совершенно необходимы глубокие знания о закономерностях протекания химических реакций, термодинамике, кинетике, электрохимических процессах. Также химия формирует базу для изучения и понимания свойств материалов, их взаимодействия, поведения в различных условиях.

В условиях современных глобальных вызовов, таких как изменение климата и истощение природных ресурсов, инженеры должны быть готовы разрабатывать устойчивые технологии и решения. Знание химии позволяет им оценивать экологические последствия своих проектов, разрабатывать более эффективные и безопасные материалы, а также внедрять инновационные методы переработки и утилизации отходов.

Химические знания важны для работы с новыми технологиями, такими как нанотехнологии, биоинженерия и альтернативные источники энергии. Инженеры, обладающие химической подготовкой, могут разрабатывать новые материалы и технологии, которые будут способствовать устойчивому развитию и улучшению качества жизни.

Кроме того, химия способствует развитию аналитического мышления и навыков решения проблем. Студенты, изучающие химию, учатся проводить эксперименты, анализировать результаты и делать выводы, что является важным навыком для любого инженера или технического специалиста.

Однако, несмотря на несомненную актуальность приобретения химических знаний для студентов нехимических специальностей, вузовские преподаватели химии сталкиваются с целым рядом значительных проблем при работе с первокурсниками, которые затрудняют процесс обучения и усвоения материала. Эти трудности можно разделить на несколько ключевых аспектов.

Во-первых, многие студенты приходят на занятия с минимальным уровнем подготовки в области химии. Часто они не изучали предмет в школе или имели лишь поверхностное представление о базовых концепциях. Стоит отметить, что в школьной программе химия часто не получает должного внимания. Многие ученики воспринимают этот предмет как сложный и

запутанный, что приводит к недостаточному усвоению основных понятий и принципов. В результате, поступая в университет, студенты сталкиваются с более углубленным и сложным материалом, который они не могут осилить из-за пробелов в знаниях, которые необходимо восполнять в ходе курса, что часто вызывает у студентов чувство неуверенности и стресса.

В последнее время увеличилось количество студентов, поступивших в вуз после окончания колледжей, и работая с ними обозначенная проблема встает еще более остро. Многие колледжи предлагают базовые курсы химии, которые могут не охватывать все аспекты предмета, необходимые для успешного освоения более сложных тем в университете. Подходы к обучению в вузе и в колледже серьезно различаются. В вузах акцент часто делается на самостоятельное изучение и исследовательскую деятельность, в то время как в колледжах обучение может быть более структурированным и направленным. Это вызывает трудности у студентов, привыкших к более традиционным методам преподавания, когда они сталкиваются с необходимостью самостоятельно искать информацию и решать задачи. Университетский курс химии значительно более насыщенный и требует от студентов усвоения большого объема информации за короткий срок.

Серьезные затруднения при обучении химии испытывают иностранные студенты, количество которых также возрастает. Имея слабую базовую подготовку, студенты часто сталкиваются с языковым барьером, испытывают социальные и экономические трудности. Кроме этого, им приходится адаптироваться к различающимся образовательным стандартам и программам.

Во-вторых, химия как наука требует от студентов не только теоретических знаний, но и практических навыков. Лабораторные работы, которые являются важной частью курса, могут быть сложными для студентов, не имеющих опыта работы с химическими реакциями и оборудованием. Нехватка практических навыков может привести к снижению интереса к предмету и, как следствие, к плохим результатам. Отсутствие опыта экспериментальной работы по химии значительно затрудняет процесс ее изучения. Химия — это наука, которая требует не только теоретических знаний, но и практических навыков, которые формируются именно в ходе лабораторных экспериментов. Экспериментальная работа позволяет студентам увидеть химические реакции в действии, понять, как различные вещества взаимодействуют друг с другом, и на практике применять теоретические концепции. Без такого опыта учащиеся могут столкнуться с трудностями в понимании сложных процессов, таких как кинетика реакций, термодинамика или стехиометрия. Кроме того, лабораторные занятия развивают критическое мышление и навыки решения проблем. Студенты учатся планировать эксперименты, анализировать полученные данные и делать выводы на основе наблюдений. Отсутствие практики приводит к недостатку уверенности в своих знаниях и навыках, что в свою очередь снижает мотивацию к изучению предмета.

В-третьих, сложность химических понятий и терминологии часто становится серьезным препятствием для студентов. Учитывая то, что базовая подготовка у многих студентов слабая, многие термины и концепции, такие как молекулы, реакции, стехиометрия, часто кажутся абстрактными и трудными для понимания. Это требует от преподавателя особого подхода к объяснению материала, чтобы сделать его более доступным и понятным.

В-четвертых, небольшое количество аудиторных часов, предусмотренное учебными планами для технических специальностей, не позволяет преподавателям более глубоко и подробно рассмотреть обширный материал, ограничиваясь его поверхностным изложением. Часто сложные темы, требующие внимательного изучения и обсуждения, рассматриваются бегло, не вдаваясь в подробности. После выполнения лабораторных работ практически не остается времени для их защиты, при этом изучаемый материал часто остается без закрепления.

Наконец, нужно признать, что студенты нехимических специальностей часто не видят прямой связи между изучаемой химией и своей будущей профессией. Это приводит к тому, что они воспринимают предмет как ненужный и скучный и является причиной потери интереса и снижения мотивации к его изучению.

Для преодоления перечисленных трудностей хотелось бы попытаться дать некоторые рекомендации, основанные на большом личном опыте преподавательской деятельности. Изменить ситуацию с довузовской подготовкой преподавателю вуза, по большому счету, не получится, но в наших силах возможно использование интерактивных методов обучения, предоставление дополнительных материалов, таких как видеолекции, онлайн-курсы и учебные пособия. Это может помочь студентам лучше понять сложные темы и подготовиться к экзаменам.

Созданию мотивации способствует привлечение студентов к участию в научных проектах или исследованиях. Это может повысить их интерес к химии и помочь им увидеть практическое применение теоретических знаний.

Важно предоставлять студентам возможность задавать вопросы, получать обратную связь, это поможет выявить проблемные области и скорректировать подходы к обучению с учетом индивидуальных потребностей. Желательно создать в группе атмосферу, в которой студенты могут свободно делиться своими трудностями и не бояться ошибаться. Это поможет снизить уровень стресса и повысить уверенность в своих силах.

Преодоление трудностей при обучении химии первокурсников в техническом вузе требует комплексного подхода и готовности к изменениям. С применением этих рекомендаций можно создать эффективную образовательную среду, способствующую успешному освоению химии и подготовке студентов к будущей профессиональной деятельности.

Список литературы

1. Ясюкевич Л.В., Актуальные вопросы химического образования в техническом университете // *Фундаментальные исследования*. – 2009. – № 5. – С. 75-77
2. Чупрова Л.В., Ершова О.В., Муллина Э.Р. , Диагностика качества химической подготовки студентов первого курса технического университета// *Современные наукоемкие технологии*. – 2015. – № 8. – С. 86-88
3. Шабловская, Е. Б. Методические особенности преподавания химии студентам технических специальностей / Е. Б. Шабловская, С. Н. Сергиенко // *Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно-методической конференции*. Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2018. – С. 4398-4403.
4. Деменкова, Л. Г. Способы мотивации студентов технического вуза к изучению химии / Л. Г. Деменкова // *Инновации в современной науке: Материалы III Международного зимнего симпозиума, Таганрог, 26 февраля 2014 года* / – Таганрог: ООО "Издательство "Спутник+", 2014. – С. 171-176.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ *CANNABIS SATIVA* В КАЧЕСТВЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ В РАЦИОНАХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ (ОБЗОР)

Маринчев М.М.¹, Здоров А.Н.¹, Сизенцов Я.А.²

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Оренбургский государственный университет»,

² Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук

Питание животных является одним из важнейших факторов, определяющих эффективность фермерского хозяйства, и составляет до 70 % от общих затрат. Более того, растущий интерес сельского хозяйства сосредоточился на альтернативных стратегиях кормления, основанных на использовании растений, трав, овощей и их побочных продуктов. Добавление в рацион натуральных экстрактов из растений и побочных продуктов может представлять собой альтернативный способ повышения производительности, основанный на использовании метаболитов растительного происхождения вместо синтетических добавок без вредных остатков в пищевых продуктах. На этом фоне весьма интересен такой побочный продукт масляничного производства как конопляный жмых, который обладает разнообразным питательным составом, включающим белки, липиды, жиры и различные каннабиноиды [1].

Cannabis sativa – однолетнее травянистое растение, которое на протяжении столетий использовалось в текстильной, пищевой, медицинской, рекреационной и религиозной целях. При этом данное растение характеризуется сложным химическим составом.

На сегодняшний день было зарегистрировано в общей сложности 565 природных компонентов, 120 из которых соответствуют классу каннабиноидов. Остальные фитохимические вещества каннабиса включают первичные метаболиты, такие как аминокислоты, жирные кислоты и стероиды, или вторичные метаболиты, такие как терпеноиды, флавоноиды, стильбеноиды, лигнаны и алкалоиды среди прочих.

Термин каннабиноиды включает соединения, выделенные из растений каннабиса (также называемые фитоканнабиноидами). Самым известным и наиболее изученным из каннабиноидов является психоактивный тетрагидроканнабинол (ТГК), метаболитом которого с потенциальными иммунодепрессивными и противовоспалительными эффектами, сохраняющим свои психоактивные эффекты, является каннабинол (КБН) [2].

Среди большинства масличных культур конопля приобретает большой успех как за счет своего высокого питательного профиля семян (20-30 % углеводов, 25-30 % белков, что сопоставимо с соей и выше, чем в других подобных продуктах, таких как семена льна (20,9 %) и семена гречихи (27,8 %),

легко усваиваемых и богатых восемью незаменимыми аминокислотами [3, 4]. При этом общее содержание липидов в конопляном жмыхе составляет примерно 13,1 %.

Конопляный жмых – это побочный продукт производства конопляного масла с высоким содержанием белка. Данный продукт получают путем выжимания масла из семян при производстве масла холодного отжима. Общее содержание белка в побочных продуктах конопли, таких как конопляный жмых, составляет 31,6 %, а в конопляной шелухе – всего 8,6 % [5]. Также в состав входят фенольные соединения, которые могут быть полезны для здоровья человека. Помимо снижения риска рака, заболеваний сердца и диабета, фенолы также оказывают антибактериальное, противовоспалительное и противоаллергическое действие [6].

Конопляный жмых, являясь побочным продуктом при производстве конопляного масла, может потенциально использоваться в рационе сельскохозяйственных животных.

В исследовательской работе Semwogerere изучалось влияние добавления конопляного жмыха в рацион коз. В результате было выяснено, что кормление конопляным жмыхом до 100 г/кг улучшает профили шевона, полезных ПНЖК, летучих ароматизаторов [7]. В другой работе того же автора наблюдалось увеличение антиоксидантной способности. Также результаты показали, что включение конопляного жмыха в количестве до 100 г/кг в рацион коз может способствовать улучшению биодоступности различных фитохимических веществ в крови, печени и мясе животных. Также Semwogerere сообщил, что рацион с конопляным жмыхом никак не оказывал влияния на суточное потребление корма, средний дневной прирост. При этом окончательная масса тела животных также не изменилась. Автором было выдвинуто предположение, что конопляный жмых может полностью заменить соевый шрот в рационах откорма коз, без негативного влияния на производство и качество шевона [8, 9].

В исследовательской работе Arango изучалось влияние конопляного жмыха в рационе у молодых телят. Данная добавка оказала незначительное влияние на поведение телят. Результаты показали, что включение конопляного жмыха увеличило рост в первом периоде испытания и улучшило некоторые параметры туши [10]. Winders сообщил, что у коров, в чей рацион входил конопляный жмых, масса тела, средний суточный прирост и вес туши снизились [11]. В другой работе того же автора включение жмыха из семян конопли снизило общую усвояемость органического вещества по сравнению с рационами с кукурузой, улучшение усвояемости азота позволяет предположить, что жмых из семян конопли может быть полезным альтернативным кормовым ингредиентом для рациона крупного рогатого скота [12]. В работе Karlsson увеличение доли конопляного жмыха в рационе коров привело к снижению как концентрации молочного белка, так и концентрации молочного жира, увеличению содержания мочевины молока у коров. Рацион с

14 % конопляного жмыха привел к максимальным надоям молока у коров в этом исследовании [13].

Таким образом, в настоящее время конопляный жмых является весьма интересным побочным продуктом, который потенциально можно использовать в качестве альтернативной кормовой добавки в рационы сельскохозяйственных животных. Различные исследования в этой области показывают, что данный жмых способен улучшать некоторые параметры мяса и надое у животных, а также способен заменить популярный в кормлении соевый шрот.

Список литературы

1. Tufarelli V, Losacco C, Tedone L, Passantino L, Tarricone S, Laudadio V, Colonna MA. Hemp seed (*Cannabis sativa* L.) cake as sustainable dietary additive in slow-growing broilers: effects on performance, meat quality, oxidative stability and gut health. *Vet Q.* 2023 Dec;43(1):1-12. doi: 10.1080/01652176.2023.2260448.

2. Stastnik O, Pavlata L, Mrkvicova E. The Milk Thistle Seed Cakes and Hempseed Cakes are Potential Feed for Poultry. *Animals (Basel).* 2020 Aug 10;10(8):1384. doi: 10.3390/ani10081384.

3. Lanzoni D, Skrivanova E, Pinotti L, Rebucci R, Baldi A, Giromini C. Review: Nutritional aspects of hemp-based products and their effects on health and performance of monogastric animals. *Animal.* 2024 Feb;18(2):101058. doi: 10.1016/j.animal.2023.101058.

4. Capcanari T, Covaliov E, Negoita C, Siminiuc R, Chirsanova A, Reșitca V, Țurcanu D. Hemp Seed Cake Flour as a Source of Proteins, Minerals and Polyphenols and Its Impact on the Nutritional, Sensorial and Technological Quality of Bread. *Foods.* 2023 Nov 29;12(23):4327. doi: 10.3390/foods12234327.

5. Banskota AH, Jones A, Hui JPM, Stefanova R. Triacylglycerols and Other Lipids Profiling of Hemp By-Products. *Molecules.* 2022 Apr 5;27(7):2339. doi: 10.3390/molecules27072339.

6. Zago E, Nandasiri R, Thiyam-Holländer U, Michael Eskin NA. Influence of thermal treatments on the antioxidant activity of hemp cake polar extracts. *J Food Sci Technol.* 2022 Aug;59(8):3256-3265. doi: 10.1007/s13197-021-05325-9.

7. Semwogerere F, Chikwanha OC, Katiyatiya CLF, Marufu MC, Mapiye C. Bioavailability of bioactive phytochemicals in selected tissues and excreta from goats fed hempseed cake (*Cannabis sativa* L.) finisher diets. *Trop Anim Health Prod.* 2023 Jul 5;55(4):262. doi: 10.1007/s11250-023-03676-3.

8. Semwogerere F, Chikwanha OC, Katiyatiya CLF, Marufu MC, Mapiye C. Nutrient intake, digestibility, and utilization in goats fed graded levels of hempseed cake finisher diets. *Trop Anim Health Prod.* 2023 Dec 19;56(1):21. doi: 10.1007/s11250-023-03864-1.

9. Semwogerere F, Chikwanha OC, Katiyatiya CLF, Marufu MC, Mapiye C. Chevon production and quality of Kalahari Red goats fed increasing levels of hempseed cake substituted for soybean meal. *Meat Sci.* 2022 May;187:108749. doi: 10.1016/j.meatsci.2022.108749.

10. Arango S, Guzzo N, Raffrenato E, Bailoni L. Effect of Dietary Hemp Cake Inclusion on the In Vivo and Post Mortem Performances of Holstein Veal Calves. *Animals (Basel)*. 2022 Oct 25;12(21):2922. doi: 10.3390/ani12212922.
11. Winders TM, Neville BW, Swanson KC. Effects of hempseed cake on ruminal fermentation parameters, nutrient digestibility, nutrient flow, and nitrogen balance in finishing steers. *J Anim Sci*. 2023 Jan 3;101:skac291. doi: 10.1093/jas/skac291.
12. Smith DJ, Serum EM, Winders TM, Neville B, Herges GR, Dahlen CR, Swanson KC. Excretion and residue depletion of cannabinoids in beef cattle fed hempseed cake for 111 days. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess*. 2023 Apr;40(4):552-565. doi: 10.1080/19440049.2023.2187645.
13. Karlsson L, Finell M, Martinsson K. Effects of increasing amounts of hempseed cake in the diet of dairy cows on the production and composition of milk. *Animal*. 2010 Nov;4(11):1854-60. doi: 10.1017/S1751731110001254.

ПОТЕНЦИАЛ ПРИМЕНЕНИЯ ПОДСОЛНЕЧНОГО ЖМЫХА В ЖИВОТНОВОДСТВЕ (ОБЗОР)

Маринчев М.М.¹, Здоров А.Н.¹, Сизенцов Я.А.²

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Оренбургский государственный университет»,

² Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук

Животноводство, являясь одной из основных сфер сельского хозяйства, играет важную роль в пищевой, легкой, кожевенной промышленности. При этом в данной отрасли производится около половины валовой продукции сельского хозяйства. Однако одной из основных проблем, сдерживающих развитие животноводства является неконкурентоспособность продукции из-за высоких удельных затрат ресурсов, в частности, затрат на корма. Решением данной проблемы является использования подсолнечника, в качестве пищевой добавки в корм для сельскохозяйственных животных. Это может способствовать снижению затрат денежных средств на различные корма и направить их на другие нужды животноводства, например, на модернизацию производства для повышения роста продукции животноводства [1].

Helianthus annuus, известный во всем мире как «подсолнух обыкновенный», является растением, произрастающим в Северной Америке [2]. Многие археологические, и этноисторические данные, показывают, что он вошел в репертуар домашних растений Северной Америки ок. 2600 г. до н.э., при этом его выращивание было широко распространено в Мексике [3]. Интересен тот факт, что степень одомашнивания подсолнечника никак не повлияла ни на корневые, ни на ризосферные бактериальные сообщества, однако оно всё же привело к изменениям в составе ризосферных грибных сообществ. В частности, более современные сорта подсолнечника имели более низкую относительную численность различных грибковых патогенов [4].

В большинстве случаев *Helianthus annuus* выращивают ради семян. Производство семян подсолнечника в Европе значительно увеличилось с 20 млн. до 42 млн. тонн в период с 2009 по 2019 год, что составляет 75,8 % мирового производства, за ним следуют Азия (11 %), Америка (9 %) и Африка (4 %). Семена подсолнечника содержат разнообразный набор питательных компонентов, таких как белки, клетчатка, ненасыщенные жиры, витамин Е, медь, фосфор, магний и фитохимические вещества. Также они (на 100 г) содержат 14 г углеводов, 7 г из которых составляют клетчатка и примерно 20 % белки [5]. При этом кроме использования семян в пищевой промышленности, возможно и их потенциальное использование в микробиологических исследованиях, например, в исследованиях Khan агар из семян и лузги семян подсолнечника оценивался на предмет дифференциации *Candida dubliniensis* от *Candida albicans* на основе характеристик колоний и продукции хламидоспор

[6]. Все изоляты *C. dubliniensis* (n=40) образовывали шероховатые колонии с гифальными краями и обильными хламидоспорами, тогда как 101 из 105 (96,2%) изолятов *C. albicans* образовывали гладкие колонии без признаков продукции хламидоспор [7].

Подсолнечник (*Helianthus annuus*) является пятой наиболее широко выращиваемой пищевой масличной культурой в мире, а его посевные площади превышают 22,9 миллиона гектаров в 60 странах с общей стоимостью более 40 миллиардов долларов в год [8]. В процессе экстракции подсолнечного масла образуются побочные продукты, в том числе и жмых.

Мировое производство отходов подсолнечного жмыха оценивается примерно в 17,9 миллионов тонн. В настоящее время данные отходы классически используются в качестве источника белка, дополнения к кормам для животных, горючего источника и производства биотоплива [9, 10].

В состав жмыха подсолнечника входят около 100 уникальных пептидов [11], фенолы, в основном фенольные кислоты, которые могут составлять до 7 % массы, среди которых основной является хлорогеновая кислота [12]. Также для них характерно высокое содержание белка (около 28 %) и жира (около 15 %). Жмыхи подсолнечника содержат некоторые витамины, а также большое количество микро- и макроэлементов [13, 14].

Также в продуктах подсолнечника встречаются некоторые незаменимые аминокислоты, включая гистидин, треонин, глутаминовую кислоту, валин, тирозин, аргинин, метионин, серин, цистеин, аланин, лизин, изолейцин, аспарагиновую кислоту, глицин, фенилаланин и пролин [15].

Подсолнечный жмых является побочным продуктом производства биодизеля, который потенциально можно использовать в кормах для жвачных животных из-за наличия большого количества сырого протеина (249 г/кг сырого протеина). В исследовательской работе da Silva Oliveira 32 интактных быка породы Неллоре (масса тела $374 \pm 42,5$) были распределены по полностью рандомизированному плану. Эксперимент длился 90 дней. Подсолнечный жмых не повлиял на усвояемость НДФ, выделение азота (N)-фекалий. Окончательная масса тела животных составила $515,25 \pm 24,7$. Замена соевого шрота и кукурузного молотого подсолнечным жмыхом на уровне 90 г/кг в рационе молодых быков снизила потребление и усвояемость сырого протеина, увеличила синтез микробного белка и отложение мышечной ткани, а также общую эффективность потребления корма [16]. Испытания кормления показывают, что подсолнечный жмых имеет 85 % усвояемости сырого протеина и 65 % общих усвояемых питательных веществ. Эти результаты указывают на то, что подсолнечный жмых может безопасно заменить соевый шрот [17].

В исследовательской работе Zubiria I изучалось влияние подсолнечного жмыха уже на ферментацию рубца и бактериальное сообщество у молочных коров. Кормление производилось в течение двух 63-дневных периодов. Добавление подсолнечного жмыха привело к увеличению суточного потока микробного азота на 6 %, никак не повлиял на микробное разнообразие, но

увеличило относительное обилие *Treponema* и *Coprococcus*, а также снизило количество *Enterococcus*, *Ruminococcus* и *Succinivibrio* [18].

В исследовательской работе Goiri замена гидрогенизированного пальмового жира на подсолнечный жмых приводила к получению молока с более ненасыщенным профилем жирных кислот, при этом отрицательный эффект на продуктивность молока не наблюдался [19]. Замена соевого шрота подсолнечным жмыхом улучшает питательные качества молока за счет более низких концентраций насыщенных жирных кислот и более высоких концентраций ненасыщенных жирных кислот без ущерба для состава молока [20]. В работе Amoges содержание жира в молоке и соотношение жир/белок значительно снизились при 30 и 50 % подсолнечного жмыха от основного рациона. Оба уровня жмыхов значительно увеличили концентрацию жирных кислот, одновременно снизив концентрацию атерогенных жирных кислот [21]. В работе Lima уже 20 % подсолнечного жмыха от общего рациона никак не изменили содержание жира, лактозы, общего количества сухих веществ и сухих веществ без жира в коровьем молоке [22].

Таким образом, подсолнечный жмых является функциональным пищевым продуктом, имеющим разнообразный питательный состав, богатый белками, витаминами и жирами. При этом данный продукт имеет большую перспективу использования в животноводстве. Многие исследования показывают его эффективность в улучшении некоторых характеристик мяса быков и молока коров и рекомендуют заменять данным продуктом соевый шрот, который весьма распространен среди кормовых добавок в животноводстве.

Список литературы

1. Рассказов А. Н. Проблемы животноводства в России // Техника и технологии в животноводстве. 2017. №1 (25).
2. Mahamba C, Palamuleni LG. Antimicrobial Activity of Sunflower (*Helianthus annuus*) Seed for Household Domestic Water Treatment in Buhera District, Zimbabwe. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Apr 29;19(9):5462. doi: 10.3390/ijerph19095462.
3. Lentz DL, Pohl MD, Alvarado JL, Tarighat S, Bye R. Sunflower (*Helianthus annuus* L.) as a pre-Columbian domesticate in Mexico. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2008 Apr 29;105(17):6232-7. doi: 10.1073/pnas.0711760105. Epub 2008 Apr 28.
4. Leff JW, Lynch RC, Kane NC, Fierer N. Plant domestication and the assembly of bacterial and fungal communities associated with strains of the common sunflower, *Helianthus annuus*. *New Phytol*. 2017 Apr;214(1):412-423. doi: 10.1111/nph.14323. Epub 2016 Nov 23.
5. Kaur G, Kaur N, Kaur A. Lipid profile of hyperlipidemic males after supplementation of multigrain bread containing sunflower (*Helianthus annuus*) seed flour. *J Food Sci Technol*. 2021 Jul;58(7):2617-2629. doi: 10.1007/s13197-020-04768-w. Epub 2020 Sep 26.
6. Khan ZU, Ahmad S, Mokaddas E, Chandy R. Simplified sunflower

(*Helianthus annuus*) seed agar for differentiation of *Candida dubliniensis* from *Candida albicans*. *Clin Microbiol Infect*. 2004 Jun;10(6):590-2. doi: 10.1111/j.1469-0691.2004.00923.x.

7. Khan ZU, Ahmad S, Mokaddas E, Al-Sweih N, Chandy R. Sunflower seed husk agar: a new medium for the differentiation of *Candida dubliniensis* from *Candida albicans*. *Indian J Med Microbiol*. 2005 Jul;23(3):182-5. doi: 10.4103/0255-0857.16605.

8. Alexandrino TD, da Silva MG, Ferrari RA, Ruiz ALTG, Duarte RMT, Simabuco FM, Bezerra RMN, Pacheco MTB. Evaluation of some in vitro bioactivities of sunflower phenolic compounds. *Curr Res Food Sci*. 2021 Sep 24;4:662-669. doi: 10.1016/j.crfs.2021.09.007.

9. Shorstkii I, Khudyakov D. Influence of pulsed electrical discharge, hydrostatic pressure and temperature on rheological properties of sunflower cake during oil pressing. *Heliyon*. 2019 Dec 30;6(1):e03046. doi: 10.1016/j.heliyon.2019.e03046.

10. Kassab Z, El Achaby M, Tamraoui Y, Sehaqui H, Bouhfid R, Qaiss AEK. Sunflower oil cake-derived cellulose nanocrystals: Extraction, physico-chemical characteristics and potential application. *Int J Biol Macromol*. 2019 Sep 1;136:241-252. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2019.06.049.

11. Kotecka-Majchrzak K, Sumara A, Fornal E, Montowska M. Proteomic analysis of oilseed cake: a comparative study of species-specific proteins and peptides extracted from ten seed species. *J Sci Food Agric*. 2021 Jan 15;101(1):297-306. doi: 10.1002/jsfa.10643.

12. Michalska-Ciechanowska A, Brzezowska J, Lech K, Masztalerz K, Korzeniowska M, Zambrowicz A, Szoltysik M. Exploiting the Potential of Powdered Blends of Recovered Sunflower Seed Cake Phenolics and Whey-Development of Sustainable Food Additives. *Foods*. 2024 May 7;13(10):1433. doi: 10.3390/foods13101433.

13. Strąkowska A, Członka S, Kairyte A, Strzelec K. Effects of Physical and Chemical Modification of Sunflower Cake on Polyurethane Composite Foam Properties. *Materials (Basel)*. 2021 Mar 15;14(6):1414. doi: 10.3390/ma14061414.

14. Blicharz-Kania A, Pecyna A, Zdybel B, Andrejko D, Marczuk A. Sunflower seed cake as a source of nutrients in gluten-free bread. *Sci Rep*. 2023 Jul 5;13(1):10864. doi: 10.1038/s41598-023-38094-w.

15. Iqbal N, Shabbir MA, Khan MR, Faisal MN. Development and bioassessment of high nutria-omega 5 cookies through animal modeling. *Front Nutr*. 2023 Jun 30;10:1199645. doi: 10.3389/fnut.2023.1199645.

16. da Silva Oliveira V, Barbosa AM, de Andrade EA, Virginio Júnior GF, Nascimento TVC, Lima AGVO, Portela RWD, da Silva Júnior JM, Pereira ES, Bezerra LR, Oliveira RL. Sunflower Cake from the Biodiesel Industry in the Diet Improves the Performance and Carcass Traits of Nellore Young Bulls. *Animals (Basel)*. 2022 Nov 23;12(23):3243. doi: 10.3390/ani12233243.

17. Liu C, Asano S, Okada R, Takaya H, Tunokami R, Takahashi K, Kajikawa H. Ruminant protein degradability of sunflower cake, and effects of feeding sunflower

cake on nutrient digestion, nitrogen balance, rumen fermentation, and blood metabolites compared with soybean meal. *Anim Sci J.* 2022 Jan-Dec;93(1):e13768. doi: 10.1111/asj.13768.

18. Zubiria I, Garcia-Rodriguez A, Atxaerandio R, Ruiz R, Benhissi H, Mandaluniz N, Lavín JL, Abecia L, Goiri I. Effect of Feeding Cold-Pressed Sunflower Cake on Ruminal Fermentation, Lipid Metabolism and Bacterial Community in Dairy Cows. *Animals (Basel).* 2019 Oct 1;9(10):755. doi: 10.3390/ani9100755.

19. Zubiria I, Garcia-Rodriguez A, Atxaerandio R, Ruiz R, Benhissi H, Mandaluniz N, Lavín JL, Abecia L, Goiri I. Effect of Feeding Cold-Pressed Sunflower Cake on Ruminal Fermentation, Lipid Metabolism and Bacterial Community in Dairy Cows. *Animals (Basel).* 2019 Oct 1;9(10):755. doi: 10.3390/ani9100755.

20. Oliveira RL, Neto SG, de Lima FH, de Medeiros AN, Bezerra LR, Pereira ES, Bagaldo AR, de Pellegrini CB, Correia BR. Composition and fatty acid profile of milk from cows supplemented with pressed oilseed cake. *Anim Sci J.* 2016 Oct;87(10):1225-1232. doi: 10.1111/asj.12571.

21. Amores G, Virto M, Nájera AI, Mandaluniz N, Arranz J, Bustamante MA, Valdivielso I, Ruiz de Gordo JC, García-Rodríguez A, Barron LJ, de Renobales M. Rapeseed and sunflower oilcake as supplements for dairy sheep: animal performance and milk fatty acid concentrations. *J Dairy Res.* 2014 Nov;81(4):410-6. doi: 10.1017/S0022029914000521.

22. Lima MVG, Pires AJV, da Silva FF, Teixeira FA, de Carvalho Silva Castro Nogueira BR, Rocha LC, da Silva GP, Andrade WR, de Carvalho GGP. Intake, digestibility, milk yield and composition, and ingestive behavior of cows supplemented with byproducts from biodiesel industry. *Trop Anim Health Prod.* 2021 Feb 17;53(1):169. doi: 10.1007/s11250-021-02618-1.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОВ ТОМАТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УДОБРЕНИЙ

Науменко О.А., канд. мед. наук, доцент, Кунафина А.Р.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Томаты (*Solanum lycopersicum*) являются одним из самых популярных овощей, благодаря их вкусовым, биологическим свойствам и биохимическому составу [1]. Использование удобрений в агротехнике выращивания томатов значительно влияет на биохимический состав плодов, повышая содержание основных макро- и микронутриентов, активность ферментов и антиоксидантную активность [2-5]. Однако выращивание томатов с использованием различных органических и минеральных удобрений не только изменяет вкусовые и органолептические характеристики томатов, увеличивает количество биологически активных соединений, но и способствует накоплению нитратов, что является неблагоприятным фактором, влияющим на здоровье потребителей [5, 6].

Целью исследования является оценка биологических и биохимических эффектов применения двух видов органических и минеральных удобрений на томатах сорта «Аляска».

Объектом исследования являлись томаты (*Solanum lycopersicum*) сорта «Аляска». Исследование проводилось в трех группах томатов: двух опытных и одной контрольной.

Первая опытная группа томатов (далее - «опытная группа 1»), была обработана в период вегетации готовым комплексным органоминеральным удобрением «Органика для томатов», в состав которого входили: мочевины, селитра, сульфат калия, суперфосфат. Удобрение вносилось дважды: на 67 и на 90 дни вегетации [5, 6].

Вторая опытная группа (далее - «опытная группа 2») томатов, была выращена с применением древесной золы и биоорганического удобрения животного происхождения. Удобрения вносились дважды: древесная зола на 74 и 97 дни вегетации, а биоорганическое удобрение животного происхождения на 67 и 90 дни вегетации [5].

Отбор проб томатов сорта «Аляска» осуществлялся согласно ГОСТ 34298-2017 «Томаты свежие. Технические условия». Высаживалось по шесть растений в каждой группе. Для оценки биохимических и массовых показателей отбирались по три плода из каждой опытной и контрольной групп томатов. В процессе исследования проводилась оценка массы плодов томатов, содержание нитратов и сахаров спектрофотометрическим методом.

Весовые показатели плодов томатов контрольной и двух опытных групп представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Масса плодов томатов сорта «Аляска», г

Наименование группы	Масса, г	Среднее значение плодов томата, ((M±m), г	Оценка в %
Контрольная группа	1	131	123±5,33
	2	115	
	3	123	
Опытная группа 1	1	156	152,6* ±2,4
	2	153	
	3	149	
Опытная группа 2	1	152	150* ±3,33
	2	145	
	3	153	

П р и м е ч а н и е: *– статистически значимые различия массы плодов томата (*Solanum lycopersicum*) сорта «Аляска» опытных групп относительно контрольной по U критерию Манна –Уитни при значении $U_{эмп} > U_{кр}$ (0,01).

Исходя из данных таблицы 1, в контрольной группе вес томатов варьировал от 115 до 131 г. Среднее значение составило 123 г.

В опытной группе 1, томаты, которые удобрялись готовым комплексным органоминеральным удобрением «Органика для томатов», был наиболее высокий весовой показатель. Вес томатов данной группы варьировал от 149 до 156 г. Среднее значение составило 152,6 г.

В опытной группе 2, томаты, которые были выращены с применением древесной золы и биоорганического удобрения животного происхождения весовой показатель составил от 145 до 153 г. Среднее значение составило 150 г.

Таким образом, весовой показатель томатов во второй опытной группе превысил вес контрольной группы на 29,4%. Первая опытная группа томатов превысила контрольную на 21,9%. Так же были установлены достоверные различия весовых показателей относительно контрольной группы по U - критерию Манна – Уитни ($p \geq 0,01$) для первой и второй опытных групп.

Таким образом, на весовые показатели томатов наибольший биологический эффект оказало внесение комплексного органоминерального удобрения «Органика для томатов», поскольку данные вещества находятся в удобрении в наиболее сбалансированной концентрации [5].

Томаты относятся к группе низкого содержания нитратов, ПДК составляет 150 мг/кг. Содержание нитратов в контрольной и первой опытной группах не превышает ПДК для томатов. Наибольшее количество нитратов установлено в томатах второй опытной группы, которые были выращены с применением древесной золы и биоорганического удобрения животного происхождения. Среднее значение нитратов в данной группе составило 167 мг, что превышает ПДК на 11,3 % [5].

При выборе количественных методов анализа углеводов мы оценивали различные методы экстрагирования и количественного определения биологически активных веществ в продуктах растительного происхождения [4-8].

Результаты биохимического анализа содержания сахаров в опытных и контрольной группах томатов представлены на рисунке 1.

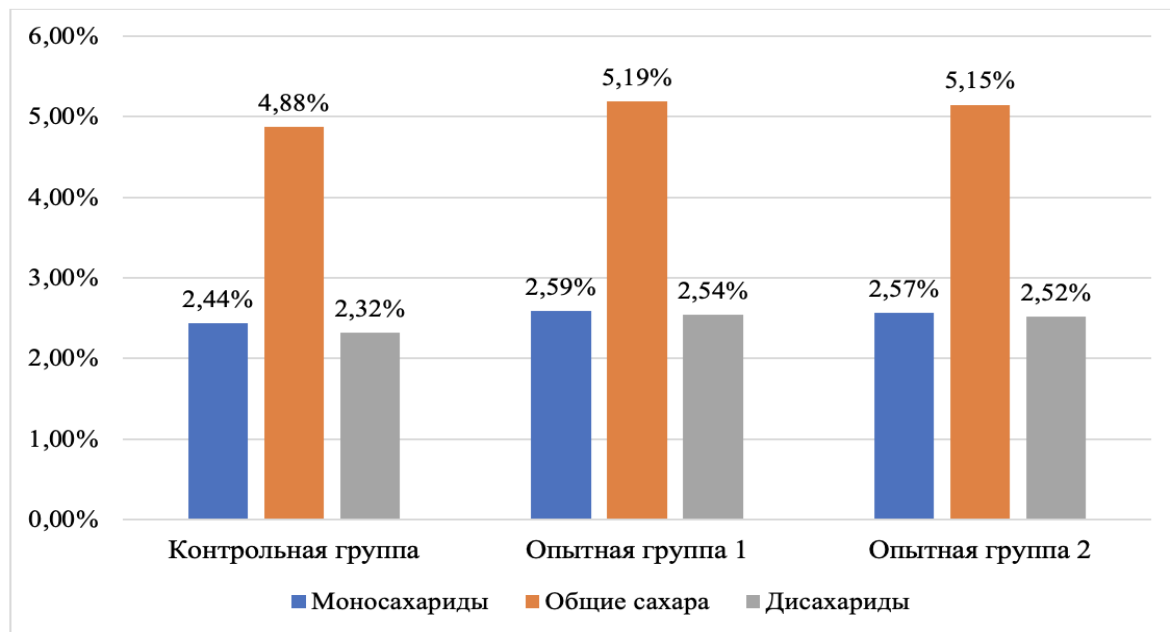


Рисунок 1 - Массовая доля сахаров в томатах сорта «Аляска», (%)

Наибольшее содержание моно-, дисахаридов и общего сахара было установлено в томатах первой опытной группы, после внесения удобрения «Органика для томатов». Так, массовая доля дисахаридов в них составила 2,54 %, моносахаридов – 2,59 %, общего сахара – 5,19 %.

Исходя из полученных результатов можно сделать следующие выводы. Массовая доля моносахаридов в опытной группе 1 выше, чем в контрольной группе на 0,15%. В опытной группе 2 массовая доля моносахаридов возросла на 0,13%. Содержание общего сахара в контрольной группе составило 4,88 %. В первой опытной группе содержание общего сахара повысилось на 0,31%. В опытной группе 2 произошло повышение общего сахара только на 0,27%.

Содержание дисахаридов в контрольной группе составило 2,32%. В опытной группе 1 содержание дисахаридов увеличилось на 0,22%. Во опытной группе 2 произошло незначительно увеличение дисахаридов - на 0,2%.

Таким образом, в целом, можно сделать вывод о том, что наилучшим эффектом на весовые показатели, содержание сахаров оказывает комплексное органо-минеральное удобрение «Органика для томатов», состав которого является наиболее сбалансированным [5].

Зола и биоорганическое удобрение животного происхождения также показали выраженный стимулирующий эффект на увеличение веса томатов, увеличение содержания сахаров, но способствовали повышению уровня нитратов в томатах выше ПДК, что позволяет сделать вывод о том, что в

агротехнике томатов лучше использовать сбалансированное комплексное органо-минеральное удобрение «Органика для томатов».

Список литературы

1. Замулина, Т. Томаты: выращивание и целебные свойства / Т. Замулина, Т. Молодцова - 3-е изд. - Москва – 2014. - 94 с.
2. Байрамова, К. Р. Изучение биохимического состава и биологического эффекта чая в зависимости от таксономии *Camellia L.* и ферментации [Электронный ресурс] / К. Р. Байрамова, О. А. Науменко // Теория и практика инновационных исследований в области естественных наук : сб. материалов II Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Оренбург, 26-27 апр. 2023 г. / Оренбург. гос. ун-т ; ред.: Е. В. Сальникова, Б. С. Укенов, М. А. Булгакова. - Оренбург : ОГУ, 2023. - С. 167-170.
3. Еркин, А. А. Биологически активные вещества растений и их антибактериальное действие [Электронный ресурс] / А. А. Еркин, О. А. Науменко // Фундаментальные исследования в области химии, биологии и экологии : сб. материалов междунар. студен. науч.-практ. конф., Оренбург, 24-25 окт. 2022 г. / Оренбург. гос. ун-т ; гл. ред. Е. В. Сальниковой; редкол.: Б. С. Укенов, М. А. Булгакова. - Оренбург : ОГУ, 2022. - С. 134-137.
4. Кузнецова, В. А. Положительное влияние салициловой кислоты на процессы биохимической адаптации растений / В. А. Кузнецова, О. А. Науменко // Теория и практика инновационных исследований в области естественных наук. сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. - Оренбург : ОГУ, 2023 – С. 223-225.
5. Кунафина, А. Р. Оценка биохимических показателей плодов томата *Solanum lycopersicum Alaska* в зависимости от использования удобрений / А.Р. Кунафина // Выпускная квалификационная работа / Оренбург. гос. ун-т ; - Оренбург : ОГУ, 2026. – 55 с.
6. Науменко, О. А. Проектная деятельность обучающихся в рамках конкурса "Умник" [Электронный ресурс] / О. А. Науменко, В. А. Кузнецова, И. Р. Исянгулова // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : сб. материалов Всерос. науч.-метод. конф., Оренбург, 26-27 янв. 2023 г. / Оренбург. гос. ун-т ; ред. А. В. Пыхтин. - Оренбург : ОГУ, 2023. - С. 4424-4429.
7. Воронин, М. Внекорневая подкормка томатов зольным раствором / [Электронный ресурс] / М. Воронин // Огородник — Режим доступа: <https://vreditely.ru/sad-ogorod/vnekornevaya-podkormka-tomatov-zolnym-rastvorom.html>
8. Ярмухаметова, К. Я. Перспективы использования рисовой муки [Электронный ресурс] / К. Я. Ярмухаметова, Е. В. Бибарцева // Теория и практика инновационных исследований в области естественных наук : сб. материалов III Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. празднованию 190-летия со дня рождения Д. И. Менделеева, Оренбург, 24-25

апр. 2024 г. / Оренбург. гос. ун-т ; ред.: Е. В. Сальникова, Б. С. Укенов, М. А. Булгакова. - Оренбург : ОГУ, 2024. - С. 247-250.

9. Ярмухаметова, К. Я. Методы определения крахмала в муке разных сортов [Электронный ресурс] / К. Я. Ярмухаметова, Е. В. Бибарцева // Теория и практика инновационных исследований в области естественных наук : сб. материалов III Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. празднованию 190-летия со дня рождения Д. И. Менделеева, Оренбург, 24-25 апр. 2024 г. / Оренбург. гос. ун-т ; ред.: Е. В. Сальникова, Б. С. Укенов, М. А. Булгакова. - Оренбург : ОГУ, 2024. С. 243-246.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОХОДЫ К ОЦЕНКЕ СОДЕРЖАНИЯ ТАНИНА В ЧАЕ В ЗАВИСИМОСТИ УСЛОВИЙ ФЕРМЕНТАЦИИ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ

Науменко О.А., канд. мед. наук, доцент, Байрамова К.Р.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Зеленый и черный чай получают из листьев растения *Camellia sinensis* (Камелии китайской), различной степени ферментации и физико-химической подготовки, которая осуществляется на этапе предварительной подготовки сырья. Чай богат биологически активными веществами: танином, кофеином, антиоксидантными ферментами и витаминами. Их процентное содержание зависит от степени ферментации и условий предварительной обработки чайного листа, что и определяет биологические, биохимические, органолептические свойства чая и его антиоксидантный эффект. Поскольку основным биологически активным веществом в чае является алкалоид танин, его количественная характеристика является одним из важных критериев качества чайного напитка [1,2].

Танин – дубильное вещество чайного напитка, которое придает характерный вязкий горьковатый вкус. Данное действие танина связано со способностью к образованию прочных связей с углеводами или белками [3].

Цель работы заключается в выборе метода количественной оценки содержания танина в чае различной степени ферментации и физико-химической подготовки.

Объектами исследования выступили черный и зеленый чай сорта «Richard». Для проведения исследования были взяты по три пробы каждого образца чая: крупно листовая и мелко измельченного пакетированного.

Использовалась методика количественного определения танина [4]. Пробоподготовка образцов чая заключалась в измельчении сухого сырья с последующим приготовлением фильтрата. Из измельченной пробы чая предварительно получали экстракт, используя 2,5 г измельченного чая, взвешенного с погрешностью не более 0,0002 г, экстракт помещали в колбу вместимостью 250 см³, приливали 200 см³ кипящей дистиллированной воды и ставят в кипящую водяную баню [4].

Подготовленные пробы использовались для определения содержания танина зеленого и черного чая Richard пакетированной и листовой форм [5-8].

При этом мы анализировали различные методы экстрагирования и количественного определения биологически активных веществ в продуктах растительного происхождения [9 -11].

Процесс экстрагирования танина из чая вели в течение 45 мин. Полученный экстракт фильтровали в колбу вместимостью 500 см³. Затем фильтрат переводили в мерную колбу вместимостью 250 см³, охлаждали при 20

°С и доводили дистиллированной водой до метки. Этот экстракт использовали для проведения испытания. Пипеткой отбирали 10 см³ экстракта и помещали в чашку для выпаривания, добавляли 750 см³ воды, 25 см³ раствора индигокармина, приготовленного растворением 1 г препарата индигокармина в 50 см³ концентрированной серной кислоты и доводили объема дистиллированной водой до 1000 см³ и титровали 0,1 н. раствором марганцовокислого калия при постоянном перемешивании стеклянной палочкой. Синяя окраска при этом постепенно переходит через сине-зеленую, темно- и светло-зеленую в желтую золотистого оттенка. Конец реакции определяют по исчезновению зеленого оттенка и появлению чистого желтого цвета. Аналогичным образом проводят титрование воды в присутствии индикатора индигокармина [4, 11].

Количественное содержание танина в пробах зеленого и черного чая сорта «Richard» пакетированной и листовой форм представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Содержания танина в чае сорта «Richard», в мг%

Наименование сорта «Richard»		Проба	Содержание танина, мг%	Среднее значение содержания танина, мг%, (M±m)
Черный чай	Листовой	1	4,62	4,7±0,05
		2	4,72	
		3	4,76	
	Пакетированный	1	4,32	4,34±0,07
		2	4,26	
		3	4,45	
Зеленый чай	Листовой	1	3,89	4,19±0,27
		2	4,59	
		3	4,09	
	Пакетированный	1	4,02	4,04±0,16
		2	4,29	
		3	3,82	

В соответствии с представленной таблицей 1, содержание танина в черном листовом чае сорта «Richard» в первой пробе составило 4,62 мг%, во второй пробе – 4,72 мг%, в третьей пробе – 4,76 мг%, среднее значение содержания танина в черном листовом чае составило 4,7 мг%.

Содержание танина в черном пакетированном чае сорта «Richard» в первой пробе составило 4,32 мг%, во второй пробе – 4,26 мг%, в третьей пробе 4,45 мг%, среднее содержание танина в черном пакетированном чае составило 4,34 мг%.

Содержание танина в зеленом листовом чае сорта «Richard» в первой пробе составило 3,89 мг %, во второй пробе 4,59 мг %, в третьей пробе – 4,09 мг %, среднее содержание танина в зеленом листовом чае составило 4,19 мг%.

Содержание танина в зеленом пакетированном чае сорта «Richard» в первой пробе составило 4,02 мг %, во второй пробе – 4,29 мг %, в третьей пробе – 3,82 мг%, среднее содержание танина в зеленом пакетированном чае составило 4,04 мг %. Для визуализации представленных данных была построена следующая диаграмма (рисунок 1).

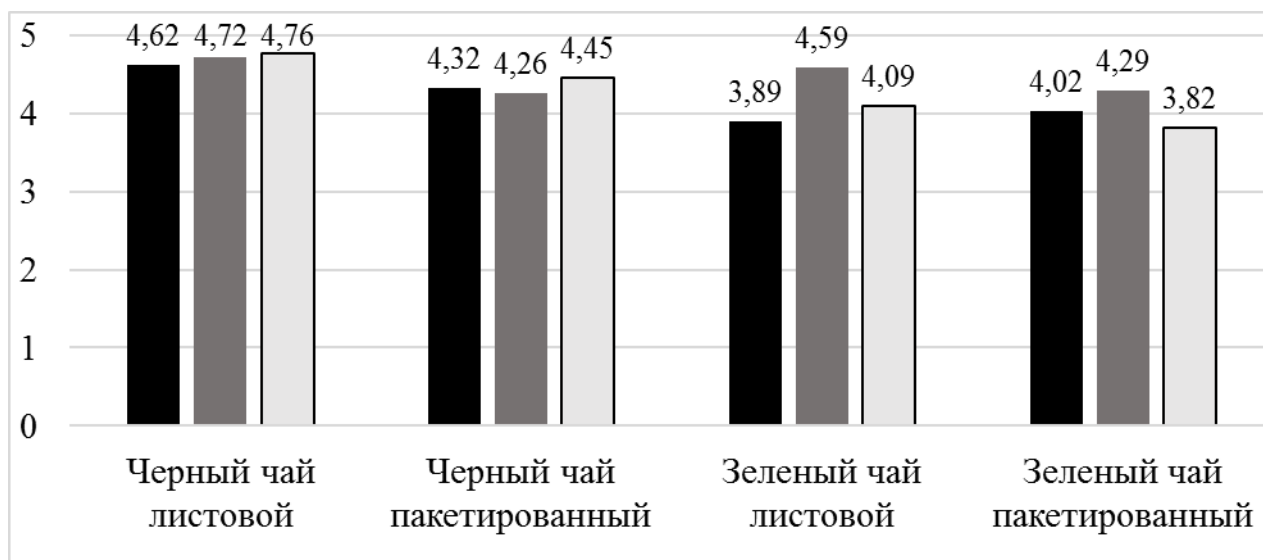


Рисунок 1 – Содержание танина в зеленом и черном чае «Richard», в мг%

В процессе работы был проведен сравнительный анализ содержания танина в черном и зеленом чае сорта «Richard» листовой и пакетированной форм. Результаты представлены на рисунке 2.

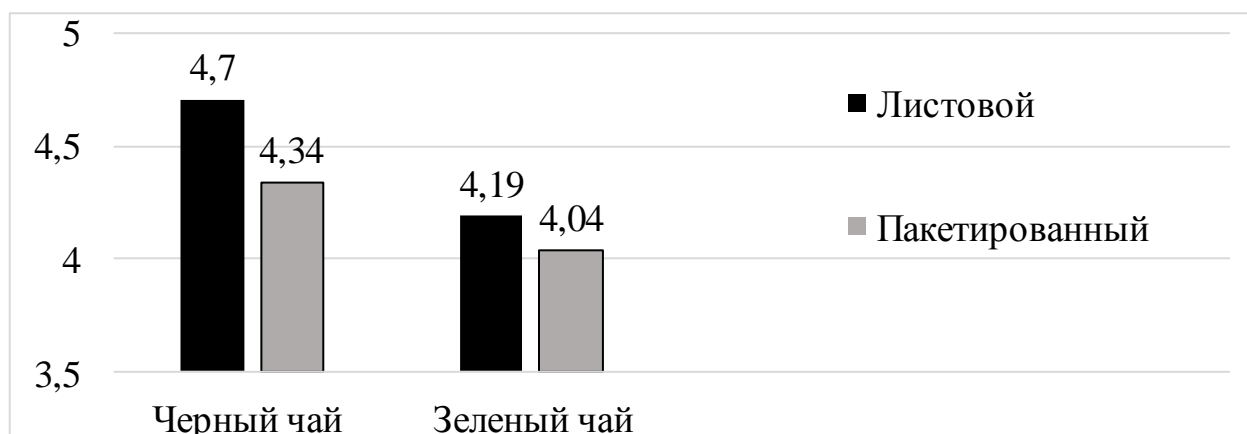


Рисунок 2 – Содержание танина в черном и зеленом чае «Richard» в зависимости от физико-химической обработки, в мг%

Сравнительный анализ содержания танина показал, что в черном листовом чае танина на 0,51 % больше, чем в зеленом листовом. А также в пакетированном черном чае содержание танина превышает на 0,4 % содержания танина в зеленом пакетированном чае.

Таким образом, наибольшее содержание танина установлено в листовом черном и листовом зеленом чае сорта «Richard», что свидетельствует о более

высоких биологических свойствах листового чая, по сравнению с пакетированным.

Также установлено более высокое содержание танина в черном чае сорта «Richard» относительно зеленого, так как при ферментации и последующем производстве черного чая происходит разрушение хлорофилла, в результате чего образуется танин, который взаимодействуя с кофеином образует теин, благодаря чему эффект кофеина в чае более легкий, чем в кофе. Также благодаря теину черный чайный напиток приобретает насыщенный черный цвет и горечь.

Список литературы

1. Арутюнова, Н.И. Органолептическая оценка качества чая титестерами / Н.И. Арутюнова // Сборник докладов IV Международной конференции-выставки «Высокоэффективные пищевые технологии: методы и средства для их реализации» – Москва, 2006. - С.12-17.
2. Немерешина, О. Н. Содержание водорастворимых антиоксидантов и микроэлементов в образцах чая / О. Н. Немерешина, Н. Ф Гусев, А. В. Филиппова // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 11 – С. 54-64.
3. Афолина, С. Н. Биохимия компонентов чая и особенности его биологического действия на организм (обзор) / С. Н. Афолина, Е. Н. Лебедева, Н. П. Сетко // Оренбург: ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава России, 2020 – С. 17-28.
4. Байрамова, К. Р. Исследование биохимических характеристик *Camellia sinensis* при различных условиях физико-химической обработки / К. Р. Байрамова // Выпускная квалификационная работа / Оренбург. гос. ун-т ; - Оренбург : ОГУ, 2024. – 55 с
5. Байрамова, К. Р. Изучение биохимического состава и биологического эффекта чая в зависимости от таксономии *Camellia L.* и ферментации [Электронный ресурс] / К. Р. Байрамова, О. А. Науменко // Теория и практика инновационных исследований в области естественных наук : сб. материалов II Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Оренбург, 26-27 апр. 2023 г. / Оренбург. гос. ун-т ; ред.: Е. В. Сальникова, Б. С. Укенов, М. А. Булгакова. - Оренбург : ОГУ, 2023. - С. 167-170.
6. Еркин, А. А. Биологически активные вещества растений и их антибактериальное действие [Электронный ресурс] / А. А. Еркин, О. А. Науменко // Фундаментальные исследования в области химии, биологии и экологии : сб. материалов междунар. студен. науч.-практ. конф., Оренбург, 24-25 окт. 2022 г. / Оренбург. гос. ун-т ; гл. ред. Е. В. Сальниковой; редкол.: Б. С. Укенов, М. А. Булгакова. - Оренбург : ОГУ, 2022. - С. 134-137.
7. Кузнецова, В. А., Положительное влияние салициловой кислоты на процессы биохимической адаптации растений / В. А. Кузнецова, О. А. Науменко // Теория и практика инновационных исследований в области естественных наук. сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. - Оренбург : ОГУ, 2023 – С. 223-225.

8. Науменко, О. А. Проектная деятельность обучающихся в рамках конкурса "Умник" [Электронный ресурс] / О. А. Науменко, В. А. Кузнецова, И. Р. Исянгулова // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : сб. материалов Всерос. науч.-метод. конф., Оренбург, 26-27 янв. 2023 г. / Оренбург. гос. ун-т ; ред. А. В. Пыхтин. - Оренбург : ОГУ, 2023. - С. 4424-4429.

9. Ярмухаметова, К. Я. Перспективы использования рисовой муки [Электронный ресурс] / К. Я. Ярмухаметова, Е. В. Бибарцева // Теория и практика инновационных исследований в области естественных наук : сб. материалов III Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. празднованию 190-летия со дня рождения Д. И. Менделеева, Оренбург, 24-25 апр. 2024 г. / Оренбург. гос. ун-т ; ред.: Е. В. Сальникова, Б. С. Укенов, М. А. Булгакова. - Оренбург : ОГУ, 2024. - С. 247-250.

10. Ярмухаметова, К. Я. Методы определения крахмала в муке разных сортов [Электронный ресурс] / К. Я. Ярмухаметова, Е. В. Бибарцева // Теория и практика инновационных исследований в области естественных наук : сб. материалов III Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. празднованию 190-летия со дня рождения Д. И. Менделеева, Оренбург, 24-25 апр. 2024 г. / Оренбург. гос. ун-т ; ред.: Е. В. Сальникова, Б. С. Укенов, М. А. Булгакова. - Оренбург : ОГУ, 2024. С. 243-246.

11. Teshome, K. Effect of tea processing methods on biochemical composition and sensory quality of black tea (*Camellia sinensis* (L.) // *Journal of Horticulture and Forestry*. – 2019. – P. 84-95.

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАБОТЫ БАКАЛАВРА С МИКРООРГАНИЗМАМИ, ЯВЛЯЮЩИМИСЯ ПОТЕНЦИАЛЬНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ИНФЕКЦИЙ

**Орлова А.А., Алешина Е.С. канд. биол. наук, доцент,
Дроздова Е.А. канд. биол. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

Взаимодействие между золотистым стафилококком и человеком может варьироваться от незаметной колонизации до серьёзных последствий в виде различных заболеваний, включая инфекции кровотока и рецидивирующие инфекции кожи и мягких тканей [17].

Иммунный ответ – взаимодействие клеток иммунной системы в связи с внедрением антигена, которое приводит в конечном итоге к удалению этого антигена из макроорганизма и формированию иммунной памяти к нему [5].

Иммунный ответ на антигены стафилококка у человека представляет собой ряд сбалансированных этапов взаимодействия антигенов микроорганизма с иммунной системой хозяина, результатом чего является накопление в кровяном русле специфических антител IgG-класса [4].

Изучение иммунного ответа у человека чрезвычайно сложно из-за многообразия вариантов иммунореактивности организма, многообразия изменчивости микробов, влияния антибиотиков и химиопрепаратов на характер течения заболеваний, вызванных стафилококком, и на возбудителей этих заболеваний.

Экстремальный рост числа случаев и тяжести течения индуцированных стафилококком патологических процессов свидетельствует об отсутствии полных представлений об иммунной реакции человека на антигены стафилококка, нет критериев прогнозирования направленности этой реакции и практически невозможно предвидеть индивидуальный вариант иммунного ответа.

Наиболее адекватной моделью вторичного иммунного ответа у человека является процесс накопления антител при иммунизации здоровых лиц – добровольных доноров гипериммунной плазмы [13].

Основными патоген-ассоциированными молекулярными структурами (pathogen associated molecular patterns – PAMP) бактерий *Staphylococcus aureus*, которые, взаимодействуя с образ-распознающими рецепторами (pattern recognition receptors – PRR) макроорганизма, вызывают развитие воспалительного процесса, являются стафилококковые факторы вирулентности: компоненты бактериальной стенки, токсины, адгезины, ферменты [16, 18].

В результате перенесенных заболеваний индуцируется гуморальный иммунный ответ, в ходе которого образуются антитела на антигены микробных

клеток, токсины и ферменты. Клеточный иммунный ответ проявляется в подавлении фагоцитоза. Устойчивость к фагоцитозу у вирулентных штаммов *S. aureus*, возможно, связана с их способностью образовывать капсулу *in vivo*, а также с продукцией коагулазы, образующей вокруг бактерий фибрин. Белок А препятствует фагоцитозу, связываясь с Fc-участками IgG. В ряде случаев наблюдается специфическая сенсibilизация организмов. Определенное значение при стафилококковых инфекциях имеют секреторные IgA, обеспечивающие местный иммунитет слизистых оболочек [6].

Основным методом диагностики стафилококковых инфекций является бактериологический [1].

Бактериологический метод: посев исследуемого материала на желточно-солевой агар (выявление лецитовителлазы), кровяной агар (наличие гемолизина), плазму (выявление плазмокоагулазы) с последующим выделением чистой культуры и ее идентификацией, в том числе с помощью фаготипирования [7].

Бактериоскопический метод имеет ориентировочное значение, так как он позволяет обнаружить грамположительные кокки, расположенные скоплениями в виде виноградной грозди. В качестве исследуемого материала используют гной, отделяемое ран, слизь, кровь, мочу. Вид исследуемого материала зависит от локализации патологического процесса [2].

Бактериоскопический метод: мазок из материала (чаще гной) окрашивают по Граму. Преобладание в препаратах стафилококка среди сопутствующей микрофлоры позволяет предположить его этиологическую значимость [8].

Родовую и видовую принадлежность выросшей культуры определяют с помощью следующих тестов:

- 1) продукция каталазы;
- 2) продукция лецитиназы;
- 3) ферментация глюкозы и маннита в анаэробных условиях;
- 4) продукция плазмокоагулазы;
- 5) наличие ДНКазы;
- 6) синтез фосфатазы;
- 7) чувствительность к новобиоцину;
- 8) гемолитическая активность.

Чувствительность к бактериофагам определяют для внутривидовой идентификации стафилококков и выявления источника инфекции. Для изучения фагочувствительности стафилококков используют набор из 23 бактериофагов [11].

Важно определять чувствительность выделенных штаммов к антибиотикам, так как стафилококки, особенно внутрибольничные, во многом устойчивы к ним. Одним из показателей лекарственной резистентности стафилококков является их устойчивость к метициллину и оксациллину – метициллинрезистентные золотистый и эпидермальный стафилококки [12].

Чувствительность к антибиотикам проверяют стандартным дискодиффузионным методом [14].

Серологический метод применяется главным образом при хронической форме стафилококковой инфекции. Чаще определяют титры антител против D-токсинов и компонентов клеточной стенки [3].

Так как стафилококки – это представители нормальной микрофлоры, необходимы количественные методы исследования, т.е. определение числа бактерий в исследуемой пробе.

Для выделения и количественного учета *Staphylococcus aureus* в пищевых продуктах используют среду Байрда-Паркера. Среда содержит яичный желток для выявления лецитиназы, хлорид лития и теллурид калия для подавления роста сопутствующей микрофлоры, пируват натрия и глицин для стимулирования роста стафилококков. На среде Байрда-Паркера формируются черные колонии стафилококков, вокруг которых образуются характерные зоны опалесценции в результате разложения лецитиназой яичного желтка [15].

Патогенные коагулазоположительные стафилококки (в частности, *Staphylococcus aureus*) ферментируют маннит, а коагулазоотрицательные стафилококки не ферментируют маннит. Поэтому для выделения клинически значимых культур стафилококков из пищевых продуктов используют солевой агар с маннитом и феноловым красным. Штаммы *Staphylococcus aureus* на этой среде образуют желтые колонии и вызывают изменение цвета среды на желтый. Коагулазоотрицательные стафилококки образуют красные колонии без изменения цвета среды.

Биохимическую активность стафилококков изучают с помощью коммерческих тест-систем [10].

Синтез фосфатазы стафилококков выявляют путем добавления в питательную среду паранитрофенилфосфата. После суточного инкубирования посевов в термостате у положительных культур вокруг колоний формируется желтая зона.

Определение чувствительности к новобиоцину осуществляется дискодиффузионным методом. Диаметр зоны задержки роста более 16 мм свидетельствует о чувствительности культуры, а менее 16 мм – о резистентности культуры [9].

Список литературы

1. Волина, Е. Г. Основы частной микробиологии: учеб. пособие / Е. Г. Волина, Л. Е. Саруханова – М.: РУДН, 2011. – 189 с.
2. Давлетшина, Г. К. Микробиологические методы: учеб. пособие / Г. К. Давлетшина, М. М. Туйгунов, Ю. З. Габидуллин – Уфа: изд-во ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, 2018. – 119 с.
3. Зверев, В. В. Медицинская микробиология, вирусология и иммунология: учебник / В. В. Зверев, А. С. Быков. – М.: изд. Медицинское информационное агентство, 2016. – 816 с.
4. Зорников, Д. Л. Основы противoinфекционной иммунологии / Д. Л. Зорников, Н. В. Литусов. – Екатеринбург, 2016. – 34 с.

5. Климов, В.В. Основы иммунологии: учебное пособие. – Томск, Изд-во СибГМУ, 2017. – 169 с.
6. Колганова, О. А. Заболевания животных, вызываемые патогенными стафило- и стрептококками / О. А. Колганова. – Новосибирск, 2024. – 103 с.
7. Копылова, Г. Е., Кравченко Г.А. Частная (медицинская) микробиология: учеб-метод. пособие / Г. Е. Копылова, Г. А. Кравченко – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2015. – 46 с.
8. Красноженов, Е. П. Микробиологическая диагностика инфекционных заболеваний / Е. П. Красноженов, М. Р. Карпова, И. Н. Ильинских – Томск: СибГМУ, 2005. – 157 с.
9. Литусов, Н. В. Грамположительные аэробные кокки: иллюстрированное учебное пособие / Н. В. Литусов – Екатеринбург: изд-во УГМУ, 2016. – 89 с.
10. Никитин, В. М. Справочник методов биохимической экспресс-индикации микробов / В. М. Никитин. – Кишинёв: Картя Молдовеняскэ, 1986. – 294 с.
11. Сбойчаков, В. Б. Микробиология с основами эпидемиологии и методами микробиологических исследований / В. Б. Сбойчаков – СПб: СпецЛит, 2011. – 608 с.
12. Семина, Н. А. Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам: методические указания / Н. А. Семина, С. В. Сидоренко – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 91 с.
13. Смирнов, В. В. Стафилококк / В. В. Смирнов. – Киев: Наук. Думка, 1988. – 248 с.
14. Шепелин, А. П. Дisko-диффузионный метод для определения чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам / А. П. Шепелин, Л. В. Домотенко – Оболенск: ФБУН ГНЦ прикладной микробиологии и биотехнологии Роспотребнадзора, 2019. – 4 с.
15. Шепелин, А. П. Питательные среды для выявления стафилококков в клинической и санитарной микробиологии / А. П. Шепелин, О. В. Полосенко, И. И. Марчихина – Оболенск: ФБУН ГНЦ прикладной микробиологии и биотехнологии Роспотребнадзора, 2015. – 5 с.
16. Foster, T. J. Adhesion, invasion and evasion: the many functions of the surface proteins of *Staphylococcus aureus* / T. J. Foster. – 2014. – P. 49-62
17. Meyer, T. C. A comprehensive view on the human antibody repertoire against *Staphylococcus aureus* antigens in the population / T. C. Meyer. – Germany, – 17 p.
18. Zecconi, A. *Staphylococcus aureus* virulence factors in evasion from innate immune defenses in human and animal diseases / A. Zecconi. – 2013. – P. 12-22

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПРЕСС-МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ПОЧВ В СИТУАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ КАТАСТРОФ

**Пелих, В. В., Юдин А.А., Каныгина О.Н., д-р физ.-мат. наук, профессор
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

Нефтегазодобывающая отрасль (НГО) является сложным комплексом производства, транспортировки, переработки нефти и газа, распределению продуктов переработки. Судя по сегодняшней ситуации, это одна из самых экологически опасных отраслей хозяйствования. Нештатные ситуации (аварии – техногенные катастрофы различной природы и степени тяжести) отличаются высокой загрязняющей способностью, большой землеёмкостью, высокой взрывной и пожароопасностью.

В процессе производственной деятельности (НГО) в окружающую среду поступают:

- нефть, нефтепродукты, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), пластовые минеральные воды, ингибиторы коррозии и парафиноотложения, химреагенты, деэмульгаторы, буровые сточные воды и буровой шлам – при сбросе в водные объекты и на рельеф местности;

- сероводород, оксиды азота, оксид углерода, углеводороды, сернистый ангидрид и сажа – при выбросах в атмосферу.

Отмечаются значительная интенсивность и масштабы загрязнения почв и грунтов, подземных вод. Особую опасность представляют многочисленные повреждения промысловых трубопроводов, аварии на магистральных нефтегазопроводах и чрезвычайные происшествя, связанные с железнодорожным транспортом, нефтеналивными танкерами (потери нефти из резервуаров) для состояния почв и водных объектов [1].

В целом, система «магистральный трубопровод – природная среда» характеризуется сложным комплексом прямых и обратных связей, проявляющихся во взаиморазрушающих процессах [2].

Понятие «магистральный трубопровод» закреплено в своде правил «Магистральные трубопроводы» [3,4], под которым понимается единый производственно-технологический комплекс, включающий в себя сооружения, здания, в том числе объекты, используемые для обеспечения транспортирования, хранения и (или) перевалки на автомобильный, водный и железнодорожный виды транспорта жидких или газообразных углеводородов, определения жидких (нефть, нефтепродукты, газовый конденсат, сжиженные углеводородные газы, широкая фракция легких углеводородов, их смеси) или газообразных (газ) углеводородов, соответствующих требованиям законодательства Российской Федерации [5].

Необходимы поиски путей наименьшего влияния техногенных кризисов на окружающую природу. Магистральные трубопроводы, как и накопители

нефти – это взрывопожароопасные объекты, массы которых составляют тысячи тонн, их разрушение связано с крупномасштабными экологическими потерями, в первую очередь, из-за повреждений природного ландшафта, в первую очередь, на почвенный покров.

Это, как правило, нарушение сложившихся форм естественного рельефа, ухудшение физико-механических и химико-биологических свойств почвенного слоя; уничтожение и порча посевов сельскохозяйственных культур;. Нарушение природных экологических рекреаций, прямые потери земельного фонда.

При ликвидации последствий аварий используются различные приемы, приводящие к ухудшению экологической ситуации. Механический сбор нефти с последующим выжиганием или захоронением остатков путем отсыпки песком или торфом – это одни из главных методов ликвидации разлива нефти, наибольшая эффективность которого достигается в первые часы после разлива. К достоинствам этого метода можно отнести всепогодную возможность его использования.

Однако в результате неполной очистки почвы образуются стойкие канцерогенные вещества, распространяющиеся разносятся по большой территории, в конечном счете, приводящие к резкому возрастанию числа онкологических заболеваний населения.

Важнейшей особенностью загрязнения нефтепродуктами геологической среды является то, что даже после ликвидации первичного источника загрязнения и откачки жидких нефтепродуктов, остаточная насыщенность углеводородами почвы и грунтов создают условия длительного загрязнения. Чаще всего удается удалить лишь менее половины утерянных нефтепродуктов. Как показывает и отечественная и зарубежная практика, удаление остаточных нефтепродуктов из геологической среды продолжается десятки лет, загрязнение обычно чрезвычайно устойчиво и требует много труда для устранения.

В связи с этим становится чрезвычайно актуальной проблема адекватного (визуального, экспрессного, информативного и малозатратного) мониторинга состояния почвы, пляжных песков, грунтов и других видов литосферы (твердой поверхности).

Авторы настоящей статьи предлагают апробацию колориметрического метода оценки состояния поверхности твердых тел для быстрой оценки содержания нефти в исследуемых объектах на основании цветометрических характеристик исследуемых объектов. В последнее время внедрение в практику рутинного анализа простых подходов и устройств обнаружения и определения представляет значительный интерес. Одним из таких инструментов является цифровая цветометрия с использованием портативных и переносимых цифровых устройств, среди которых главным образом следует выделить цифровые камеры и смартфоны [6]. Высокая разрешающая способность значительно повышает локальность цветометрического анализа, открывая возможность исследования широкого круга объектов окружающей среды. Использование цифровых устройств позволяет обрабатывать полученные

изображения широким спектром цветиметрических систем, среди которых наиболее популярными являются RGB, LAB, HSL, CMYK, HSV и некоторые другие. Наиболее часто современные устройства используют систему RGB, отвечающую совокупности трех монохроматических излучений с длинами волн 700,0 нм (R – красный), 546,1 нм (G – зеленый) и 435,8 нм (B – синий). Суммарный цвет получается вариацией относительных количеств каждого из трех составляющих.

С точки зрения химического анализа важен тот момент, что координаты цвета будут функционально связаны со спектром излучения, диффузно отраженного от исследуемого объекта. В связи с тем, что при протекании аналитической реакции или внесении дополнительного вещества в исследуемую систему зачастую одним из аналитических сигналов является изменение цвета, то следствием будет изменение координат цвета цифрового изображения. Усреднение координат по всем пикселям может рассматриваться как аналитический сигнал, по которому можно построить градуировочную зависимость [7].

При создании систем экспресс-контроля на основе цветиметрических характеристик весьма важно проработать два этапа: приборную фиксацию характеристик изучаемых объектов и собственно обработку цифрового изображения на основании определенных алгоритмов.

Для создания экспресс-системы определения массовой доли нефтепродуктов (НП) в почвенных матрицах нами предлагается прототип методики для цветиметрического определения НП на основании создания обученной системы, способной на основании данных цифрового изображения или микрофотографии определить содержание НП в почве. Так как количество почв весьма разнообразно, для уменьшения размерности в дальнейшем планируется использовать метод главных компонент, который позволит однозначно также идентифицировать вид анализируемой почвы и подобрать в базе соответствующую градуировочную зависимость. В данной работе будет описан лишь принцип получения аналитического сигнала с образцов.

Так как почва не является однородной системой, для решения проблемы приборной фиксации и создания ровной поверхности для получения снимков была смоделирована ячейка (рисунок 1) для отбора и хранения проб, позволяющая создать ровную поверхность для получения качественных снимков. Ячейка была изготовлена методом FDM-печати химически стойким PETG-пластиком. Ячейка такой конструкции позволяет получать как изображения с помощью смартфона в макрорежиме, так и микроизображения посредством микроскопа с цифровой приставкой.

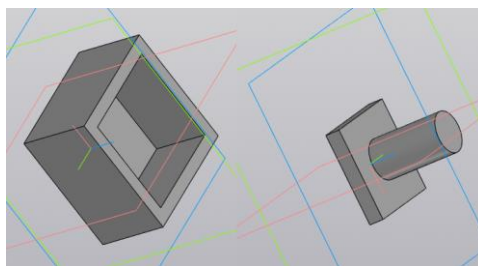


Рисунок 1 – Ячейка для образца почвы и прессик для создания ровной поверхности

Нами был разработан инструмент, расположенный в сети Интернет по адресу <https://libchem.ru/ColorMeasureChem/> позволяющий проводить RGB-анализ загруженных изображений. Интерфейс представлен на рисунке 2.

ColorMeasureChem

RGB-анализ

Файл не выбран

R =
G =
B =
R (%) =
G (%) =
B (%) =

Если необходимо рассчитать эффективную интенсивность, введите данные образца сравнения:

Рисунок 2 – Внешний вид страницы ColorMeasureChem

Функционал программы позволяет раскладывать по составляющим RGB загруженное изображение. В случае цветиметрического анализа относительно образца сравнения представляется возможным рассчитать эффективную интенсивность, введя RGB-параметры образца сравнения (R_s , G_s , B_s). По нажатию кнопки «Рассчитать эффективную интенсивность» можно получить параметры A_R , A_G , A_B , аналогичные понятию оптической плотности относительно каждого канала, параметр A_T , являющийся величиной общего поглощения (сумма A_R , A_G , A_B) и параметр CR – цветовое отношение.

Для демонстрации функционала приведем параметры для микрофотографий рабочих образцов чернозема выщелочного с содержанием нефтепродуктов от 0 % до 25 % (по массе). Микрофотографии приведены на рисунке 3. Определяемые параметры в таблице 1.

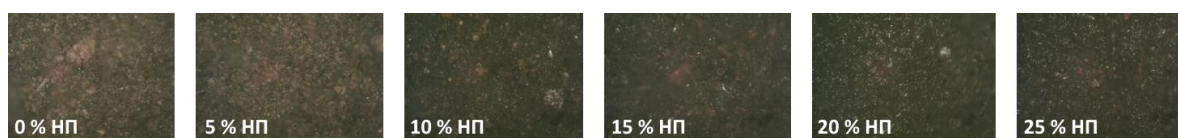


Рисунок 3 – Микрофотографии рабочих (стандартных) образцов чернозема с различной массовой долей нефти (имитация загрязнения)

Таблица 1 – Результаты цветометрического анализа

Сод. НП, %	R	G	B	A _R	A _G	A _B	A _T	CR
0	84,90	80,07	61,25	-	-	-	-	-
5	80,53	76,59	58,84	-0,02	-0,02	-0,02	-0,06	1,05
10	60,15	61,17	81,00	-0,15	-0,12	-0,12	-0,15	1,15
15	66,04	66,65	51,54	-0,11	-0,08	-0,07	-0,26	1,23
20	63,24	65,58	46,99	-0,13	-0,09	-0,12	-0,33	1,29
25	61,45	62,26	47,20	-0,14	-0,11	-0,11	-0,36	1,32

По величинам общего поглощения A_T и цветового отношения CR построим калибровочные графики, представленные на рисунке 4.

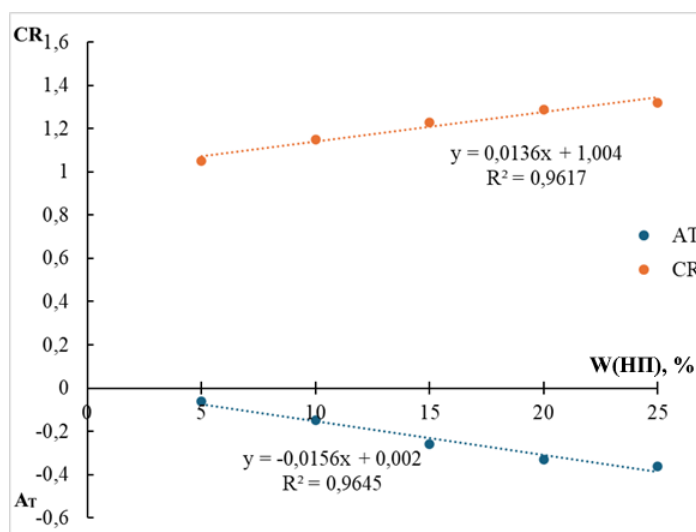


Рисунок 4 – Калибровочные графики для цветометрического определения массовой доли нефти в черноземе

Исходя из представленных зависимостей на рисунке 4 видно, что величина общего поглощения и цветное отношение линейно зависят от массового содержания нефти в черноземе, отсюда следует, что метод при должном аппаратном оформлении может быть использован для экспрессного анализа на наличие нефтяных загрязнителей почв. Для селективного

обнаружения малого количества нефти в почве может быть предложена цветометрия в УФ-лучах.

Список литературы

1. Охрана окружающей среды при сооружении и эксплуатации газонефтепроводов / Л. Г. Телегин [и др.]. – Москва: Недра, 1988. – 188 с.
2. Щербаков, С. Г. Проблемы трубопроводного транспорта нефти и газа / С. Г. Щербаков. – Москва: Наука, 1982. – 203 с.
3. Свод правил СП 36.13330.2012 «СНиП 2.05.06-85. Магистральные трубопроводы». Актуализированная редакция СНиП 2.05.06–85* (утв. приказом Федерального агентства по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству от 25 декабря 2012 г. N 108/ГС).
4. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2012 № 7-ФЗ.
5. Портнова, А. О. Экологические аспекты трубопроводного транспорта / А. О. Портнова. // Молодой ученый. – 2019. – № 3 (241). – С. 124–126. Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/241/55733/> (дата обращения: 28.05.2023).
6. Шаока, З. А. Ч. Использование смартфона в химическом анализа / З. А. Ч. Шаока, Д. С. Большаков, В. Г. Амелин // Журнал аналитической химии. – 2023. – Т. 78. - № 4. – С. 317-353.
7. Использование бытовых цветорегистрирующих устройств в количественном химическом анализе / В. В. Апяри [и др.] // Журнал аналитической химии. – 2017. – Т. 72. - № 11. – С. 963-977.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ НЕФТЕ- И ГАЗОПРОВОДОВ

Пелих В.В., Биксентеев А.Р., Каныгина О.Н., д-р. физ.-мат. наук, профессор
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Магистральные нефтегазопроводы являются одними из объектов федерального значения, потому вопросы обеспечения надежной и безопасной эксплуатации затрагивают нефтяную и другие отрасли, влияют на окружающую среду. Во время эксплуатации могут возникнуть многочисленные экологические проблемы, которые способны оказать негативное воздействие на окружающую среду, вызвать экологические катаклизмы.

Важным компонентом трубопровода является магистральный нефтепровод, имеющий комплексный состав в виде линейной части и промежуточных технических станций [1].

Она помимо трубопровода включает множество технологических устройств необходимых для технического поддержания трубопровода в различных внешних условиях. Назначение линейных сооружений – обеспечение заданных режимов перекачки нефти. Особенностью такого типа сооружения является интенсивная эксплуатация в течении всего срока, что влияет на структуру при строительстве нефтепровода [2].

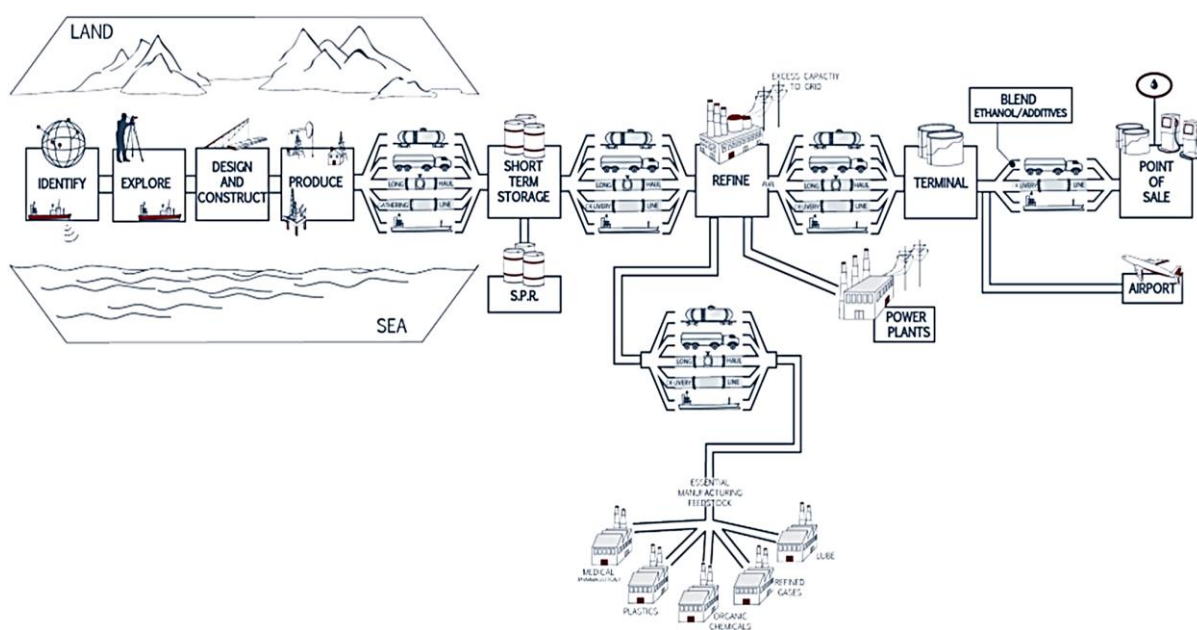


Рисунок 1 - Схема магистрального нефтепровода [2]

Нефтегазовые сооружения являются потенциально опасными в экологическом отношении объектами, так как несут в себе явные и скрытые проблемы, при этом негативно влияя на экосистемы [3]. Так в ходе работы оборудования (насосные станции, компрессоры) создается шумовое

загрязнение, которое беспокоит людей и животных, а также создает вибрации, которые влияют на состояние зданий и сооружение трубопроводов.

Основные группы факторов, влияющие на эксплуатационные характеристики нефтепровода:

- 1) дефекты трубопровода и коррозия металла;
- 2) активность внешней среды, оказывающей влияние на нефтепровод.

Классификация причин аварий и повреждений на нефтепроводах представлена на рисунке 2.

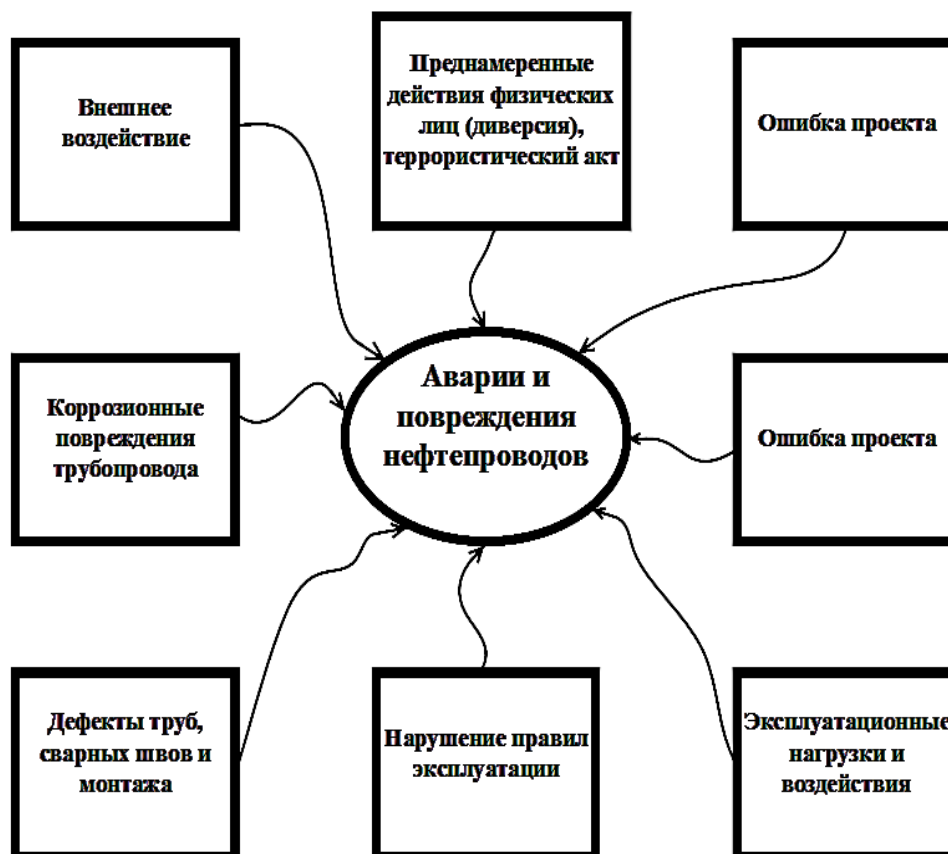


Рисунок 2 - Причины аварий и повреждений на нефтепроводах

Со временем трубы разрушаются, образуется коррозия, которая может привести к аварийным ситуациям, например, разрывам труб и выбросам опасных веществ. При коррозии металл попадает в окружающую среду из-за чего происходит вторичное загрязнение [4].

При авариях на трубопроводах нефть может попасть в почву, водоемы, океаны. Например, при попадании нефти в почву происходит гибель растений, микроорганизмов, а также ухудшается ее плодородие. При попадании нефтепродуктов в реки, озера и моря, вода становится непригодной для питья, урожая, жизни водных организмов [5].

Утечка газа при добыче или транспортировке, например, метана, способствует глобальному потеплению, так как является мощным парниковым газом.

Установка трубопроводов влияет на биоразнообразие. Для того, чтобы начать строительство трубопроводов, необходимо провести вырубку лесов, нарушить естественный ландшафт. Данные действия разрушают привычные места обитания животных и растений. Также трубы могут стать барьером для миграции диких животных [6].

Влияние трубопроводов на атмосферу выражается изменением химического состава воздуха и его термическом загрязнении. Более всего загрязняющим источником является перекачиваемый продукт. При нормальном режиме эксплуатации загрязнения происходит при операциях на перекачивающих станциях, случаях утечки газа [7]. Однако при дефектах продукт может просачиваться в виде газообразных соединений таких как углеводороды, NO_x NH₃.

Тепловое воздействие транспортированной трубой нефти имеет особое значение для районов с вечной мерзлотой. Нефть характеризуется довольно высокой температурой замерзания и вязкостью и для лучшего потока её предварительно подогревают. Трубы изолируют, однако на некоторых участках возможна нарушение теплоизоляции. Что может приводить к нагреву окружающего пространства, что приводит к таким процессам как термоэрозия.

Особо важным является возможное предотвращение чрезвычайных ситуаций, которые могут быть следствием эксплуатации некачественного трубопровода или допущения халатности управляющих предприятий.

Разливы нефти в результате аварий на трубопроводах, вызванных либо разрушением материалов, либо неправильной эксплуатацией, могут привести к долговременному экологическому ущербу для почвы и воды. Оценка потенциальных экологических рисков, связанных с этими авариями, имеет решающее значение для эффективного управления целостностью трубопроводов [8].

Для снижения экологических рисков необходим постоянный мониторинг трубопроводов методами визуального осмотра или автоматизированными способами. Новейшие алгоритмы поддержания активного состояния трубопровода позволяют вести интенсивную работу предприятий с минимальными экологическими рисками.

Список литературы

1. Айдышев В.Б. Влияние нефтепровода на окружающую среду / В.Б. Айдышев // Международный школьный научный вестник № 5, 2018, с.302 - 311
2. Plaehn, T. The Next Big Energy Investment Cycle is Here / T. Plaehn // Investors Alley : электронный журнал. – URL: <https://www.investorsalley.com/the-next-big-energy-investment-cycle-is-here/>. – Дата публикации: 23.03.2022.
3. Солодовников А.Ю. Воздействие нефтегазопроводов на окружающую среду в Тюменской области: Факторы и последствия /А.Ю. Солодовников// Вестник СПбГУ № 4, 2004. с.85 – 96

4. Говорушко С.М. Сооружение и эксплуатация трубопроводов: воздействие на окружающую среду / С.М. Говорушко // Экология промышленного производства № 3, 2011, с.23 – 26

5. Iqbal H. Inspection and maintenance of oil & gas pipelines: a review of policies /H. Iqbal [et al.] // Structure and Infrastructure Engineering, 2016 P. 794-815

6. Saedi A. Environmental impact and damage assessment of oil trunkline transportation by life cycle assessment method / A. Saedi [et al.] // Energy Sci. Eng. 2024; №12. P.1855–1869.

7. Bonvicini S. Assessment of the risk related to environmental damage following major accidents in onshore pipelines / S. Bonvicini [et al.] // J. of L. Prevent. in the Proc. Indust. 2018. № 56. P. 505–516

8. Strogon B. Environmental, public health, and safety assessment of fuel pipeline and other freight transportation modes / B. Strogon [et al.] // Applied Energy 2016. №171. P. 266–276

БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЮЖНЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ

Петрова Е.Н., Здорова А.А.

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

Южный чернозем представляет собой одну из самых плодородных почв России, обладающую уникальными характеристиками, которые делают ее важной для сельского хозяйства. Согласно классификации и диагностике почв России, разработанной в 1977 году, черноземы южные относятся к наиболее ксероморфной генетической группе черноземов, которые характерны для зоны засушливых степей. По структуре и составу южный чернозем Оренбургской области имеет высокое содержание гумуса (в среднем от 4 % до 7 %). Он также богат необходимыми для роста сельскохозяйственных культур питательными веществами, такими как азот, фосфор и калий. Данный подтип черноземов сформировался под типчаково-ковыльной степной растительностью [7, 6].

Биологические свойства почв играют ключевую роль для формирования благоприятных условий для роста и развития растений, как в естественных условиях, так и в агроценозах. Главным показателем этих свойств является биологическая активность почвы, включающая активность определенных групп организмов.

Почвенная фауна довольно разнообразна, организмы в ней варьируются по размеру и функциональным ролям (например, редуценты, паразиты растений и так далее). Микробиота почвы широко распространена и может включать в себя бактерии, вирусы, простейших, водоросли и так далее.

Микроскопические организмы черноземов выполняют многие функции и принимают участие в сохранении плодородия почвы. Например, микробоценоз вносит свой вклад в синтез гуминовых веществ и в растворение фосфатов. Многие бактерии выстраивают симбиотические связи с корнями растений. Такое взаимодействие положительно для обеих сторон, так как бактерии преобразовывают элементы питания в доступные для растений формы, и в свою очередь также получают питательные вещества. Органические соединения, которые выделяются корнями растений, трансформируют почву, в том числе ее физико-химические свойства, и значительно улучшают биологические свойства. Микробное население осуществляет все стадии циклов химических элементов, к примеру, азотного цикла. Уровень видового богатства микробиоты отражает экологический баланс, возникающий в результате совокупного воздействия биотических и абиотических факторов [1, 3]. К биотическим компонентам относятся почвенные микроорганизмы (кроты, крысы, дождевые черви), микроорганизмы (бактерии, грибы, актиномицеты), корни растений и водоросли. К абиотическим компонентам относятся минеральные частицы, питательные вещества, газы и вода.

Кроме того, микроорганизмы защищают почву, подавляя в ней патогены или конкурируя с болезнетворными видами, тем самым уменьшая риск заболеваний. Это биологическое взаимодействие снижает необходимость в химических пестицидах и способствует формированию устойчивых агроэкосистем. Например, некоторые грибы и бактерии могут вырабатывать антимикробные соединения, которые защищают корни растений от инфекций.

В почвенных горизонтах имеется уникальная иерархическая структура. Связано это с наличием свободного пространства, что позволяет увеличить биологическое разнообразие. Почвенные организмы распространяются в почве по размерам и функциям экосистемы, которые создают среду обитания. Крупные почвенные животные, такие как кроты, суслики, сурки или черви своей деятельностью содействуют равномерному распределению гумуса и ускорению выветривания пород. Продвигаясь в почве, животные формируют больше агрегатов в почве, благодаря которым улучшается пористость и водоудерживающая способность. Некоторые виды животных глубоко роют норы, что перераспределяет кальций в почвенном покрове [4].

Классифицировать почвенных организмов можно по трем главным экосистемным функциям: трансформация и разложение (сочетание преобразований и круговоротов питательных веществ), биологическая регуляция и почвенная инженерия (поддержание структуры почвы).

Таким образом, к первой функции относят «химических инженеров» – микроорганизмы (бактерии, грибы, простейшие), которые разлагают растительные остатки и преобразовывают вещества. Ко второй функции относят «биологических регуляторов» – нематоды, клещи, другие мелкие беспозвоночные, отвечающие за регуляцию численности других организмов. К третьей функции отнесены «экосистемные инженеры» (дождевые черви, муравьи, термиты), которые работают над структурой почвы, прокладывая огромные ходы и формируя устойчивые агрегаты [2].

Качество почвы во многом зависит от её физико-химических, биохимических и биологических свойств. Почвенно-микробные сообщества высокочувствительны к деятельности человека. Чрезмерное применение удобрений приводит к неблагоприятным последствиям для окружающей среды, в том числе для почвенных горизонтов, и может повлиять на микроорганизмы.

Черноземы, которые имеют богатую почвенную биоту, характеризуются высоким содержанием органических веществ. Не только количество, но и разнообразие органических соединений в почве определяет ее биологическую активность. Микробиологическая активность в большей степени увеличивается за счет внесения свежих органических остатков, которые могут быть быстро разложены микробами [3]. Разложение позволяет минерализовать питательные вещества, которые становятся доступными для растений. Без активной микробной жизни почва теряет свою плодородность, и растения не могут получать необходимые им элементы для роста.

Почвенная фауна представляет собой ключевой элемент экосистемы, играя важную роль в поддержании здоровья и плодородия почвы. Она

включает широкий спектр организмов – от травоядных и плотоядных до всеядных животных. Почвенные организмы оказывают заметное влияние на многие почвенные формы, влияя на разрушение мертвого природного материала, круговорот питательных веществ, изменение и транспортировку почвенных материалов, а также на развитие и поддержание структуры почвы. Значительное разнообразие, биомасса, обилие и густота почвенной фауны использовались в качестве индикаторов естественного или антропогенного воздействия на наземные экосистемы, поскольку они полностью связаны с физическими, химическими и микробиологическими характеристиками почвы [5].

Биоразнообразие почв является ключевым компонентом качества почв и может предоставить ценную информацию о состоянии почвы, включая взаимосвязь между почвенными организмами и функциями почвы. Понимание биологических свойств почвы важно для рационального использования почвы, а также для профилактики и борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур.

Список литературы

1. Boyarshin, K.S.; Adamova, V.V. et al. The Effect of Long-Term Agricultural Use on the Bacterial Microbiota of Chernozems of the Forest-Steppe Zone / K.S. Boyarshin, V.V. Adamova // *Diversity*. – 2023. – №15. – P. 191.
2. Drenning, P. Soil Functions and Ecosystem Services: A Literature Review (Part 2/2) / P. Drenning // Chalmers University of Technology, Department of Architecture and Civil Engineering. – 2021. – №2. – P. 10-15.
3. Gurjar, G. et al. Soil Biological Properties and Their Importance in Agricultural Production / G. Gurjar // *Biomolecule reports*. – 2017. – №4. – P. 1-10.
4. Malica, J.; Urbanowski, C.K. et al. Soil Environment and Fauna Communities in Europe after Afforestation of Post-Agricultural Lands—A Review / J. Malica, C.K. Urbanowski // *Forests*. – 2022. – №13. – P. 1713.
5. Mishra, A., Singh, D. Role of Soil Fauna: En Route to Ecosystem Services and Its Effect on Soil Health / A. Mishra, D. Singh // *Phytobiomes: Current Insights and Future Vistas*. – 2020. – №1. – P. 105-126.
6. Афанасьева, Е.А. К вопросу о происхождении и эволюции черноземных почв / Е.А. Афанасьева // *Почвоведение*. – 1946. – № 6. – С. 379-384.
7. Чибилев, А.А. Природа Оренбургской области (Часть I. Физико-географический и историко-географический очерк) / А.А. Чибилев // Оренбургский филиал Русского географического общества. – 1995. – С. 128.

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ДОКИНГ БЕЛКОВ-ЛИГАНДОВ ПАКЕТОМ AUTODOCK С ЦЕЛЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТИ ИХ БИОХИМИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

**Плотникова Ю.А., Барышева Е.С., д-р. мед. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

Вычислительный докинг давно используется для прогнозирования связанных конформаций и свободных энергий связывания низкомолекулярных лигандов с макромолекулярными мишенями. Он позволяет изучить механизмы и структуры биомолекулярных взаимодействий, и применяется при проектировании и моделировании новых лекарственных препаратов.

Методы достаточно быстры, чтобы обеспечить виртуальный скрининг библиотек лигандов, содержащих десятки тысяч соединений. Протокол пакета AutoDock охватывает методы докинга и виртуального скрининга, предоставляемые набором программ включая базовый докинг молекулы лекарственного препарата, виртуальный скрининг этой мишени с библиотекой лигандов, докинг с селективной гибкостью рецепторов, предсказание активного центра и докинг с явной гидратацией.

Как правило, процесс докинга начинается с мишени известной структуры, такой как кристаллографическая структура фермента, представляющего лекарственный интерес. Затем докинг используется для прогнозирования связанной конформации и связывания свободной энергии малых молекул с мишенью. Эксперименты с одиночным докингом полезны для изучения функции мишени, а виртуальный скрининг, при котором большая библиотека соединений состыковывается и ранжируется, может быть использован для идентификации новых ингибиторов для разработки лекарств.

AutoDock — это набор бесплатного программного обеспечения с открытым исходным кодом для вычислительного докинга [1] и виртуального скрининга малых молекул в макромолекулярные рецепторы. В настоящее время пакет включает в себя несколько дополнительных инструментов:

Вероятность связывания можно оценить по нескольким критериям:

1. Количество необъединенных, индивидуальных сайтов (кластеров) связывания (N) для каждого белка. Меньшее их количество указывает на пучность, большее – на разброс по поверхности. Большой разброс точек говорит о плохой аффинности по отношению к рецептору.

2. Значение эффективности рецептора (LE). Большое значение по модулю указывает на хорошее связывание.

3. Константа ингибирования (K_i). Показывает расчетное значение концентрации лиганда, необходимое для присоединения к белку. Чем меньше, тем лучше. Вместе с параметром LE показывает эффективность связывания с белком.

4. Свободная энергия образования (ΔG). Отрицательное значение указывает на смещение реакции в сторону образования комплекса лиганд-белок. Большее значение по модулю для текущего комплекса, по сравнению с другими, показывает силу и выгоду взаимодействия.

5. Количество водородных связей. Для индивидуального взаимодействия большее количество образуемых водородных связей указывает на наибольшую вероятность удержания на поверхности белка и, в общем, увеличивает шанс присоединения лиганда к этому участку.

6. Окружение комплекса аминокислотами каталитической триады. Это набор нескольких аминокислот, в основном, трех, строго скоординированных в активном центре фермента. Механизм работы этой триады заключается в создании каскада кислота-основание-нуклеофил, позволяющего создать цепь переноса электрона и выполнить ковалентный катализ с полным или неполным разрушением продукта. За счет этого и осуществляется ингибирование.

Успешная стыковка и виртуальный скрининг требуют тщательного внимания к качеству координат, используемых для рецепторов и лигандов. AutoDock использует упрощенное представление молекул, которое включено в модифицированный формат файла Protein Data Bank (PDB), называемый PDBQT:

1) Представительство единого атома: требуется набор координат, включающих полярные атомы водорода. AutoDock использует полярные координаты водорода во время стыковки;

2) Атомное типирование: типирования атомов, включая идентификацию ароматических и алифатических атомов углерода и идентификацию водородной связи гетероатомов.

3) Атомные заряды: AutoDock использует атомные заряды Гаштайгера-Марсили для расчета электростатических взаимодействий и энергий десольватации.

4) Гибкость лиганда: необходимо указывать крутильные степени свободы в молекулах лиганда и в любых боковых цепях рецепторов, которые должны быть гибкими.

5) Пространство для поиска: необходимо указывать стыковочный блок, закрывающий пространство вокруг рецептора, который будет искаться.

Графический пользовательский интерфейс AutoDockTools предоставляет методы для создания подходящих файлов координат из файлов различных распространенных форматов. Также доступны автоматизированные скрипты для пакетной обработки библиотек соединений.

Подготовка файлов координат (шаги 1–4) является, пожалуй, самым важным аспектом процесса, так как качество координат влияет на все результаты стыковки.

Процедура стыковки.

1) Сгенерируйте файл координат лиганда. Требуется набор координат, включающий атомы водорода. Это может быть получено различными

способами, включая экспериментальные координаты из банка данных белков (www.pdb.org) или Кембриджской кристаллографической базы данных (ccdc.cam.ac.uk), или методы генерации структур, такие как сервер CACTUS (cactus.nci.nih.gov/translate).

2) Подсчет атомных координат. Для этого выбирается «Ligand->Input->Open» с использованием меню «Тип файла», выбрать «PDB-файлы». Нажать на файл с координатами, в данном случае `1ier_ligandH.pdb`, и нажать «Открыть». ADT будет считывать координаты, при необходимости добавлять заряды, объединять неполярные водороды и назначать соответствующие типы атомов. На этом этапе лиганд будет отображаться в окне просмотра, а ароматические углы будут выделены зеленым цветом. Нажать «ОК» во всплывающем окне, чтобы продолжить.

3) Подготовьте файл PDBQT, выбрав «Ligand->TorsionTree->DetectRoot». При выборе «Ligand->TorsionTree->ChooseTorsions» откроется окно, позволяющее выбрать степени свободы. Вращающиеся связи будут выделены зеленым цветом, жесткие части — красным, а потенциально вращающиеся связи, которые в настоящее время установлены как «невращающиеся» (например, пептидная связь), — пурпурными. Нажать «Ligand->Output->SaveAsPDBQT», затем выбрать «Сохранить», чтобы записать файл `1ier_ligandH.pdbqt`.

4) Сгенерируйте файл координат рецептора. Необходим файл координат рецептора со всеми атомами водорода. Если вы используете экспериментальные структуры (например, из PDB), используйте текстовый редактор для удаления воды, лигандов, кофакторов, ионов и т.д., которые не должны входить в рецептор. Файл `1ier_receptorH.pdb` предоставляется для использования в качестве учебного пособия по этому протоколу и включает в себя координаты рецептора, взятые из записи PDB `1ier`. Откройте файл, выбрав «Сетка->Макромолекула->Открыть», используйте меню «тип файла», чтобы выбрать «все файлы». Кликните по вашему файлу координат, в данном случае `1ier_receptorH.pdb`, и нажмите «Открыть». ADT будет считывать координаты, добавлять заряды, объединять неполярные водороды и назначать соответствующие типы атомов. Нажмите «ОК», чтобы принять изменения. Появится окно для записи файла PDBQT. Нажмите «Сохранить», чтобы записать файл `1ier_receptorH.pdbqt`

Методы моделирования стыковки

После форматирования координат рецептора и лиганда набор AutoDock предоставляет ряд методов для моделирования стыковки. Этот протокол включает в себя 3 метода. Описание в таблице 1.

Таблица 1 – методы моделирования стыковки

№	Метод	Описание
1	Эксперимент с одиночной стыковкой с помощью	Основной метод докинга для исследования одного лиганда с одним рецептором, с явным расчетом аффинных карт.

2	Прогнозирование активного участка с помощью AutoLigand	Метод анализа рецепторных сайтов связывания, прогнозирования лекарственных участков
3	Стыковка с явными водами	Усовершенствованный метод докинга для одного лиганда с одним рецептором, включающим явные мостиковые молекулы воды

Создайте файл параметров сетки для AutoDock, в котором указаны PDBQT-файлы для рецептора и параметры для создания атомных карт сродства. Запустите ADT и установите рабочий каталог по умолчанию. Выберите «Ligand->Input->Open» и выберите файл PDBQT лиганда (1iep_ligandH.pdbqt). Выберите «Grid->Macromolecule->Open» и выберите файл рецептора PDBQT (1iep_receptorH.pdbqt).

Установите типы карт, выбрав «Grid->SetMapTypes->ChooseLigand» и выбрав файл PDBQT лиганда (1iep_ligandH.pdbqt). Определите пространство поиска, выбрав «Grid->GridBox», после чего откроется окно для указания центра и размера пространства поиска. Используйте «Center->CenteronLigand» для определения минимального блока. Когда закончите, выберите «File->CloseSavingCurrent». Наконец, выберите «Output->SaveGPF», чтобы сохранить файл параметров сетки, которому обычно присваивается extension.gpf (используйте «1iep.gpf»).

Запустите AutoGrid либо из ADT, либо из командной строки. В ADT выберите «Run->RunAutoGrid» и во всплывающем окне с помощью кнопок «Обзор» укажите путь к исполняемому файлу AutoGrid и путь к файлу параметров сетки. После того как вы укажете файл параметров сетки, ADT предложит имя для файла журнала. Нажмите кнопку «Запустить», чтобы запустить AutoGrid.

Сгенерируйте файл параметров докинга, в котором указан файл PDBQT для лиганда и параметры для моделирования докинга. Выберите «Docking->Macromolecule->SetRigidFilename» и выберите файл рецептора PDBQT (1iep_receptorH.pdbqt). Выберите «Docking->Ligand->Choose», выберите файл PDBQT лиганда (1iep_ligandH.pdbqt) и примите параметры стыковки лиганда по умолчанию, которые будут рандомизировать положение лиганда перед стыковкой.

Выберите «Docking->SearchParameters->GeneticAlgorithmParameters» и используйте параметры по умолчанию для большинства лигандов размера лекарства, за исключением того, что установите «Number of GA Runs» на 50. Дополнительные параметры докинга указываются в «Docking->DockingParameters»; используйте параметры по умолчанию для большинства лигандов размера лекарства. Наконец, запишите файл параметров стыковки, выбрав «Docking->Output->LamarckianGA», которому обычно присваивается расширение.dpf (используйте «1iep.dpf»).

Запустите AutoDock либо из ADT, либо из командной строки. Чтобы запустить из ADT, выберите «Run->RunAutoDock» и во всплывающем окне с помощью кнопок «Обзор» укажите путь к исполняемому файлу AutoDock4 и путь к файлу параметров стыковки. После того как вы укажете файл параметров стыковки, ADT предложит имя для файла журнала. Нажмите кнопку «Запустить», чтобы запустить программу.

Визуализируйте результаты AutoDock (рис. 1). Запустите ADT и установите рабочий каталог по умолчанию (см. Шаг 1), а чтобы получить доступ к результатам, выберите «Analyze->Dockings->Open» и выберите файл 1ier.dlg. В ADT есть несколько вариантов визуализации результатов: выберите «Анализ->Конформации->PlayRankedByEnergy» и нажмите на кнопки со стрелками для прокрутки конформаций, или выберите «Анализ->Стыковка->Загрузить», чтобы открыть кликабельное окно с ранжированными конформациями и энергиями [2].

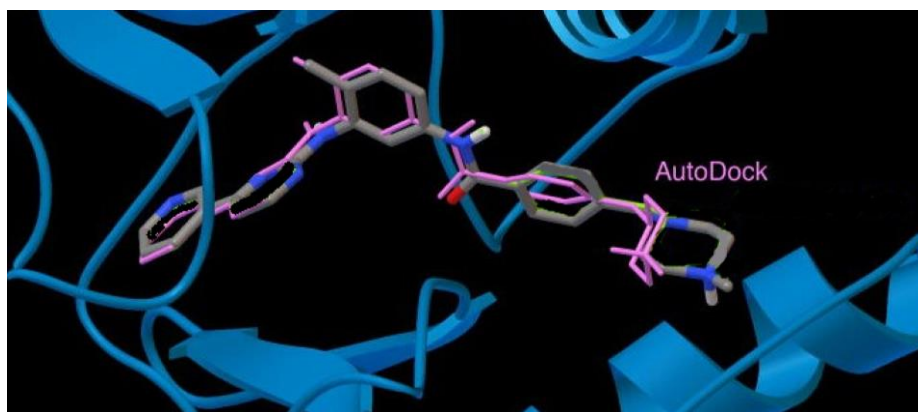


Рисунок 1 – Визуализация результатов AutoDock

Список литературы

1. Плотникова, Ю. А. Химическая модификация противомикробных комплексов органическими молекулами с целью получения смешанно-лигандных антирезистентных агентов / Ю. А. Плотникова, Е. С. Барышева, С. А. Пешков // Технологии живых систем. – 2023. – Т. 20, № 2. – С. 42-52

2. Forli S, Huey R, Pique ME, Sanner MF, Goodsell DS, Olson AJ. Computational protein-ligand docking and virtual drug screening with the AutoDock suite. Nat Protoc. 2016 May;11(5):905-19. doi: 10.1038/nprot.2016.051. Epub 2016 Apr 14. PMID: 27077332; PMCID: PMC4868550.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ КОНТРОЛЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МЕДИЦИНСКАЯ МИКРОБИОЛОГИЯ И ИММУНОХИМИЯ»

Романенко Н.А., канд. биол. наук

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

«Оренбургский государственный университет»

В условиях вызовов современного общества и сложившейся ситуации в стране повышаются требования к формированию компетенций специалистов – выпускников вузов, так как образованию необходимо постоянно адаптироваться к изменениям, происходящим в обществе, одновременно сохраняя достижения, основные знания человеческого опыта. Не теряет актуальности и контроль результатов обучения, являясь обязательным компонентом образования.

Дисциплина «Медицинская микробиология и иммунохимия» является обязательной дисциплиной вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)» учебного плана специальности 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика профиля Биоинженерия. Дисциплина преподается в 9 семестре и включает два раздела: «Общая медицинская микробиология и иммунохимия» и «Частная медицинская микробиология». Необходимо отметить, что контроль результатов имеет место на всех стадиях процесса обучения, но особенно большую роль играет после завершения изучения каждого из названных разделов. Целью данной работы стало рассмотрение различных форм контроля, применяемых в процессе преподавания дисциплины «Медицинская микробиология и иммунохимия».

Целью освоения дисциплины «Медицинская микробиология и иммунохимия» является изучение морфо-физиологических особенностей, патогенного потенциала и эпидемиологических особенностей патогенных для человека и животных микроорганизмов, принципов и методов лабораторной диагностики инфекционных заболеваний. Проверка сформированных компетенций позволяет не только систематизировать и уточнить знания и умения обучающихся, но и ликвидировать пробелы в усвоении ими учебного материала. При этом оценка знаний обычно не вызывает особых сложностей и включает в себя такие формы контроля, как устный и письменный опрос, выполнение тестовых заданий. Каждая из этих форм выполняет собственные задачи. Так тестовые работы позволяют выявить широту полученных знаний, в то время как устные ответы – их глубину. В то же время устный опрос обучающихся по желанию, несмотря на свою регулярность, охватывает лишь узкий круг студентов, так как преподаватель не имеет возможности опросить абсолютно всех студентов, а в тестовых вопросах присутствует элемент случайности, студент может угадать правильный ответ. Таким образом целесообразно сочетание различных форм контроля в процессе изучения одной


темы с последующим сравнением полученных результатов. Это поможет получить более объективную картину еще и потому, что способность студентов к разным формам работы неодинакова, следовательно, недостаточно оценивать уровень знаний обучающегося, опираясь только на результаты применения одной формы.

Необходимо отметить, что систематическая подготовка к практическим занятиям по дисциплине «Медицинская микробиология и иммунохимия» является необходимой, так как только имея достаточный уровень усвоения теоретического материала, студент может приступить к выполнению практических заданий. В процессе изучения дисциплины особую роль играет использование практико-ориентированных задач, что связано с патогенными свойствами изучаемых микроорганизмов. В соответствии с санитарными правилами СП 2.1.3678-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к эксплуатации помещений, зданий, сооружений, оборудования и транспорта, а также условиям деятельности хозяйствующих субъектов, осуществляющих продажу товаров, выполнение работ или оказание услуг» [1] в учебных лабораториях могут использоваться только условно-патогенные и сапрофитные микроорганизмы (студенты используют материал только с объектов внешней среды или от самих студентов), что зачастую делает невозможным проведение лабораторных работ по изучаемым темам.

Так при изучении темы «Микробиология природно-очаговых зооантропонозных инфекций» студентам предлагается следующая задача: в природном очаге отмечено несколько случаев заболевания людей с подозрением на бубонную форму чумы. У одного из заболевших проведены бактериоскопия содержимого бубона и посев на мясо-пептонный агар для выделения чистой культуры. В мазке, окрашенном метиленовым синим, обнаружены мелкие овоидные, биполярно окрашенные палочки. После суточного инкубирования посева рост на питательной среде не отмечался. Для подтверждения диагноза была взята кровь больного и проведена биологическая проба, сделан мазок-отпечаток из органов животного [2, 3]. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты исследования заболевших с подозрением на бубонную форму чумы

Материал от больного	Метод диагностики	Объект для оценки результатов исследования	Результат микроскопии
----------------------	-------------------	--	-----------------------

Содержимое бубона	Биологический	Мазок-отпечаток органа белой мышцы	
-------------------	---------------	------------------------------------	---

Перед студентами может быть поставлено несколько вопросов различного уровня сложности. Например, в первом варианте студенту достаточно будет ответить, подтверждается ли диагноз чумы, назвать возбудителя заболевания и обосновать свой ответ на основе данных, приведенных в задаче, охарактеризовать используемые методы. В более сложном варианте студенту необходимо будет не только подтвердить диагноз, но и предложить другие возможные методы исследования, не представленные в задаче. Например, указать, что для уточнения заболевания могут быть использованы серологические реакции, такие как РНГА (реакция непрямой гемагглютинации), ИФА (иммуно-ферментный анализ), РИФ (реакция иммунофлюоресценции), предположить возможные результаты, исходя из условий задачи. И, наконец, студенту может быть вообще не назван предполагаемый диагноз, таким образом вывод о возможном возбудителе заболевания будет сделан исходя из клинических данных и результатов лабораторных исследований.

Особым вариантом контроля может стать защита решенных практико-ориентированных задач. С одной стороны, студентам предоставляется время и необходимый материал для глубокой проработки изучаемой темы с помощью анализа теории, выполнения практических заданий. С другой стороны, во время защиты неожиданные дополнительные вопросы преподавателя по данной теме вырабатывают умение студента быстро ориентироваться в незнакомой ситуации, вычленять суть вопроса, связно и логично излагать изученный материал. Например, при защите приведенной в качестве примера задачи студенту может быть задан вопрос: с чем может быть связано отсутствие роста культуры палочки чумы на питательной среде? Данный вопрос может быть также вынесен на обсуждение в группе в случае неправильного или спорного ответа защищающегося студента.

Таким образом, контроль знаний по дисциплине «Медицинская микробиология и иммунохимия», являясь важной составляющей обучения, должен включать различные формы контроля, отвечающие следующим требованиям:

- сочетание разнообразных заданий при проверке одной темы для повышения охвата проверяемых студентов и повышения объективности и надежности оценки;

- использование заданий репродуктивного, реконструктивного и практико-ориентированного уровня для оценки не только знаний, но и умений и навыков, формируемых в результате изучения дисциплины;
- систематичность проверки результатов обучения, сочетание эффективного текущего и итогового контроля;
- использование заданий различного уровня сложности для формирования дифференцированного подхода к обучающимся, построения динамики их развития.

Список литературы

1 Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 24.12.2020 N 44 (ред. от 14.04.2022) «Об утверждении санитарных правил СП 2.1.3678-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к эксплуатации помещений, зданий, сооружений, оборудования и транспорта, а также условиям деятельности хозяйствующих субъектов, осуществляющих продажу товаров, выполнение работ или оказание услуг» (Зарегистрировано в Минюсте России 30.12.2020 N 61953) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_373317/ (дата обращения: 20.01.2025).

2 Руководство к практическим занятиям по медицинской микробиологии, вирусологии и иммунологии / Под ред. О.В. Бухарина. – М.: Медицина; УрО РАН, 2002. – 342 с.

3 Руководство по организации и проведению практических занятий по медицинской микробиологии / Под ред. О.В. Бухарина. – Екатеринбург: УрО РАН, 2009. – 400 с.

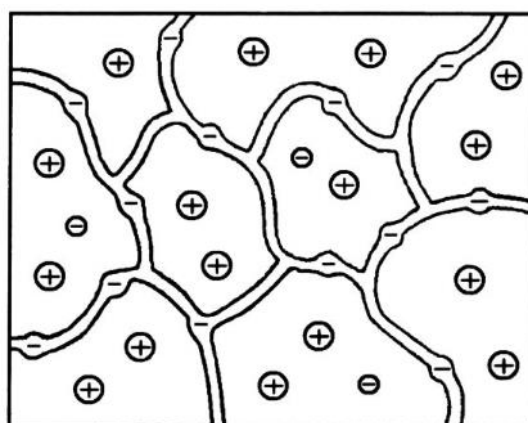
СТРУКТУРА И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИОНООБМЕННОЙ СМОЛЫ PUROLITE C100E

Рызбаева К.Р., Рябушкина Ю.С.,
Сальникова Е.В., д-р биол. наук, канд. хим. наук, доцент,
Юдин А.А.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Ионообменные смолы (иониты) – это твердые зернистые материалы, практически нерастворимые в воде и обычных растворителях, содержащие активные (ионогенные) группы кислотного или основного характера с подвижными ионами.

Иониты представляют собой матрицу, состоящую из множества элементарных ячеек трехмерной структуры, образованных поперечно сшитыми линейными полимерами (рисунок 1). Такие линейные полимеры содержат фиксированные ионы, заряды которых компенсированы зарядами противоположных ионов, находящихся в порах матрицы.



- Матрица с фиксированными ионами
- Противоионы
- Коионы

Рисунок 1 – Схематическое изображение структуры высокополимерного ионита

Противоионы могут заменяться эквивалентным количеством других ионов с одинаковым зарядом, которые поступают в ионит из контактирующего раствора. Способность ионитов поглощать растворитель и частично растворенные в нем вещества приводит к тому, что в порах ионита, помимо противоионов, могут находиться некоторое количество ионов, схожие с зарядами фиксированных ионов матрицы [1].

Кинетические характеристики сорбционных процессов во многом зависят от пористости ионитов, которая, в свою очередь, определяется структурой матрицы ионита. Существуют три основных типа матриц среди всех ионитов:

1) Гелевая структура. Ионообменные смолы с гелевой структурой лишены истинных пор и способны обмениваться ионами только в набухшем (гелеобразном) состоянии. Для достижения данного состояния смолу помещают на некоторое время в воду. Удельная площадь поверхности пор у ионитов, имеющих гелевую структуру, составляет не более 5 м^2 в 1 г ионита, а пор составляет от 0,5 до 2,0 нм.

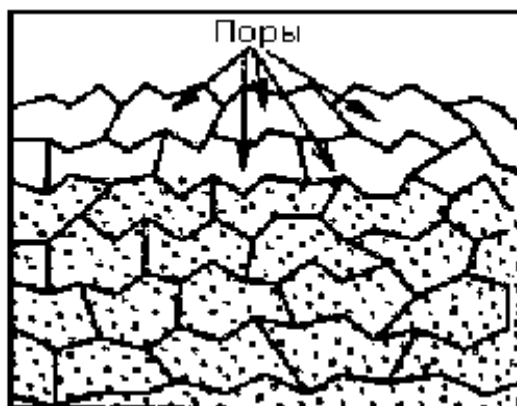


Рисунок 2 – Схематическое изображение матрицы ионита гелевой структуры

2) Пористая (макропористая) структура. Данная структура называется так потому, что на поверхности ионита (ионообменной смолы) находится большое количество пор, которые способствуют ионообменному процессу. Удельная площадь поверхности пор макропористых ионитов составляет от 20 до 130 м^2 в 1 г ионита. Средний диаметр пор от 20 до 100 нм.

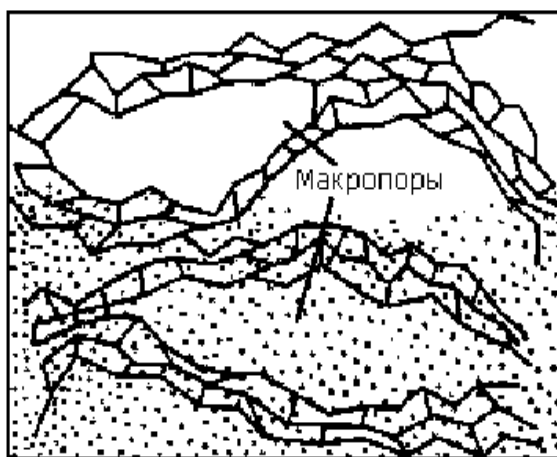


Рисунок 3 – Схематическое изображение матрицы ионита макропористой структуры

3) Промежуточная структура – среднее по свойствам между гелевой и

пористой структурами.

Отличительной особенностью ионообменных смол с различной структурой является то, что иониты с гелевой структурой обладают большей обменной емкостью, чем смолы с макропористой структурой. В свою очередь ионообменные смолы с пористой структурой превосходят гелевые по осмотической стабильности, химической и термической стойкости, то есть они могут задерживать большее количество примесей практически при любой температуре воды [2].

Гелевые иониты лишены истинной пористости и способны к ионному обмену только в набухшем состоянии. Это обуславливает им большую обменную емкость по сравнению с другими структурами ионитов.

Рассматриваемая в данной работе ионообменная смола Purolite C100E представляет собой полистирольную, сильнокислотную катионообменную смолу гелевого типа, обладающую высокой обменной емкостью, а также химической и физической стабильностью, что обеспечивает ей отличные рабочие характеристики.

Сильнокислотные катионообменники – это иониты, содержащие группы $-\text{SO}_3\text{H}$, на стирол-дивинилбензольной и фенолформальдегидной матрицах. Группы SO_3H связаны с бензольным ядром непосредственно или через метиленовую группу. По степени ионизации ионогенных групп ионообменники сравнимы с сильными минеральными кислотами. Когда ионообменники в H^+ форме вступают в контакт с растворами нейтральных солей, ионы H^+ переходят в раствор, а ионообменники превращаются в соответствующие солевые формы. Обменная емкость смол практически не зависит от pH раствора, ионообменники могут быть использованы как в кислых, так и в нейтральных и щелочных растворах [3].

Благодаря своей высокой обменной емкости смола Purolite C100E позволяет получать воду с общей жесткостью около 0,05 мг-экв/л а её отличные кинетические свойства обеспечивают высокие скорости потока. Кроме того, она эффективно удаляет органические соединения, что делает её идеальной для очистки питьевой и пищевой воды.

Смола C100E не растворяется в кислотах, щелочах и обычных органических растворителях. Однако наличие остаточных окислителей в воде (например, свободного хлора или ионов гипохлорита) может снизить механическую прочность частиц катионообменной смолы. С термической стабильностью до 150 °C, C100E демонстрирует снижение обменной емкости при высоких температурах в кислотной (H^+) форме [4].

Основные назначения этой смолы включают умягчение питьевой воды и использование в процессе производства напитков в пищевой промышленности. Фильтр для умягчения является лучшим способом смягчения жесткой воды и эффективно используется для избавления от солей жесткости, удаления вредных химических элементов и их соединений, тяжелых металлов, и для получения дистиллированной воды. Поэтому спектр применения умягчающих смол достаточно широк. Они незаменимы в процессах водоочистки и

водоподготовке, связанных с использованием воды в промышленных, коммерческих или бытовых целях [2].

Список литературы

1. Кокотов, Ю. А. Иониты и ионный обмен / Ю. А. Кокотов. – Ленинград: Химия, 1980. – 152 с.
2. Нестеров, Ю. В. Иониты и ионообмен. Сорбционная технология при добыче урана и других металлов методом подземного выщелачивания / Ю. В. Нестеров. – Москва: ОАО «Атомредметзолото», 2007. – 480 с.
3. Purolite C100E [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.purolite.com/ru/product-pdf/C100E.pdf> – 21.01.2025
4. Зубанова, Л. Б. Синтетические ионообменные материалы / Л. Б. Зубанова. – Москва: Химия, 1973. – 148 с.

ОСОБЕННОСТИ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ НАНОЧАСТИЦ МОНТМОРИЛЛОНИТА МЕТОДОМ СЕДИМЕНТАЦИИ

Савинов В.В., Каныгина О.Н., д-р физ.-мат.наук, профессор
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Минерал монтмориллонит находит свое применение во многих отраслях промышленности, в том числе и в сфере нанотехнологий, где в качестве наполнителя некоторых нанокompозитных материалов используются нанодисперсные фракции монтмориллонита, содержащийся в некоторых типах глин [1,3]. При высокой дисперсности, частицы монтмориллонита можно интеркалировать путем внедрения ПАВ в межслоевое пространство [4,5]. Однако получение нанодисперсной фракции монтмориллонита малых размеров осложняется рядом проблем.

В данной работе изучены особенности концентрирования наночастиц монтмориллонита методом седиментации.

В рамках данной работы были проведена серия экспериментов по определению особенностей концентрирования наночастиц монтмориллонита. Ввиду полидисперсности и полиминеральности монтмориллонит-содержащих глин был предложен седиментационный метод выделения наночастиц монтмориллонита, основанный на разной плотности минеральных фаз.

Зависимость размеров частиц от концентрации исходной суспензии.

В рамках работы была использована мелкодисперсная фракция монтмориллонит содержащей глины, размерами менее 40 мкм Оренбургского месторождения, Оренбургской области [2].

Контроль размеров частиц осуществлялся методом динамического рассеяния света при температуре 20 °С, на приборе «Photocor mini».

Коллоидный раствор был получен посредством приготовления суспензии мелкодисперсной фракции монтмориллонит содержащей глины,

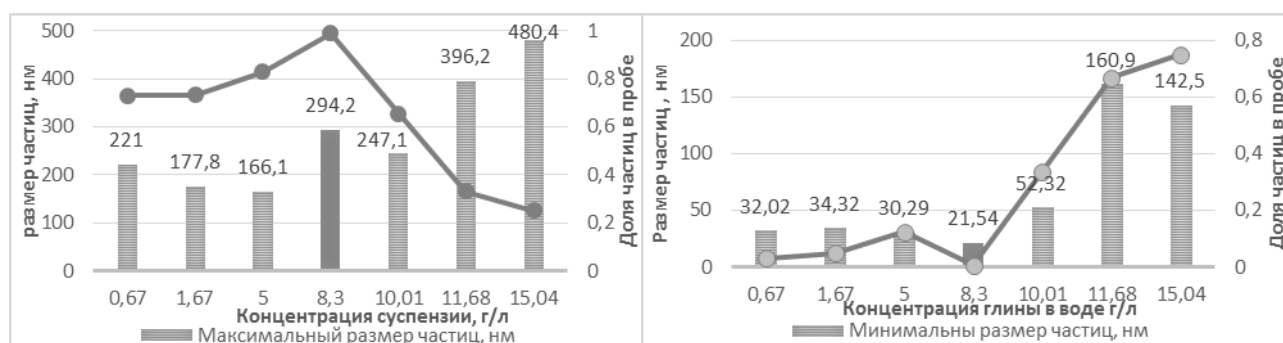


Рисунок 1 – Зависимость максимальных и минимальных гидродинамических диаметров частиц от концентрации суспензии и их доля в пробе

В результате эксперимента проанализированы диапазоны размеров частиц коллоидных растворов для интервала концентраций глины от 0,67 до 15,04 г/л.

Определена концентрация исходной суспензии – 8,3 г/л, при которой размеры частиц в получаемом коллоидном растворе, достигают наименьшего размера в диапазоне 10-13 нм, а их концентрация относительно доли всех частиц 99%.

Определение зависимости размеров частиц от среды кислотности коллоидного раствора.

После анализа размеров частиц и обработки результатов исследования были получены данные о размерах частиц и их доле в анализируемых пробах.

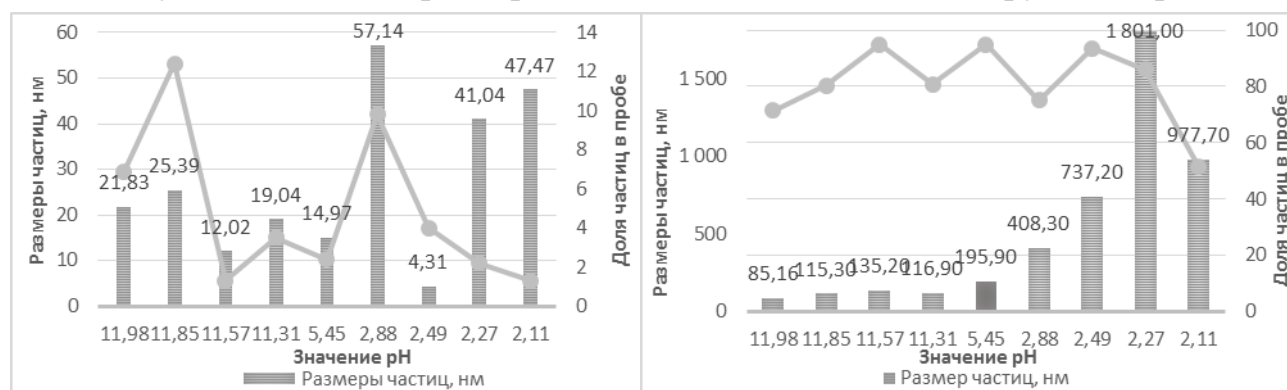


Рисунок 2 – Зависимость максимального и минимального размера частиц от значений pH

Было определено, что при создании более кислотной среды происходит укрупнение частиц, а доля таких частиц возрастает. В свою очередь, при добавлении щелочи резкого укрупнения не происходит, однако увеличивается доля частиц в пределе 20-30 нм. Наблюдаемые эффекты связаны с особенностью базальных плоскостей монтмориллонита.

Определение выхода концентрирования наночастиц монтмориллонита.

Основываясь на выявленные параметры в предыдущих опытах была приготовлена контрольная проба суспензии мелкодисперсной фракции монтмориллонит содержащей глины с концентрацией 7,2456 г/л.

Методом динамического светорассеяния были определены размеры частиц в пробе: малая фракция со средним размером частиц $3,97 \pm 2,085$ нм (доля относительно всех частиц 5,8%), и преобладающая фракция со средним размером частиц $10,31 \pm 5,534$ нм (доля относительно всех частиц 94,2%), при среднеквадратичном отклонении $\chi^2 = 5,9 \cdot 10^{-5}$.

По результатам гравиметрии была установлена концентрация коллоидного раствора 0,17 г/л. Выход концентрирования при пересчете на фракцию монтмориллонита [2] составил 6,34%, а при пересчете на массу исходной навески 2,35 %.

Список литературы

1. Ходаков, Г. С., Юдкин Ю. П. Седиментационный анализ высокодисперсных систем / Г. С. Ходаков, Ю. П. Юдкин. - М.: Наука, 1980, 344 с.
2. Ханхасаева С. Ц., Дашинамжилова Э. Ц., Рампилова В. В. Влияние термообработки на текстурные свойства монтмориллонита //Вестник Бурятского государственного университета. Химия. Физика. – 2011. – №. 3. – С. 134-138.
3. Golubeva, O. Y. et al. Synthetic nanoclays with the structure of montmorillonite: Preparation, structure, and physico-chemical properties. / O. Y. Golubeva. – Glass Physics and Chemistry –№. 5. - 2013. – P. 533-539.
4. Marshal, C. E. Layer Lattices and base-exchange clays. / C. E. Marshal. - Z. Krist, №91. – 1935. P. 433-449.
5. Dasari A., Yu Z. Z., Mai Y. W. Polymer nanocomposites: towards multifunctionality. – Springer, 2016.

ВКР КАК НАУЧНЫЙ ПРОЕКТ: ОТ ИДЕИ ДО РЕАЛИЗАЦИИ

Семенова А.А., Каныгина О.Н., д-р физ.-мат. наук, профессор,
Левенец Т.В., канд. хим. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Выпускная квалификационная работа по химии представляет собой сложный проект, направленный на решение актуальной научной проблемы и развитие исследовательских навыков студента.

Основной целью работы является применение теоретических знаний на практике, что позволяет углубить понимание химических процессов и реакций.

При выполнении и написании работы студенту важно критически мыслить и избегать быстрых решений. Эти принципы помогут не совершить ошибку и прийти к истине в любой ситуации [1].

Тема моей ВКР: «Синтез и исследование температур изменения цветов пигментов на основе солей кобальта и никеля с поликарбонильными лигандами».

Структура выпускной квалификационной работы представлена на диаграмме: «Дерево целей» (рисунок 1).



Рисунок 1 – Структура выпускной квалификационной работы

Классификация проекта представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Вид и классификация проекта

Критерий классификации	Вид проекта
По составу и структуре	Монопроект
По сфере деятельности	Научный
По характеру предметной области	Учебно-образовательный
По длительности осуществления	Краткосрочный
По степени сложности	Сложный
По масштабу	Мелкий

Перед выполнением работы стоит начертить модель стратегического планирования, где будут указаны задачи, которые необходимо выполнить и их способы реализации (рисунок 2) [2].

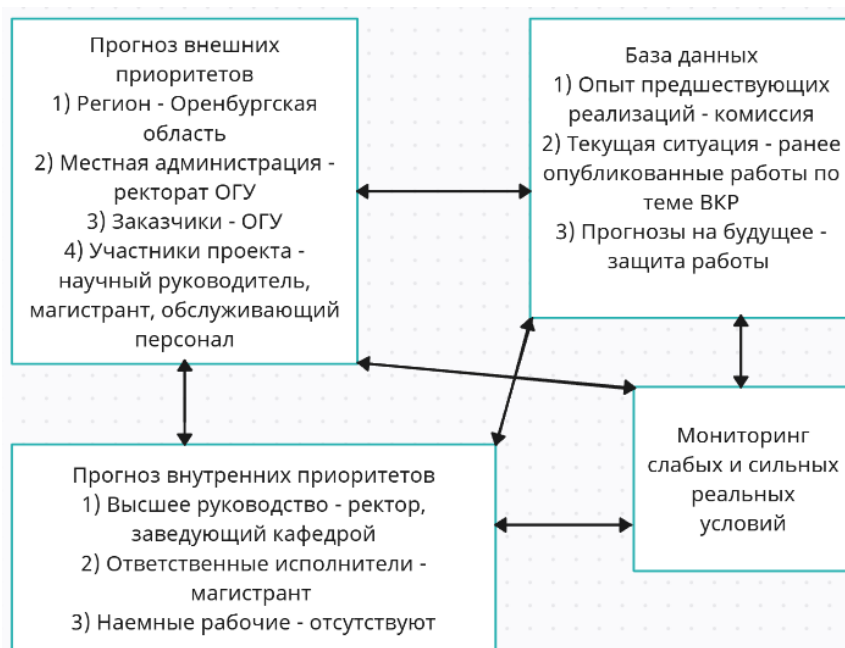


Рисунок 2 – Модель стратегического планирования

Для того, чтобы обойти стороной неудачи в проекте нужно создать на этапе планирования таблицу – SWOT, где сразу будут прописаны сильные и слабые аспекты исследуемой темы (таблица 2) [3].

Таблица 2 – SWOT-анализ

Преимущества	Как их можно реализовать?	Слабые места	Как уменьшить их влияние?
1. Создание нового термохромного пигмента 2. Растущий интерес	Синтезировать пигмент на основе солей кобальта и никеля с поликарбонильными лигандами	1. Нехватка химических реактивов 2. Возможные сложности с финансированием	Заранее заказывать нужные реактивы

потребителей к экологически чистым и безопасным красителям		проекта	
Какие возможности предоставляет проект?	Как извлечь из них выгоду?	Угрозы / риски	Как можно воспрепятствовать каждой выявленной угрозе?
1. Создание технологии по очистке воды от красителей 2. Потенциал для сотрудничества с предприятиями текстильной отрасли	Продажа технологии	1. Метод по очистке воды от красителей может не получиться из-за недостаточного технического оснащения 2. Поскольку такие красители ранее не синтезировали, возможен риск неудачи 3. Быстрое развитие альтернативных технологий и материалов	1. Продумать, чем можно заменить вещества, используемые при очистке 2. Аккуратно и точно проводить синтез, систематически записывать все наблюдения

Кроме этого, стоит обратить внимание на составление сетевой матрицы, где в кружке обозначается событие, а стрелкой путь (рисунок 3). Данный способ планирования удобен и эффективен из-за наглядности последовательности работ [4].

События:

1. Выбор научного руководителя.
2. Утверждение темы ВКР.
3. Проведение литературного обзора.
4. Подготовка реактивов.
5. Подготовка технического оснащения.
6. Проведение оригинального исследования в области химии.
7. Анализ и оформление результатов.
8. Защита ВКР.

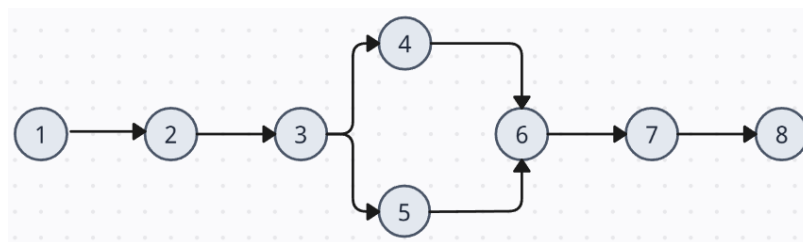


Рисунок 3 – Сетевая матрица

Перед выполнением исследований важно распланировать все ключевые этапы и распределить время их выполнения [5].

Планирование экспериментальных исследований включает:

1. Определение цели и задач.

Цель: синтез термохромных красителей и исследование температур изменения цветов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести литературный поиск по теме исследования;
- синтезировать термохромный пигмент;
- установить строение полученного соединения спектральными методами анализа;
- изучить некоторые физико-химические свойства;
- исследовать возможность очистки воды от красителя.

2. Выбор методологии. Подбор методики синтеза термохромного пигмента.

3. Проектирование. Разработка детального плана, включая сроки проведения эксперимента [6].

- Сбор и анализ литературных данных по изучаемому вопросу – 1 семестр.

- Подготовка статей по литературному обзору – 1 семестр.
- Подбор и отработка методик – 1 семестр.
- Выполнение эксперимента – 2-3 семестр.
- Математическая и статистическая обработка данных – 3 семестр.
- Подготовка статей по результатам исследований – 4 семестр.
- Оформление выпускной квалификационной работы – 4 семестр.

Таким образом, выпускная работа по химии не только демонстрирует способность студента к научной деятельности, но и способствует развитию критического мышления и навыков работы с данными. Эффективное планирование проекта позволяет минимизировать ошибки и повысить достоверность результатов. Успешное завершение проекта открывает двери для будущих исследований и карьеры в науке.

Список литературы

1. Балашов, А. И. Управление проектами: учебник для бакалавров / А. И. Балашов. – Москва, 2013. – 283 с.
2. Зуб, А. Т. Управление проектами: учебник и практикум для академического бакалавриата / А. Т. Зуб. – Москва, 2014. – 422 с.
3. Боронина, Л. Н. Основы управления проектами : учебное пособие / Л. Н. Боронина, З. В. Сенук ; Министерство образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург : Издательство Урал, 2015. – 112 с.
4. Стешин, А. И. Управление проектами: учебное пособие / А. И. Стешин, И. И. Мазур, В. Д. Шапиро. – Москва, 2010. – 960 с.
5. Заренков, В. А. Управление проектами: учебное пособие / В. А. Заренков. – Москва, 2010. – 312 с.
6. Трофимов, В. В. Управление проектами: учебное пособие / В. В. Трофимов ; Министерство образования и науки Рос. Федерации, Санкт-Петербургский ун-т. – СПб : Издательство СПбГЭУ, 2019. – 174 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА СИНТЕТИЧЕСКИХ КРАСИТЕЛЕЙ. ОЧИСТКА ВОДЫ

**Семенова А.А., Лучко А.Е.,
Каныгина О.Н., д-р физ.-мат. наук, профессор,
Пешков С.А., канд. хим. наук, доцент**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

В настоящее время синтетические красители полностью вытеснили натуральные. Основные преимущества синтетических красителей - низкая стоимость, простота и удобство в обращении, разнообразие оттенков, возможность создавать широкий ассортимент красителей с нужными свойствами [1].

При производстве синтетических красителей возникает множество проблем. Производство красителей требует использования нефтехимических компонентов, что сопровождается высокими выбросами парниковых газов. Сложные химические процессы для синтеза красителей требуют больших энергетических затрат, что увеличивает углеродный след.

Остатки синтетических красителей и их упаковки, содержащие тяжелые металлы, попадают на свалки, где могут просачиваться в почву. Частицы окрашенных пластиков могут попадать в окружающую среду в виде микропластика, который долго разлагается и может переносить токсичные вещества, включая красители [2].

Кроме этого, красители такого вида часто негативно сказываются на здоровье человека, они проявляют токсические и канцерогенные свойства, становятся причиной возникновения аллергических реакций, болезней дыхательных путей.

Самой главной проблемой использования синтетических красителей является их токсичность для водных экосистем [3].

На рисунке 1 представлены этапы окрашивания материала синтетическими пигментами.

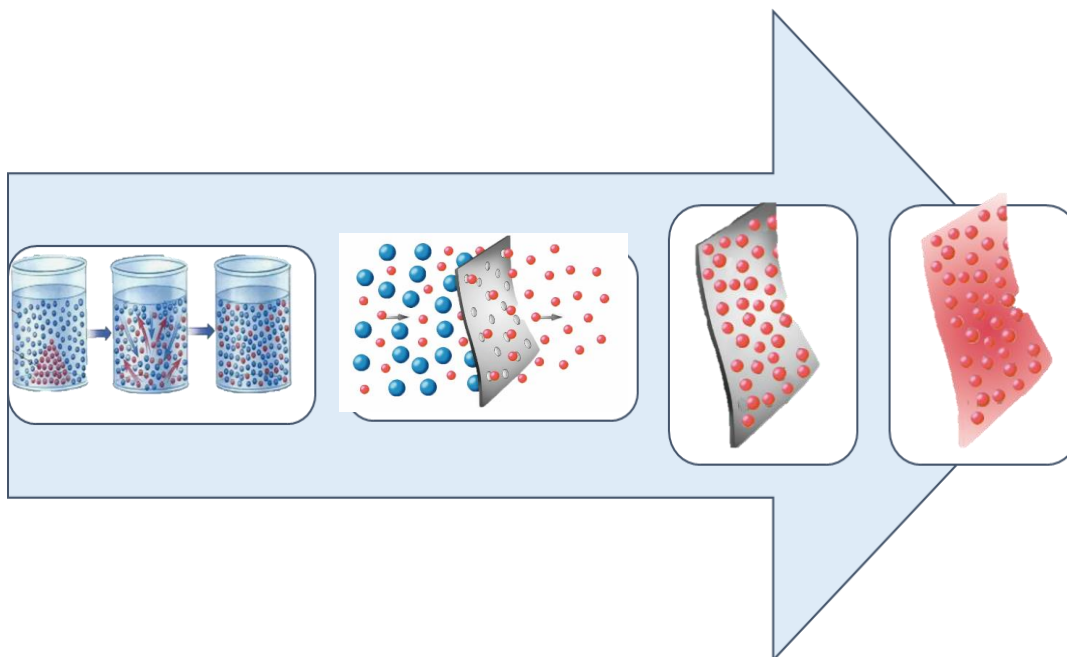


Рисунок 1 –Этапы окрашивания материала синтетическими пигментами; красные шарики – краситель; голубые - раствор

Процесс крашения различных материалов можно представить состоящим из нескольких общих этапов [4]:

1. диффузии красителя в растворе к поверхности материала;
2. сорбции молекул красителя поверхностью материала;
3. диффузии красителя внутрь материала;
4. закрепления красителя внутри волокна.

На рисунке 2 показана простейшая технологическая схема крашения, в которой отражено, что одним из ключевых этапов является промывка, в результате которой образуются сточные воды, требующие очистки.

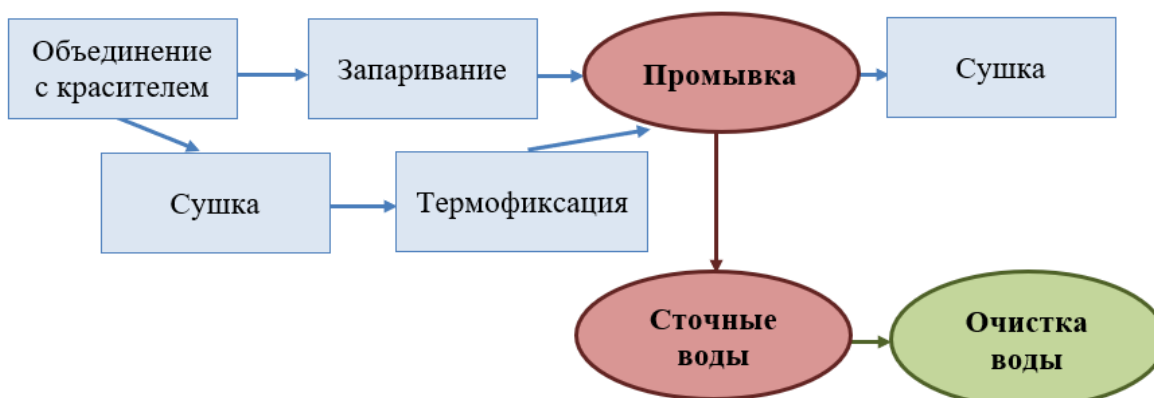


Рисунок 2 – Технологическая схема крашения

В ходе реализации технологического процесса производства с применением красителей образуются промывные воды, содержащие пигмент, которые чаще всего являются сточными водами. Например, в среднем на один килограмм ткани уходит от 30 до 60 литров воды [5]. В результате предприятие теряет часть ценных красителей, а окружающая среда подвергается техногенному воздействию.

В роли фиксаторов красителей нередко выступают соли металлов, которые трудно удалить из сточных вод. Применяют соли хрома, меди и свинца. Тяжелые металлы, содержащиеся в сточных водах, способны накапливаться в водных экосистемах и тканях организмов при продвижении по пищевой цепочке. В результате они вызывают смерть животных и ухудшение фотосинтеза водных растений.

Красители, попадая в воду, уменьшают проникновение света, что замедляет фотосинтез водных растений и приводит к росту анаэробных бактерий. Это вызывает дефицит кислорода и гибель организмов.

На рисунке 3 представлена диаграмма типа «дерево целей» очистки воды от синтезированных красителей.



Рисунок 3 - Диаграмма «дерево целей» для обеспечения чистоты водных экосистем

Для удаления красителей из промышленных сточных вод используются различные химические, физические и биологические методы [6].

В качестве сорбентов при адсорбции используют мелкодисперсные твёрдые вещества, обладающие развитой поверхностью: опилки, золу, торф, различные глины, коксовую мелочь, цеолиты, вермикулиты, алуниты и другие [7]. Однако наиболее эффективны активированные угли – это как порошкообразные, так и гранулированные, но стоимость активированного угля слишком высока.

Мембранная фильтрация – это метод, который использует мембранные микропоры для фильтрации и селективные проницаемые мембраны для разделения определенных веществ в сточных водах.

Сточные воды пропускают через ионообменную смолу до тех пор, пока доступные активные участки не будут насыщены. Таким образом, из содержащих краситель сточных вод можно удалять как катионные, так и анионные красители. Главным недостатком этого метода является стоимость.

Реагент Фентона является подходящим реактивом для очистки сточных вод [8]. Реакция Фентона эффективна в обесцвечивании как растворимых, так и нерастворимых красителей. Одним из основных недостатков этого метода является образование осадка, который содержит концентрированные примеси. Обычно он сжигается с получением энергии, но некоторые считают, что такое удаление отнюдь не безвредно для окружающей среды.

Химические способы удаления красителя варьируются в зависимости от способа, которым активируют H_2O_2 . Окисление красителя в сточных водах сопровождается расщеплением ароматических колец его молекул. Озон обладает высоким окислительным потенциалом и селективностью по отношению к органическим загрязнителям. Восстанавливаясь, озон разлагает хлорированные углеводороды, фенолы, пестициды и ароматические углеводороды.

Аэробная биологическая обработка может очистить воду с помощью аэробных бактерий и факультативных бактерий в анаэробной среде. Эта очистка включает в себя два типа процессов: процессы в активном иле и процессы в биопленке.

Использование грибов в очистке сточных вод основано на потреблении ими органических веществ, что снижает ХПК и БПК сточных вод. Некоторые исследователи изучали способность штаммов грибов обесцвечивать азо- и трифенилметан.

Использование анаэробного процесса при очистке сточных вод от красителей также изучалось с начала 1970-х годов. Этот процесс обработки дешевле, чем аэробная очистка, потому что отсутствует дорогая аэрация и осадок при обработке не увеличивается в объеме.

В настоящее время продолжают развиваться разработки в области очистки сточных вод от красителей. Например, в 2020 году был зарегистрирован патент на способ очистки сточных вод с последующей переработкой осадка в органические удобрения [9]. Способ очистки сточных вод включает этапы

химико-физической обработки с использованием озона и окислителей, электрофлотации, аэрации и фильтрации. Осадок перерабатывается почвенными микроорганизмами в биогумус и органические удобрения. Еще один способ каталитического окисления органических красителей в сточных водах был запатентован в 2024 году [10]. Данный метод включает окисление пероксидом водорода с катализатором из железо-алюмосодержащего отхода бокситов. Катализатор готовят путем обработки отхода соляной кислотой, центрифугирования, обработки карбонатом аммония и прокаливания при 550 °С. Метод существенно ускоряет очистку сточных вод и увеличивает срок службы катализатора без потери эффективности.

Для безопасного применения синтетических красителей стоит обратить внимание на шесть изменений в технологиях, цель которых минимизировать или вовсе исключить сточные воды:

1. Использовать фильтры с модифицированными волокнообразующими сорбентами [11]. В их структуру можно вводить катионы поливалентных металлов, чтобы повысить число центров сорбции и эффективнее улавливать красители из сточных вод.

2. Применять нанокompозит с фотокаталитическими свойствами [12]. Под воздействием света материал запускает химические реакции, которые разлагают загрязнители. Вредные вещества накапливаются в порах нанокompозита, а затем окисляются, в результате красители распадаются на более простые и менее опасные вещества — углекислый газ и перекись водорода.

3. Использовать комбинированные методы очистки. Это наиболее эффективное и экономически выгодное решение, так как позволяет сочетать физические, химические и биологические процессы очистки.

4. Сублимационная окраска. Использование красителей в виде порошка или газовой фазы для окрашивания полимеров.

5. Плазменная обработка. Окрашивание с использованием плазмы, создающей активные ионы, которые закрепляют красители на поверхности полимеров.

6. Замкнутые системы окрашивания. Рециклирование красителей и воды в процессе. Используются замкнутые циклы, где очищенная вода и остатки красителей возвращаются в процесс.

В заключение можно отметить, что синтетические красители широко применяются, но и создают значительные экологические проблемы. Основной их источник - использование воды на этапах окрашивания, что приводит к образованию загрязнённых сточных вод, содержащих токсичные вещества, трудно поддающиеся разложению. Эти воды наносят серьёзный вред экосистемам, накапливаются в окружающей среде и могут воздействовать на здоровье человека. Разработка новых и совершенствование существующих технологий очистки сточных вод позволит значительно снизить экологическую нагрузку.

Список литературы

1. Кореньков, Г.Л. Химическая промышленность США : в 2 т. / Г. В. Кореньков. – Москва : [НИИТЭхим], 1972. – Т. 1. – 590 с.; Т. 2. – 613 с.
2. Бурак, Л.Ч. Загрязнение микропластиком окружающей среды и потенциальные угрозы для здоровья человека / Л.Ч. Бурак, М.И. Писарик, Н.П. Богданов // Научное обозрение. Биологические науки. – 2024. – № 2. – 33–40 с.
3. Черныш, И.В. Очистка сточных вод от красителей (обзор) /И.В. Черныш, Т.А. Василенко // Сборник докладов Всероссийской научной конференции с международным участием. – Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2023. – 179–184 с.
4. Химия красителей и крашения: учебное пособие / В.В. Михеев [и др.]. – Казань : Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2009. – 81 с.
5. Kant, R. Textile dyeing industry an environmental hazard / R. Kant // Natural Science. – 2012. – Т. 4, № 1. – 22–26 p.
6. Методы удаления пигментов из сточных вод / М.К. Джубари, Н.В. Алексеева, Г.И. Базияни, В.С. Таха // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2021. – Т. 332, № 7. – 54–64 с.
7. Recent advances on the removal of dyes from wastewater using various adsorbents: a critical review / S. Dutta, B. Gupta, S. K. Srivastava, A. K. Gupta // Materials Advances. – 2021. – № 2. – 4497–4531 p.
8. Исаев, А.Б. Новые технологии очистки сточных вод от красителей на основе окислительных процессов / А.Б. Исаев, А.Г. Магомедова // Вестник Московского университета. Серия 2. Химия. – 2022. – Т. 63, № 4. – 247–268 с.
9. Патент № 2726514 Российская Федерация, МПК С 02 F 1/78, С 02 F 9/14. Способ очистки сточных вод и переработки осадка в органические удобрения : № 2019136103 : заявл. 11.11.2019 : опубл. 14.07.2020 / Кудряшов Г.А., Кудряшова А.Г., Гончаров С.В., Гончарова А.Г., Гончаров А.С., Васильева М.Г., Васильев М.С. – 6 с.
10. Патент № 2815959 Российская Федерация, МПК С 02 F 1/72, В 01 J 23/745, В 01 J 21/04. Способ каталитического окисления органических красителей в сточных водах : № 2023127875 : заявл. 30.10.2023 : опубл. 25.03.2024 / Конькова Т.В., Кузин Е.Н., Либерман Е.Ю., Гайдукова А.М., Сейткасымова А.А. – 5 с.
11. Третьякова, А. Е. Очистка сточных вод от водорастворимых красителей с помощью модифицированных волокнообразующих полимеров / А. Е. Третьякова, В. В. Сафонов, Л.А. Самохина // Материалы докладов 51-ой Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов. – Витебск : Витебский государственный технологический университет, 2018. – 394–396 с.

12. Rapid Photocatalytic Activity of Crystalline CeO₂-CuO-Cu(OH)₂ Ternary Nanocomposite / G. Murugadoss, T. Kannappan, J.R. Rajabathar [and other.] // Sustainability. – 2023. – T. 15, № 21. – 1–15 p.

ОБЗОР ЭМПИРИЧЕСКИХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ДАННЫХ БАКТЕРИАЛЬНОГО СИНТЕЗА НАНОЧАСТИЦ

**Сизенцов А.Н., канд. биол. наук, доцент, Крюнькина В.С.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

Использование живых организмов для создания неорганических наночастиц является потенциально новым направлением в области биотехнологии. Важной вехой в области нанотехнологии является процесс создания надежных и экологически безопасных металлических наночастиц. Фраза «зеленая» нанотехнология привлекла большое внимание и относится к различным процедурам, которые устраняют или устраняют опасные соединения для восстановления окружающей среды. Данные наноматериалы могут использоваться в различных биотехнологических секторах, таких как медицина и биология, а также в пищевой и текстильной промышленности, очистке сточных вод и сельском хозяйстве [1].

Поскольку биологические структуры, такие как РНК, ДНК и субклеточные органеллы, можно рассматривать как наноструктуры, биология и биохимия также были тесно связаны с нанонаукой [2].

Зеленый синтез наночастиц (НЧ) с использованием живых клеток является перспективным и новым инструментом в бионанотехнологии. Для синтеза НЧ используются химические и физические методы, однако биологические методы являются предпочтительными из-за их экологичности, чистоты, безопасности, экономичности, простоты и эффективности источников для высокой производительности и чистоты. Для зеленого синтеза НЧ не требуется высокого давления или температуры, а также избегается использование токсичных и опасных веществ и добавление внешних восстанавливающих, стабилизирующих агентов. Внутриклеточный или внеклеточный биосинтез НЧ может быть достигнут многочисленными биологическими объектами, включая бактерии, грибы, дрожжи, водоросли, актиномицеты и растительные экстракты. Различные механические, оптические, магнитные и химические свойства НЧ связаны с их формой, размером, поверхностным зарядом и площадью поверхности [3]. Обнаружение и характеристика биосинтезированных НЧ проводятся с использованием различных методов, таких как: UV-Vis - оптические свойства определяли путем сканирования спектров поглощения УФ-излучения (200–800 нм) с использованием двухлучевого спектрофотометра; FTIR - ИК-Фурье спектроскопия - для выявления возможных взаимодействий между НЧ и биомолекулой; EDX-анализ - элементный состав синтезированных НЧ; XRD - монохроматический рентгеновский дифракционный (XRD) пучок с длиной волны λ использовался для анализа кристаллической природы образца биосинтезированных НЧ; анализ ТЭМ - электронная микроскопия для

определения размера и морфологических характеристик полученных наночастиц; анализ дзета-потенциала и т. д. [4] Синтезированные с помощью зеленого подхода, могут быть включены в различные биотехнологические области в качестве противомикробных, противоопухолевых и антиоксидантных агентов; в качестве контроля фитопатогенов; и в качестве биоремедиационных факторов, а также они используются в пищевой и текстильной промышленности, в интеллектуальном сельском хозяйстве и в очистке сточных вод [3].

Рассмотрим несколько вариантов бактериального синтеза НЧ представленных в современной научной литературе.

Бактериальный биосинтез SeНЧ является простым одностадийным процессом, не требующий токсичных химикатов, высоких температур и сложного оборудования. Реализация синтеза осуществляется двумя способами: непосредственно в живых организмах или с помощью биореагентов, выделенных из них. В качестве прекурсоров для синтеза SeНЧ могут использоваться селенит/селенат натрия, селенистая кислота и диоксид селена. Добавление прекурсоров в биоэкстракт приводит к появлению красной, красно-оранжевой или оранжевой окраски раствора, что свидетельствует о восстановлении соединений селена и образовании коллоидных SeНЧ. Предполагаемый механизм синтеза (рисунок 1) заключается в восстановлении соли селена до Se^0 за счет различных биополимеров таких как ферменты тиоредоксинредуктаза, нитритредуктаза или других мембранных редуктаз отвечающих за синтез SeНЧ в бактериях. Кэпирующие агенты, как важные компоненты наночастиц, очень привлекательны для изучения из-за их собственной терапевтической значимости обусловленной биологической функциональностью, способностью усиливать медицинский эффект SeНЧ и снижать их токсичность [5].

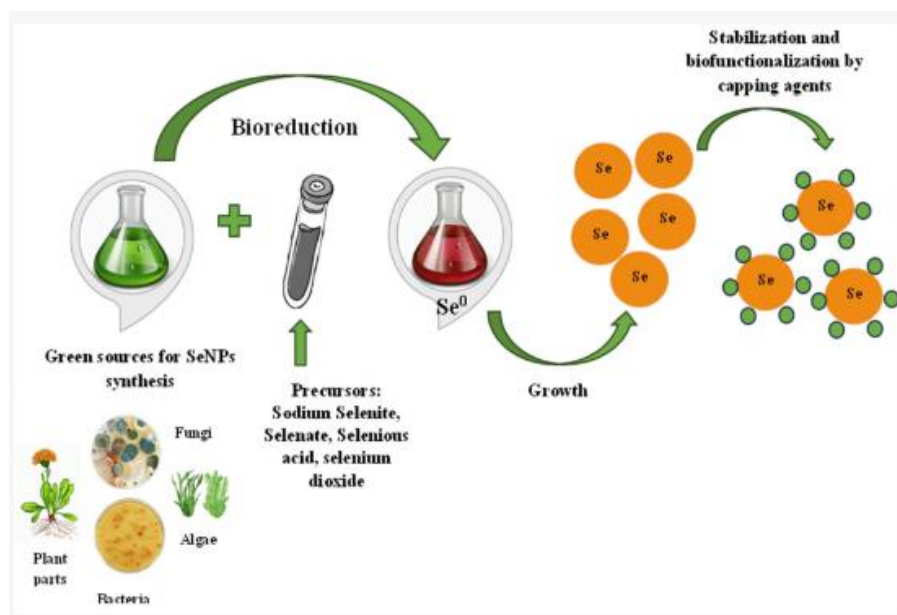


Рисунок 1 - Предполагаемый механизм синтеза наночастиц селена (Mikhailova E O. 2023)

Производство золотых наночастиц является достаточно простым процессом, не требующим повышения температуры и давления. Общая схема предполагает следующее: биологический экстракт (бактериальный, грибковый, растительный и т.д.) добавляется по каплям к раствору соли HAuCl_4 и тщательно перемешивается для инициирования процесса синтеза AuНЧ. Изменение цвета полученного раствора указывает на производство наночастиц. Биосинтез происходит в два этапа: на первом этапе Au^{3+} восстанавливается до Au^0 , а на втором этапе агломерация и стабилизация приводят к образованию AuНЧ (рисунок 2). При этом широкий спектр биосоединений (ферменты, фенолы, сахара и т. д.) может участвовать как в восстановлении золота, так и в стабилизации и покрытии наночастиц [6].

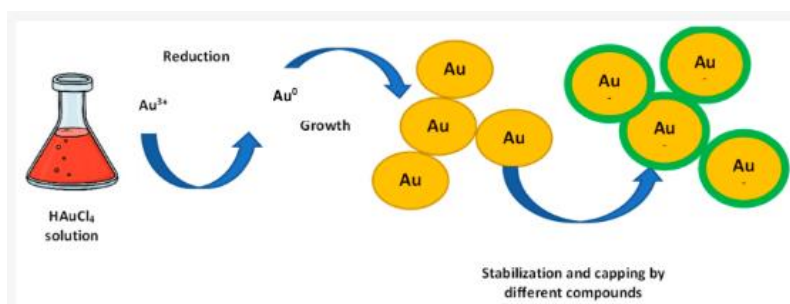


Рисунок 2 - Механизм биосинтеза AuНЧ (Mikhailova E O. 2021).

«Зеленый» синтез наночастиц платины (PtНЧ) так же использует два методических подхода опосредованного непосредственным использованием живых организмов и с помощью извлеченных биореагентов (супернатант полученный после культивирования микроорганизмов). Относительно простой процесс включает смешивание бактериальной культуры с раствором ионов металла при определенной температуре и pH, что влияет в конечном итоге влияет на форму, размер и морфологию наночастиц. Процесс восстановления осуществляется с помощью различных биополимеров: белков и полисахаридов, а также спиртов, альдегидов, кетонов, кислот, биологически активных веществ и других продуктов метаболизма. Возможен как внеклеточный, так и внутриклеточный бактериальный синтез. Внутриклеточный механизм осуществляется уникальными транспортными системами микроорганизма, где клеточная стенка играет важную роль в соответствии с ее отрицательным зарядом: положительно заряженные ионы металла прикрепляются к отрицательно заряженным клеточным стенкам посредством электростатических взаимодействий. После транспортировки в клетки ионы восстанавливаются ферментами в периплазматическом пространстве, и в то же время NPS могут быть удалены из клетки и впоследствии прикреплены к поверхности клетки, предотвращая повторное поступление металла в периплазму и действуя как катализатор для дальнейшего восстановления металла. Внеклеточный синтез возможен благодаря секретиремым бактериальными клетками соединениям, восстанавливающим ионы платины до

металла с нулевой степенью окисления, а также биомолекулам, стабилизирующим образующиеся наночастицы, участвующим в процессе, при этом основная роль обычно принадлежит ферментам, восстанавливающим ионы металлов [7, 8].

В исследованиях проводимых Alsharif S.M. с соавторами в качестве продуцентов зеленого синтеза AgНЧ использовали *Bacillus cereus* A1-5. Характеристика AgНЧ была проведена с использованием анализа изменения цвета, спектроскопии Uv-Vis, спектроскопии FT-IR, XRD, TEM, SEM-EDX, DLS и анализа дзета-потенциала. Биосинтезированные НЧ имели сферическую форму с различными размерами в диапазоне от 6 до 50 нм. AgНЧ проявили широкий спектр антибактериальной активности против грамположительных и грамотрицательных бактерий с различной эффективностью. Они также проявили цитотоксический эффект против линии раковых клеток (сасо-2) в дозозависимой модели с IC50 $8,9 \pm 0,5$ мкг/мл. Более того, эти сферические AgНЧ проявили ларвицидную активность против личинок 3-й стадии переносчика лихорадки денге *Aedes aegypti* [9].

В исследовании проводимом Malaikozhundan V. с соавторами направленном на синтез и биологическую оценку наночастиц оксида цинка, в качестве продуцента использовали *Bacillus thuringiensis* (Bt-ZnO НЧ). Биологически синтезированные Bt-ZnO НЧ были подробно охарактеризованы с использованием спектроскопии в УФ-видимом диапазоне, рентгеновской дифракции (XRD), инфракрасной спектроскопии с преобразованием Фурье (FTIR), просвечивающей электронной микроскопии (TEM) и дзета-потенциала. Биофизическая характеристика показала, что Bt-ZnO НЧ имеют гексагональную структуру вюрцита со средним размером частиц 20 нм. Измерение дзета-потенциала показало, что Bt-ZnO НЧ имеют отрицательный заряд (-12,7 мВ) и умеренно стабильны. Биопестицидный эффект Bt-ZnO НЧ был протестирован против бобового жука *C. maculatus*. Обработка Bt-ZnO НЧ снизила плодовитость (количество отложенных яиц) и их вылупляемость в зависимости от дозы. Значительная задержка личиночного, куколочного и общего периода развития *C. maculatus* наблюдалась после обработки Bt-ZnO НЧ в концентрации 25 мкг/мл, со 100 % гибелью *C. maculatus*. Значение LD 50 составило 10,71 мкг/мл [10].

Биогенный синтез наночастиц (НЧ) кобальта (Co) и меди (Cu) был выполнен Liaqat I. с соавторами с использованием бактериальных штаммов *Escherichia coli* и *Bacillus subtilis*. Подготовленные НЧ были подтверждены изменением цвета на темно-бордовый для НЧ Co и зеленый для НЧ Cu. Характеристика НЧ с помощью FTIR показала наличие функциональных групп, т. е. фенолов, кислот, белков и ароматических соединений, присутствующих в НЧ Co и Cu. УФ-видимая спектроскопия CuНЧ *E. coli* и *B. subtilis* показала пики при 550 и 625 нм, и CoНЧ 300 нм и 350 нм, соответственно. Противогрибковая активность *B. subtilis* и *E. coli* CuNPs и CoNPs показала зависящее от концентрации снижение зоны ингибирования роста (ZOI). Среди всех биогенных НЧ, *B. subtilis* CoNPs показали самую высокую ZOI (25-30 мм)

против *F. oxysporum*, за которыми следуют *E. coli* CuNPs с максимальной ZOI (20-27 мм) против *T. viridi*. Авторами установлено, что биогенно синтезированные *B. subtilis* Cu или CoNPs могут использоваться в качестве эффективных противомикробных агентов из-за их потенциального антибактериального и противогрибкового потенциала [11].

В исследовании проводимом Liaqat I. с соавторами два бактериальных штамма, *Escherichia coli* и *Bacillus subtilis*, были использованы для биогенного синтеза НЧ цинка и никеля. Аттестация НЧ была выполнена с помощью УФ-видимой спектроскопии и Фурье-преобразующей инфракрасной спектроскопии (FTIR). Образование НЧ на начальном этапе синтеза характеризовалось изменением цвета от бледно-желтого до белого отложения для ZnНЧ и от темно-зеленого до светло-зеленого для NiНЧ. УФ-видимая спектроскопия ZnNP на основе *E. coli* и *B. subtilis* показала самый высокий пик при 354 нм и 362 нм, NiNP 246 нм и 238 нм, соответственно. Из текущего исследования следует, что биогенно синтезированные ZnNP и NiNP эффективны в качестве перспективных антибактериальных агентов и имеют потенциальное применение в биомедицинских областях [12].

Исследование проводимое Aziz N.M.A. с соавторами объясняет биосинтез и характеристику наночастиц меди из почвенных штаммов *Niallia circulans* G9 и *Paenibacillus* sp. S4c. Биогенное образование CuНЧ было охарактеризовано с помощью УФ-видимой абсорбционной спектроскопии, рентгеновской дифракции, Фурье-преобразования инфракрасной спектроскопии, рентгеновского анализа и анализа просвечивающей электронной микроскопии. С использованием сканирования УФ-видимого спектра синтезированные CuНЧ показали максимальные пики поглощения при 304 и 308 нм. Исследование полученных CuNP с помощью ТЕМ показало развитие сферических/гексагональных наночастиц с диапазоном размеров 13-100 нм штаммом G9 и сферических наночастиц с диапазоном размеров 5-40 нм штаммом S4c. Также были подтверждены функциональные группы и химический состав CuОНЧ. Антимикробная активность биосинтезированных CuNP была исследована против некоторых человеческих патогенов. CuNP, полученные из штамма G9, показали самую высокую активность против *Candida albicans* ATCC 10,231 и самую низкую против *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027. CuNP из штамма S4c продемонстрировали самую высокую активность против *Escherichia coli* ATCC 10,231 и самую низкую против *Klebsiella pneumonia* ATCC 13,883 [4].

Обобщая изложенное следует отметить высокий потенциал бактериального синтеза наночастиц различных химических элементов и их применение в качестве антибактериальных противогрибковых препаратов.

Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ № 24-76-10080

Список литературы

1. Salem SS. A mini review on green nanotechnology and its development in biological effects. *Arch Microbiol.* 2023 Mar 22;205(4):128. doi: 10.1007/s00203-023-03467-2.
2. Salem, S. S., Hammad, E. N., Mohamed, A. A., & El-Dougdoug, W. A comprehensive review of nanomaterials: Types, synthesis, characterization, and applications. *Biointerface Research in Applied Chemistry.* 2023. 13 (1). doi:[10.33263/BRIAC131.041](https://doi.org/10.33263/BRIAC131.041)
3. Salem SS, Fouda A. Green Synthesis of Metallic Nanoparticles and Their Prospective Biotechnological Applications: an Overview. *Biol Trace Elem Res.* 2021 Jan;199(1):344-370. doi: 10.1007/s12011-020-02138-3.
4. Aziz NMA, Goda DA, Abdel-Meguid DI, El-Sharouny EE, Soliman NA. A comparative study of the biosynthesis of CuNPs by *Niallia circulans* G9 and *Paenibacillus* sp. S4c strains: characterization and application as antimicrobial agents. *Microb Cell Fact.* 2024 May 28;23(1):156. doi: 10.1186/s12934-024-02422-0.
5. Mikhailova EO. Selenium Nanoparticles: Green Synthesis and Biomedical Application. *Molecules.* 2023 Dec 15;28(24):8125. doi: 10.3390/molecules28248125.
6. Mikhailova EO. Gold Nanoparticles: Biosynthesis and Potential of Biomedical Application. *J Funct Biomater.* 2021 Dec 3;12(4):70. doi: 10.3390/jfb12040070.
7. Mikhailova EO. Green Synthesis of Platinum Nanoparticles for Biomedical Applications. *J Funct Biomater.* 2022 Nov 21;13(4):260. doi: 10.3390/jfb13040260.
8. Eramabadi, P.; Masoudi, M.; Makhdoui, A.; Mashreghi, M. Microbial cell lysate supernatant (CLS) alteration impact on platinum nanoparticles fabrication, characterization, antioxidant and antibacterial activity. *Mater. Sci. Eng. C.* 2020, 117, 111292.
9. Alsharif SM, Salem SS, Abdel-Rahman MA, Fouda A, Eid AM, El-Din Hassan S, Awad MA, Mohamed AA. Multifunctional properties of spherical silver nanoparticles fabricated by different microbial taxa. *Heliyon.* 2020 May 15;6(5):e03943. doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e03943.
10. Malaikozhundan B, Vaseeharan B, Vijayakumar S, Thangaraj MP. *Bacillus thuringiensis* coated zinc oxide nanoparticle and its biopesticidal effects on the pulse beetle, *Callosobruchus maculatus*. *J Photochem Photobiol B.* 2017 Sep;174:306-314. doi: 10.1016/j.jphotobiol.2017.08.014.
11. Liaqat I, Ali R, Hanif U, Latif A, Bibi A, Saleem S, Naseem S, Ulfat M, Mubin M, Rashid F. Antimicrobial Efficacy of Biogenic Cobalt and Copper Nanoparticles against Pathogenic Isolates. *J Oleo Sci.* 2022;71(11):1669-1677. doi: 10.5650/jos.ess22197.
12. Liaqat I, Shaanzeh Z, Bibi A, Zafar U, Naseem S, Ali R, Andleeb S, Saleem G, Liaqat I, Afzaal M. In vitro Antimicrobial Activity of Biogenically Synthesized Nickel and Zinc Nanoparticles against Selected Pathogenic Bacterial Strains. *J Oleo Sci.* 2022;71(8):1181-1188. doi: 10.5650/jos.ess22068.

ТОКСИЧНОСТЬ ЦИНКА (ОБЗОР)

Сизенцов А.Н., канд. биол. наук, доцент

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Цинк (Zn) является жизненно важным микроэлементом, он выполняет важную роль во многих физиологических процессах в организме. Он участвует в более чем 300 ферментативных реакциях, метаболических функциях, регуляции экспрессии генов, апоптозе и иммунной модуляции, тем самым демонстрируя свою важнейшую роль в поддержании общего здоровья и благополучия. Хотя дефицит цинка связан со значительными рисками для здоровья, избыток этого микроэлемента также может привести к вредным последствиям. Превышение рекомендуемого суточного потребления может привести к таким симптомам, как анемия, нейтропения и дефицит меди, вызванный цинком. Например, потребление цинка не ограничивается пероральным приемом, другие пути введения, такие как вдыхание или местное применение, также могут представлять опасность интоксикации цинком [1].

Учитывая многочисленные функции цинка в передаче сигнала, регуляция внутри- и внеклеточной концентрации цинка жестко модулируется. В поддержании гомеостаза цинка участвуют различные белки. Два основных семейства белков, участвующих в клеточном гомеостазе цинка: семейство SLC39, известное как Zrt- и Irt-подобные белки (ZIP), и семейство SLC30, называемое транспортерами Zn (ZnT) [2, 3]. Транспортеры ZIP облегчают приток ионов в цитоплазму. Транспортеры ZIP обладают восемью трансмембранными доменами и содержат богатую гистидином внутриклеточную петлю, которая участвует в связывании цинка и его транспорте. Белки ZnT облегчают отток ионов цинка из цитоплазмы в другие клеточные компартменты или во внеклеточное пространство. Белки ZnT содержат шесть трансмембранных доменов с внутримембранным сайтом связывания цинка, который участвует в связывании цинка. Как белки ZIP, так и белки ZnT подлежат регуляции в ответ на колебания уровня цинка. Нарушение гомеостаза цинка может способствовать развитию дефицита или токсичности цинка, также токсичности других металлов [4, 5].

Цинк может вводиться различными путями, включая дермальное (местное) и пероральное всасывание, а также ингаляцию. Аномально высокое поглощение через эти три пути может привести к токсичности цинка. Процесс дермальной абсорбции цинка является сложной темой, поскольку различные факторы влияют на регуляцию гомеостаза цинка в дермальных слоях. Факторы, которые влияют на абсорбцию цинка, включают уровень pH кожи, продолжительность и количество нанесения цинка и его химический состав [6]. Хотя цинк является важным микроэлементом, необходимым для различных физиологических процессов в организме, как упоминалось выше, чрезмерное

потребление цинка может привести к передозировке цинка или токсичности [7]. Более того, одновременное использование перорального цинка в сочетании с хинолоновыми антибиотиками (ингибиторами топоизомеразы) или тетрациклиновыми антибиотиками (ингибиторами синтеза белка) может повлиять на эффективность борьбы с бактериальными инфекциями. Антибиотики, в свою очередь, могут нарушить всасывание цинка в желудочно-кишечном тракте, потенциально ухудшая общее усвоение цинка [8, 9]. Если всасывание цинка нарушено, это может ослабить способность иммунной системы функционировать, поскольку цинк имеет решающее значение для роста и функционирования иммунных клеток [10]. Вдыхание цинка чаще всего связано с рабочими местами, где производятся сварка, латунирование или горячее цинкование. Рабочие подвергаются воздействию аэрозолей, состоящих из частиц и газов, включающих оксид цинка или хлорид цинка, что приводит к потенциальным рискам для здоровья [11]. Исторически оксид цинка или хлорид цинка использовались для дымовых шашек в военных целях, в том числе в военных ситуациях и на военных учениях [12, 13].

Существует два основных типа токсичности цинка: острая и хроническая. Острая токсичность цинка возникает в результате резкого, сильного воздействия цинка, часто вызванного употреблением большого количества продуктов или добавок, содержащих цинк, за короткий промежуток времени. Симптомы острой токсичности цинка включают головную боль, тошноту, рвоту, диарею, дискомфорт в животе и, в редких случаях, может также вызывать метаболический дисбаланс и серьезные неврологические симптомы [14]. хроническое отравление цинком происходит постепенно с течением времени в результате длительного воздействия повышенных уровней цинка. Это обычно происходит в результате регулярного приема добавок, содержащих цинк, или длительного воздействия цинковой пыли или паров на работе, как описано выше. Хроническое употребление цинка может проявляться симптомами, связанными с дефицитом меди, вызванным цинком, включая нарушение иммунной функции, снижение уровня липопротеинов высокой плотности (ЛПВП) и повышение уровня липопротеинов низкой плотности (ЛПНП) [15].

Переходные металлы находятся в центре битвы между патогенными микроорганизмами и их хозяевами. Установлено, что организм инфицированного хозяина использует несколько стратегий для ограничения доступа вторгающихся патогенов. Следует отметить, что переходные металлы токсичны в больших количествах, и поэтому должны выводиться из клетки при их избытке, чтобы избежать негативного воздействия, включая окислительно-восстановительный стресс или неправильное металлирование белков. В дополнение к отмене металлов иммунная система может использовать токсичность металлов для ингибирования бактериальных патогенов, и что насосы оттока металлов участвуют в устойчивости бактерий к иммуноопосредованному уничтожению посредством интоксикации металлами [16].

Живые организмы в ходе эволюции выработали белки, которые могут отслеживать ограничение или избыток необходимых ионов металла, тем самым обеспечивая преимущества для выживания в изменяющихся условиях окружающей среды. Избыток цинка токсичен для бактерий и, таким образом, представляет собой важный врожденный защитный механизм клеток-хозяев, особенно против микобактериальных инфекций. Как каталитический и структурный кофактор белков, цинк необходим почти для всех живых организмов. Однако избыток цинка токсичен и представляет собой жизненно важную врожденную иммунную стратегию макрофагов для борьбы с внутриклеточными патогенами, особенно против микобактериальных патогенов. Так избыток цинка подавляет транскрипцию *ideR* и его ДНК-связывающую активность через *Zur*, что, в свою очередь, способствует экспрессии генов поглощения железа, вызывает внутриклеточное накопление железа и, в конечном итоге, ухудшает рост бактерий [17].

Цинк и железо (Fe) являются необходимыми микроэлементами для биоукрепления сельскохозяйственных культур. Однако при получении в избыточных количествах Zn и Fe могут быть токсичными для растений. В этом исследовании мы изучили взаимодействие между Zn и Fe в растениях сои при различных обработках Zn и Fe. В то время как уровень накопления Zn увеличивался с увеличением поставок Zn, содержание Zn значительно снижалось с ростом поставок Fe. Более того, скорость поглощения Zn отрицательно коррелировала с поставками Fe. Однако накопление Fe не сильно зависело от повышения поставок Zn. Было обнаружено, что избыточные поставки Zn вызывают типичные симптомы дефицита Fe в условиях низкого содержания Fe, которые можно устранить путем увеличения поставок Fe. Интересно, что хлороз листьев, вызванный избыточными поставками Zn и низким содержанием Fe, не был напрямую связан с уменьшением общего содержания Fe, но, вероятно, был связан с пагубным воздействием избытка Zn [18].

Обобщая изложенное следует отметить, что цинк является важным компонентом тысяч белков в организме человека животных и растений. Однако его избыточное поступление провоцирует развитие тяжелых патологических процессов.

Работа выполнена при поддержке государственного задания FSGU-2023-0007

Список литературы

1. Schoofs H, Schmit J, Rink L. Zinc Toxicity: Understanding the Limits. *Molecules*. 2024 Jul 1;29(13):3130. doi: 10.3390/molecules29133130..
2. Kambe T, Yamaguchi-Iwai Y, Sasaki R, Nagao M. Overview of mammalian zinc transporters. *Cell Mol Life Sci*. 2004 Jan;61(1):49-68. doi: 10.1007/s00018-003-3148-y.

3. Huang L, Tepasamordech S. The SLC30 family of zinc transporters - a review of current understanding of their biological and pathophysiological roles. *Mol Aspects Med.* 2013 Apr-Jun;34(2-3):548-60. doi: 10.1016/j.mam.2012.05.008.
4. Bin BH, Seo J, Kim ST. Function, Structure, and Transport Aspects of ZIP and ZnT Zinc Transporters in Immune Cells. *J Immunol Res.* 2018 Oct 2;2018:9365747. doi: 10.1155/2018/9365747.
5. Kambe T, Hashimoto A, Fujimoto S. Current understanding of ZIP and ZnT zinc transporters in human health and diseases. *Cell Mol Life Sci.* 2014 Sep;71(17):3281-95. doi: 10.1007/s00018-014-1617-0.
6. Agren MS. Percutaneous absorption of zinc from zinc oxide applied topically to intact skin in man. *Dermatologica.* 1990;180(1):36-9.
7. Kiouri DP, Tsoupra E, Peana M, Perlepes SP, Stefanidou ME, Chasapis CT. Multifunctional role of zinc in human health: an update. *EXCLI J.* 2023 Aug 4;22:809-827. doi: 10.17179/excli2023-6335.
8. Donaldson M, Touger-Decker R. Vitamin and mineral supplements: friend or foe when combined with medications? *J Am Dent Assoc.* 2014 Nov;145(11):1153-8. doi: 10.14219/jada.2014.78.
9. Lomaestro BM, Bailie GR. Absorption interactions with fluoroquinolones. 1995 update. *Drug Saf.* 1995 May;12(5):314-33. doi: 10.2165/00002018-199512050-00004.
10. Rink L, Haase H. Zinc homeostasis and immunity. *Trends Immunol.* 2007 Jan;28(1):1-4. doi: 10.1016/j.it.2006.11.005.
11. Bodar, C. W., Pronk, M. E., & Sijm, D. T. The European Union risk assessment on zinc and zinc compounds: the process and the facts. *Integrated Environmental Assessment and Management: An International Journal.* 2005. 1(4), 301-319.
12. El Idrissi, A., van Berkel, L., Bonekamp, N. E., Dalemans, D. J., & van der Heyden, M. A. The toxicology of zinc chloride smoke producing bombs and screens. *Clinical Toxicology.* 2017. 55(3), 167-174.
13. Hjortsø E, Qvist J, Bud MI, Thomsen JL, Andersen JB, Wiberg-Jørgensen F, Jensen NK, Jones R, Reid LM, Zapol WM. ARDS after accidental inhalation of zinc chloride smoke. *Intensive Care Med.* 1988;14(1):17-24. doi: 10.1007/BF00254116.
14. Barceloux DG. Zinc. *J Toxicol Clin Toxicol.* 1999;37(2):279-92. doi: 10.1081/clt-100102426.
15. Fosmire GJ. Zinc toxicity. *Am J Clin Nutr.* 1990 Feb;51(2):225-7. doi: 10.1093/ajcn/51.2.225.
16. Neyrolles O. Antimicrobial zinc toxicity in Mφs: ZnT1 pays the toll. *J Leukoc Biol.* 2021 Feb;109(2):281-282. doi: 10.1002/JLB.4CE0520-256R.
17. Li X, Chen L, Wang Y, Guo X, He ZG. Zinc excess impairs *Mycobacterium bovis* growth through triggering a Zur-IdeR-iron homeostasis signal pathway. *Microbiol Spectr.* 2023 Sep 5;11(5):e0106923. doi: 10.1128/spectrum.01069-23.

18. de Oliveira NT, Namorato FA, Rao S, de Souza Cardoso AA, de Rezende PM, Guilherme LRG, Liu J, Li L. Iron counteracts zinc-induced toxicity in soybeans. *Plant Physiol Biochem.* 2023 Jan;194:335-344. doi: 10.1016/j.plaphy.2022.11.024.

СНИЖЕНИЕ УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА: НАУЧНЫЕ ПОДХОДЫ К ДЕКАРБОНИЗАЦИИ В ЭКОЛОГИИ И ПРОИЗВОДСТВЕ

Симонова А.В., Каныгина О.Н., д-р. физ.-мат. наук, профессор,
Сальникова Е.В. д-р. биол. наук, профессор
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Проблемы изменения климата и глобального потепления стали одними из самых актуальных вызовов современности. Ключевым фактором этих изменений является выброс парниковых газов, особенно углекислого газа (CO_2), который оказывает значительное влияние на климатическую систему Земли. Углеродный след – это показатель общего количества выбросов CO_2 и других парниковых газов, связанных с деятельностью человека, включая производство энергии, транспорт, сельское хозяйство и промышленность [1-3].

Особую роль в взаимодействии общества и экологического состояния играют юридические вопросы, так, согласно Парижскому соглашению, повышение глобальной температуры не должно превысить 2°C , при этом основные основания расчёта представлены на рисунке 1 [2].

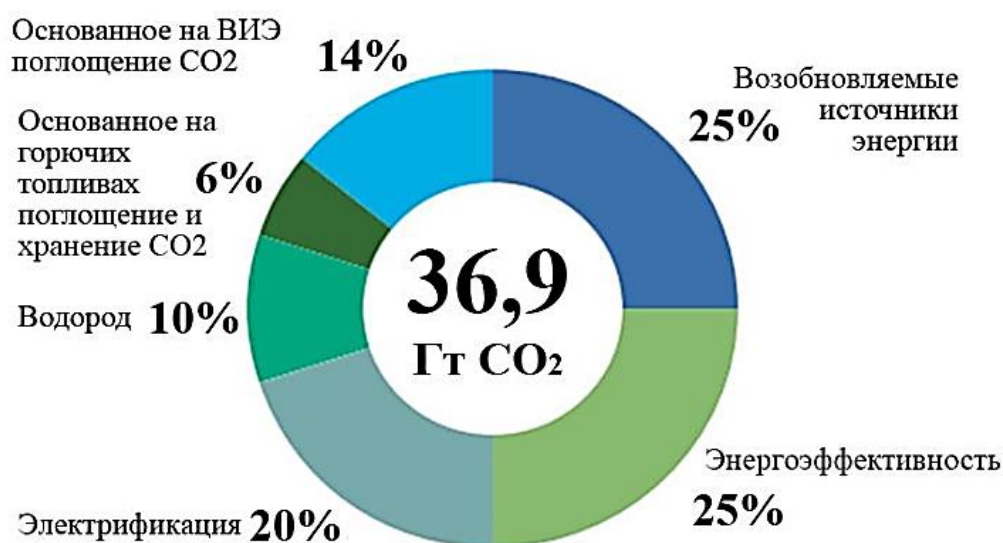


Рисунок 1 – Основные направления снижения эмиссии углерода [2]

Из данной диаграммы предполагается, что к 2050 году декарбонизация энергетического сектора будет достигнута за счет возобновляемых источников энергии (ВИЭ), электрификации секторов конечного потребления и повышения энергоэффективности. Данные направления сократят выбросы углекислого газа на 70 %.

Декарбонизация энергетического сектора была предметом исследований и политических дискуссий на протяжении нескольких десятилетий, привлекая к

себе значительное внимание в последние годы [1-3]. Общеизвестно, что наиболее очевидным способом достижения декарбонизации является использование возобновляемых источников энергии.

В целях декарбонизации экономики и энергетики разрабатывают планы по созданию экологически чистого водорода, что изначально направлено как на развитие отраслей, которые с трудом поддаются декарбонизации, так и на решение проблем, связанных с хранением и транспортировкой энергии, не содержащей CO₂.

Для достижения практически полной декарбонизации электроэнергия должна вырабатываться исключительно из возобновляемых источников. При помощи технологий Power-to-X (PtX), которые направлены на достижение получения экологически чистой энергии.

Процессы декарбонизации необходимы для снижения не только углеродного следа, но и увеличения общей энергоэффективности производственных сил общества. Научные подходы к декарбонизации подразделяются на:

1. Переход на возобновляемые источники энергии.

Одним из основных направлений снижения углеродного следа является замена традиционных источников энергии, таких как уголь, нефть и газ, на возобновляемые ресурсы в виде солнечной и ветровой энергии. Эти источники не выделяют значительных количеств CO₂ при их использовании, что делает их более экологичными альтернативами. Особое значение также приобретают гидроэлектростанции и биологические реакторы.

а) солнечная энергетика – использование солнечных панелей для генерации электроэнергии является достаточно эффективным источником энергии, однако производство самих панелей наносит значительный вред окружающей среде [4].

б) ветроэнергетика – Ветряные турбины преобразуют кинетическую энергию ветра в электрическую, в настоящее время для такого типа генераторов требуется большое количество микрокомпонентов, что также является недостаточно выгодным в экологических аспектах [5].

в) гидроэнергетика – гидроэлектростанции, которые используют потенциал водных ресурсов для выработки электричества, несмотря на свою эффективность, сталкивается с значительными проблемами, связанными с воздействием на экосистемы рек и водоемов [6].

г) биоэнергетика – получение энергии из биологических объектов – биомассы, в которую включается древесина, сельскохозяйственные отходы и водоросли, однако важно учитывать потенциальное воздействие на окружающую среду при сборе и переработке биомассы [7].

2. Повышение энергоэффективности.

Повышение эффективности использования энергии позволяет сократить количество потребляемой энергии без уменьшения производительности. Это достигается за счет внедрения современных технологий и оптимизации производственных процессов [8]. Здесь важно выделить современные

исследования в области энергоэффективных зданий [9], в рамках которых практикуется применение теплоизоляционных материалов, использование энергосберегающих окон и систем отопления или охлаждения, что позволяет значительно снизить потребление энергии зданиями. Замена автомобилей с двигателями внутреннего сгорания на электрический аналог (электромобиль) снижает выбросы CO_2 , особенно если электричество производится из возобновляемых источников [10]. Новые исследования указывают на умные сети (Smart Grids). Интеллектуальные системы управления энергопотреблением позволяют оптимизировать распределение энергии, минимизировать потери и интегрировать возобновляемые источники энергии в общую сеть [11].

3. Улавливание и хранение углерода (CCS). Технологии улавливания и хранения углерода (Carbon Capture and Storage, CCS) представляют собой методы захвата CO_2 непосредственно из промышленных выбросов или атмосферы и последующего его хранения под землей или в океане. Однако эти технологии пока находятся на стадии разработки и требуют значительных инвестиций. Несмотря на это они могут сыграть важную роль в снижении углеродного следа, схематический процесс улавливания представлен на рисунке 2.

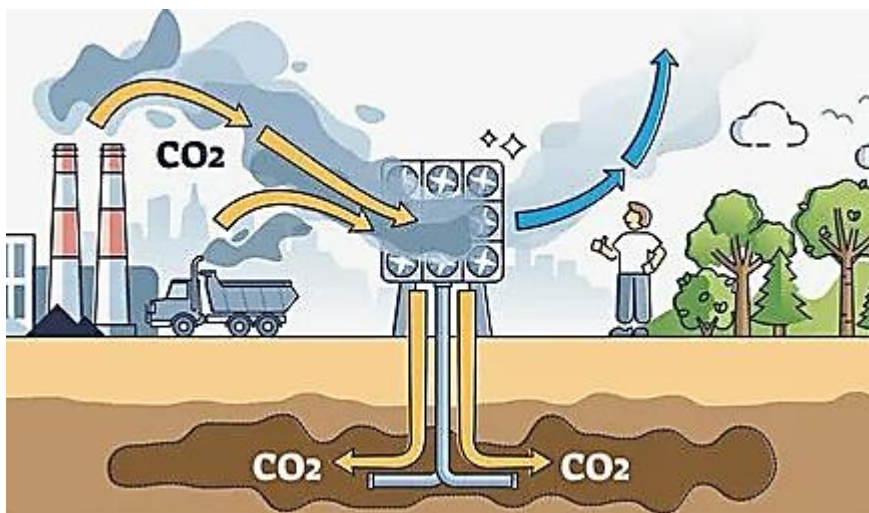


Рисунок 2 – Схематическое изображение возможности улавливания CO_2 на нефтепроизводственном комплексе

На рисунке 2 представлено схематическое изображения возможности улавливания CO_2 на нефтепроизводственном комплексе, в рамках которого требуется использовать особые технологии улавливания и захоронения полученной эмиссии углерода, основной частью которой является CO_2 с малыми количествами CO .

Также имеется возможность применить океаническое захоронение. CO_2 можно растворять в морской воде на больших глубинах, где он будет оставаться в течение длительного времени.

Применение наукоёмких технологий для снижения углеродного следа требует осознанного подхода, однако благодаря рациональному использованию ресурсов, увеличению энергоэффективности и инновационным технологиям улавливания CO₂ цель декарбонизации становится всё более реалистичной и значительные силы по её достижению должны быть организованы в рамках производственных комплексов. Это позволит существенно уменьшить выбросы парниковых газов и замедлить изменение климата, обеспечивая устойчивое будущее для планеты.

Список литературы

1. Мудрецов, А. Ф. Традиционные и зеленые источники энергии: проблемы и перспективы развития в условиях глобальной декарбонизации / А. Ф. Мудрецов, А. А. Прудникова // Проблемы рыночной экономики. – 2022. – № 1. – С. 159-168.
2. Любчик, О. А. Роль возобновляемой энергетики в декарбонизации энергетического сектора Республики Беларусь / О. А. Любчик // Окружающая среда и энерговедение. – 2022. – № 4(16). – С. 27-37.
3. Dekhnich, V. S. Factors of city private transport decarbonization / V. S. Dekhnich, N. M. Dronin // Bulletin of the Karaganda university. Biology. Medicine. Geography Series. – 2022. – Vol. 106, No. 2. – P. 178-190.
4. Муслимов, Р. Х. Перспективы использования первичных углеводородных ресурсов в условиях политики декарбонизации / Р. Х. Муслимов // Нефтяное хозяйство. – 2022. – № 2. – С. 10-15.
5. Аманов, Т. С. Ветроэнергетика России, морская (оффшорная) ветроэнергетика / Т. С. Аманов // Энергетика: состояние, проблемы, перспективы : Труды IX Всероссийской научно-технической конференции, Оренбург, 23–25 октября 2018 года. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2018. – С. 107-110.
6. Мухаббатов, Х. Перспективы развития гидроэнергетики Раштского региона / Х. Мухаббатов, Н. Мухаббатова // Ускоренная индустриализация и вопросы ее реализации в Таджикистане : Материалы международной научно-практической конференции, Душанбе, 17 февраля 2023 года. – Душанбе: Таджикский национальный университет, 2023. – С. 48-52.
7. Панцхава, Е. С. Биоэнергетика России настоящее и будущее (биоэнергетика и политика) / Е. С. Панцхава, М. М. Шипилов, Н. Д. Ковалев // Энергия: экономика, техника, экология. – 2008. – № 10. – С. 2-14.
8. Курильщикова, П. В. Ядерная энергетика, как альтернативный источник энергии / П. В. Курильщикова // За нами будущее: взгляд молодых ученых на инновационное развитие общества : Сборник научных статей 3-й Всероссийской молодежной научной конференции. В 3-х томах, Курск, 03 июня 2022 года / Отв. редактор А.А. Горохов. Том 3. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 343-346.

9. Табунщиков, Ю. А. Энергоэффективные здания / Ю. А. Табунщиков, М. М. Бродач, Н. В. Шилкин. – Москва : Информационно-издательское предприятие «АВОК-ПРЕСС», 2003. – 200 с.

10. Масленников, Г. Е. Технологии улавливания и удаления CO₂ в энергетике / Г. Е. Масленников, В. В. Назарова, А. Ф. Рыжков // Актуальные вопросы химической технологии и защиты окружающей среды : Сборник материалов VIII Всероссийской конференции, посвященной 60-летию ПАО "Химпром", Чебоксары, 16–17 апреля 2020 года. – Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2020. – С. 13-14.

11. Новоселова, О. А. Распределенная энергетика в России: тенденции и перспективы / О. А. Новоселова // Региональная энергетика и энергосбережение. – 2018. – № 5. – С. 12-14.

ЭФФЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ

Симонова А.В., Биксентеев А.Р., Юдин А.А.

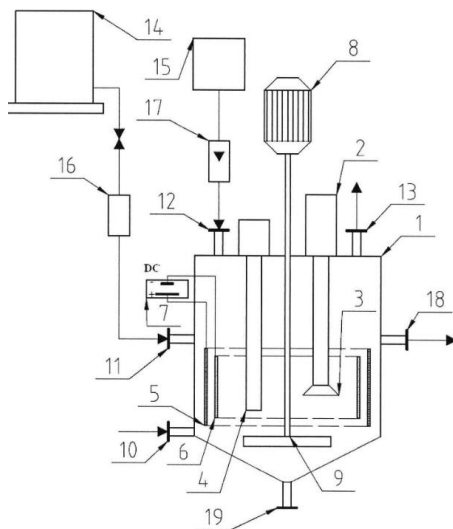
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Редкоземельные металлы (РЗМ) являются неотъемлемой частью современных технологий, так как играют важную роль в производстве электроники, высокотехнологичной продукции и зеленой энергетики [1-4]. Переработка РЗМ представляет из себя сложный и энергоемкий процесс. В данной статье мы рассмотрим наиболее эффективные способы переработки редкоземельных металлов, которые позволяют минимизировать затраты и повысить экологичность производства.

Самым распространенным методом считается гидрометаллургический, данный подход включает в себя несколько этапов:

1. Растворить и извлечь целевые металлы из руды или концентрата, с помощью обработки различными кислотами или щелочами позволяет метод выщелачивания [5]. В данном процессе могут использовать реактор из кислотостойкого и термостойкого материала (рисунок 1), флотационную машину с кондиционирующей камерой и электровыщелачиватель.



1 – реактор, 2 – ультразвуковой диспергатор, 3 – сердечник ультразвукового диспергатора, 4 – трубчатый термонагреватель с встроенной термопарой, 5 – сетчатый анод, 6 – выполненный из просечно-вытяжного листа с шагом просечки не более 26 мм, и раскрытием не более 14 мм, катод, 7 – источник постоянного тока, 8 – перемешивающее устройство(мешалка), 9 – вал мешалки, 10 – штуцер подачи материала (пульпы), 11 – штуцер подачи раствора реагента, 12 – штуцер подачи воздуха, 13 – штуцер выхода воздуха(золотник), 14 – напорный бак реагента (кислоты или раствор хлорида натрия), 15 – компрессор, 16 – расходомер, 17 – ротаметр, 18 – штуцер выхода пульпы (перелив), 19 – дренажный штуцер

Рисунок 1 – Устройство для выщелачивания концентратов цветных, редких и редкоземельных металлов

Данное устройство позволяет использовать электрохимические, ультразвуковые и тепловые воздействия в процессе выщелачивания, благодаря чему обеспечивается высокая концентрация кислорода в растворах (пульпах), быстрое отведение с поверхности минеральных частиц продуктов реакции, интенсивное перемешивание и диспергирование минеральной суспензии, высокие скорости реакций окисления [6].

2. Раствор, содержащий растворенный металлы, подвергается дальнейшей обработке для отделения и концентрирования целевых компонентов. Данный этап называется сепарацией [7].

3. Выделенные соединения РЗМ осаждаются в виде оксидов или солей, которые затем можно восстановить до металлической формы [8].

Достоинством гидрометаллургического метода можно выделить высокую эффективность, а из недостатков значительные энергетические и химические затраты, тщательную очистку сточных вод.

Другим подходом к переработке редкоземельных металлов является пирометаллургия [9], которая основана на термической обработке руд и концентратов. Этот метод включает в себя следующие этапы:

1. Руду или концентрат нагревают до высоких температур, что приводит к плавлению и разделению металлов (плавление).

2. С помощью углеродных или газообразных восстановителей плавленные металлы восстанавливаются до металлической формы.

3. Полученные металлы подвергаются дополнительной очистке для удаления примесей и получения высокочистой продукции (рафинирование).

Данный метод обеспечивает более высокую степень извлечения металлов, но также требуют больших энергетических затрат и могут быть менее экологичными по сравнению с гидрометаллургическими подходами.

Для повышения эффективности и экологичности переработки РЗМ чаще всего используют комбинированные методы (сочетают преимущества гидрометаллургии и пирометаллургии). Данные методы состоят из предварительной механической обработки сырья для повышения доступности целевых металлов; комбинации различных химических и термических обработок на разных этапах процесса, а также интеграции процессов выщелачивания, сепарации и восстановления в единый технологический цикл.

Переработка редкоземельных металлов представляет собой сложную и многогранную задачу, требующую применения передовых технологий и комплексного подхода. Гидрометаллургические, пирометаллургические и комбинированные методы позволяют достичь высокой эффективности и экологичности производства, удовлетворяя растущий спрос на эти ценные ресурсы.

Список литературы

1. Брыкин А. В., Артемов А. В., Колегов К. А. Анализ рынка редкоземельных элементов (РЗЭ) и РЗЭ-катализаторов // Катализ в промышленности. – 2014. – №. 4. – С. 7-15.

2. Шевченко В. Г. и др. Перспективы применения редкоземельных элементов для ускорения порошкообразного алюминия //Химическая физика. – 2005. – Т. 24. – №. 8. – С. 92-95.

3. Симонова А. В. и др. Обзор возможностей применения церия и других редкоземельных элементов // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. – 2023. – С. 4469-4471.

4. Каблов Е. Н., Оспенникова О. Г., Вершков А. В. Редкие металлы и редкоземельные элементы–материалы современных и будущих высоких технологий //Труды ВИАМ. – 2013. – №. 2. – С. 1.

5. Локшин Э. П., Тареева О. А., Елизарова И. Р. Исследование сернокислотного выщелачивания редкоземельных элементов, фосфора и щелочных металлов из фосфодигидрата //Журнал прикладной химии. – 2010. – Т. 83. – №. 6. – С. 906-912.

6. ГОСТ

7. Филиппенко И. В. Исследование эффективности иконцентрации редкоземельных элементов методом магнитной сепарации при доизмельчении исходного песка северного побережья озера Иссык-куль //Инженер: научное и периодическое издание Инженерной академии Кыргызской Республики. – 2015. – №. 9. – С. 329-334.

8. Савчук Р. Н. и др. Восстановление фторидов редкоземельных элементов цирконием //Журнал неорганической химии. – 2003. – Т. 48. – №. 10. – С. 1596-1600.

9. Бурдина А. А., Данилов Д. А., Шишкин В. Ю. Определение степени восстановления оксидов РЗМ в процессе пирометаллургической переработки ОЯТ //XXX Российская молодежная научная конференция «Проблемы теоретической и экспериментальной химии».—Екатеринбург, 2020. – Издательство Уральского университета, 2020. – С. 113-113.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ: ДЕКАРБОНИЗАЦИЯ В УСЛОВИЯХ ПЕРЕРАБОТКИ ПЛАСТОВЫХ ВОД

**Степанов А.Д., Пономарева П.А.,
Каныгина О.Н. д-р физ.-мат. наук, профессор
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

Эмиссия углеродного следа неразрывно связана с затратами ресурсов на извлечение и хранение пластовых вод в системе нефтепромысловых работ [1, 2]. При этом соединения углерода, и в целом парниковые газы, выделяются как инфраструктурой предприятия, так и транспортной деятельностью по утилизации, переработки, и закачке подтоварных вод обратно в пласт в составе буровых растворов.

В то же время существует проблема слабой энергоэффективности предприятий, что является причиной дополнительных трат энергии и, соответственно, дополнительной эмиссии углеродного следа всего предприятия [3].

Характеризовать эмиссию углерода возможно только с помощью полного анализа выбросов предприятия, результатом которой будет служить величина стоимости углерода на единицу воды.

Для точного определения эмиссии углерода, требуется:

- 1) определить время работы предприятия и границы его расположения;
- 2) построить алгоритм технологического процесса предприятия;
- 3) оценить полноту работы инфраструктуры предприятия;
- 4) выделить основные этапы технологического процесса и оценить затраты ресурсов на каждой стадии;
- 5) утвердить полученные значения.

Во время проведения работ полная оценка эмиссии может сопровождаться значительными трудовыми и временными затратами, для их минимизации используется три основных приближения в расчётах:

- 1) учитывается только основную эмиссию в рамках территории предприятия;
- 2) учитывается энергия, потребляемая для требуемой выработки тепла и электричества;
- 3) учитывается эмиссия вне территории предприятия, включая транспорт и логистическую инфраструктуру, выбросы от используемых материалов и реагентов, а также все остальные, неучтённые в 1 и 2 приближении.

Примером таких расчётов по первому приближению является основная диаграмма определения выбросов факела нефтеперерабатывающего предприятия, которая представлена на рисунке 1 [3].

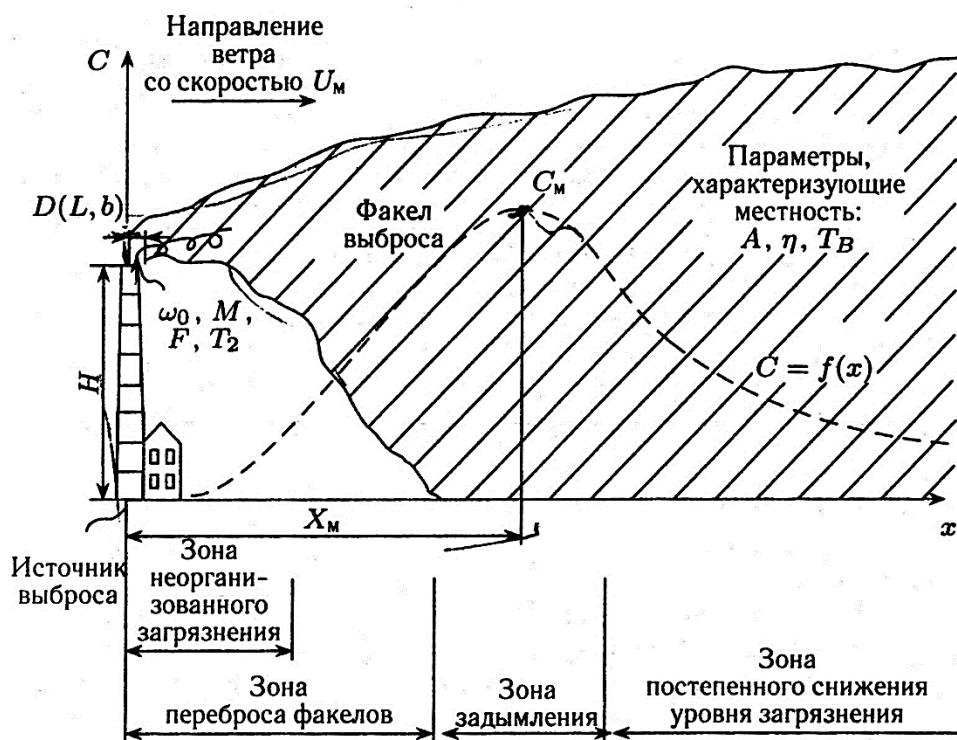


Рисунок 1 – Диаграмма определения выбросов на примере факела нефтеперерабатывающего предприятия

Стоит заметить, что роль нефтегазоперерабатывающей отрасли в суммарном производстве выбросов углерода составляет 12 % от всех выбросов, промышленность в целом составляет 22 % [4, 5], что представлено на рисунке 2.

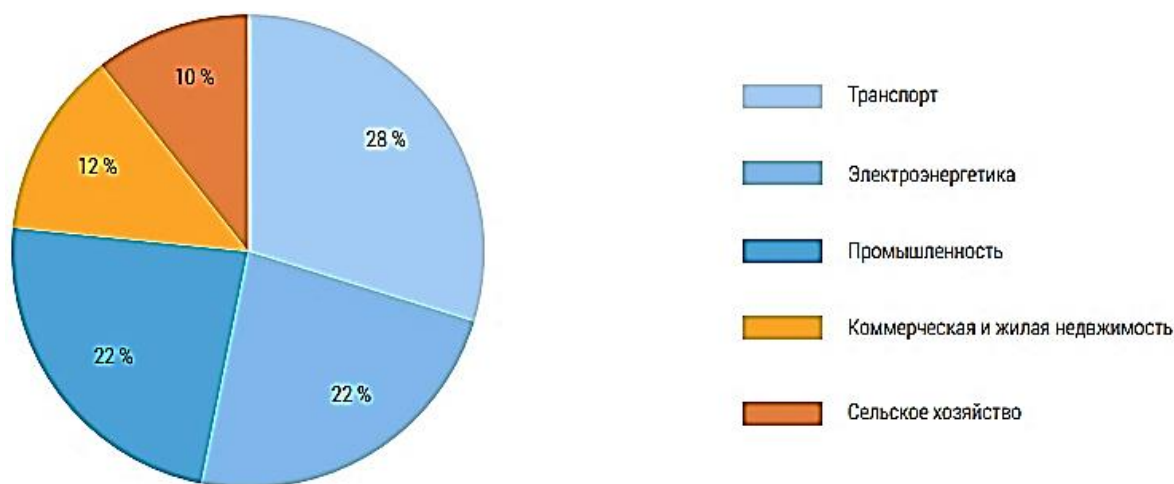


Рисунок 2 - Суммарные объемы углеродной эмиссии по видам источников в 2018 году

В рамках последующего анализа углеродного следа от переработки пластовых вод будем пользоваться третьим приближением. С помощью него имеется возможность наиболее верно охарактеризовать эмиссию углерода, которая сопровождается работа с пластовой водой. Обычно из скважины она

извлекается вместе с основной фракцией нефти. При этом на долю воды приходится от 20 % до 98 % в зависимости от обводнённости месторождения.

Полученная подтоварная вода считается отходом и утилизируется, однако на транспорт и логистическую систему доставки воды до места хранения или производства буровых растворов может уходить значительное количество энергии. Диаграмма Исикавы для данных процессов представлена на рисунке 3.

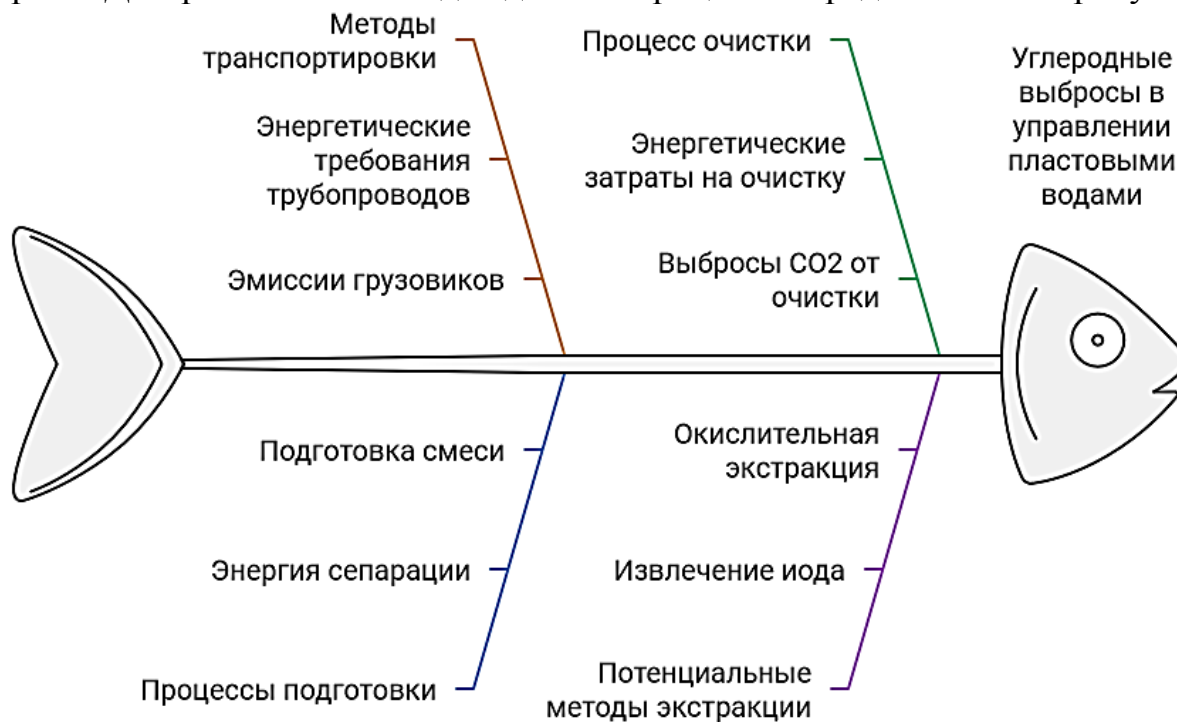


Рисунок 3 – Диаграмма Исикавы для управления эмиссией углерода в рамках переработки пластовых вод

Логистические мероприятия включают в себя как подготовку воды для транспортировки, так и закачку рабочих агентов в воды и возвращение её в пласт для поддержания пластового давления. Такая система имеет следующие стадии:

1) подготовка - пластовая продукция из скважин, являясь многофазной смесью, требует подготовку, в основном в виде сепарации фаз и отделение механических примесей.

2) транспортировка;

3) утилизация на станциях хранения вод, либо закачка обратно в пласт.

Рассмотрим возможные способы транспортировки пластовых вод:

I. Трубопроводы являются эффективным способом, но требуют электроэнергии для насосов и заранее проложенного трубного участка. Среднее потребление энергии: от 0,01 МВт·ч до 0,02 МВт·ч на кубический метр пластовых вод. При учёте выбросом CO_2 от производства электроэнергии (средний показатель 0,4 кг $\text{CO}_2/\text{кВт}\cdot\text{ч}$), то это составит: от 0,004 кг CO_2 до 0,008 кг CO_2 на кубический метр пластовых вод.

II. Дорожный транспорт, в основном в виде грузовиков с цистернами. Примерная эмиссия – от 0,5 кг CO_2 до 1,5 кг CO_2 на тонну-километр.

III. Поезда – расход на такой вид транспорта будет минимален, около от 0,1 кг CO₂ до 0,5 кг CO₂ на тонну-километр, однако требуется расположение рядом с ж/д путями.

Очищение пластовых вод, при необходимости их дальнейшего использования может потребовать дополнительных ресурсов, примерно от 0,1 МВт·ч до 0,5 МВт·ч на кубический метр для очистки, что добавляет еще около 0,04–0,2 кг CO₂ на кубический метр при тех же условиях.

Для переработки пластовых вод вблизи месторождения и исключения транспортной нагрузки на эмиссию всего предприятия, предлагается экстракционный способ с извлечением полезных микрокомпонентов. Переработанная вода, после нейтрализации, закачивается обратно в пласт на месте, вместе с буровым раствором [6].

Одним из потенциально эффективных микрокомпонентов извлечения из подтоварных вод является иод, благодаря его использованию в медицине, химической промышленности, а также в наукоёмких областях. Эффективные методы его добычи критически важны для обеспечения стабильных поставок на предприятия; они реализуются такими методами как: окислительная экстракция, воздушная десорбция и сорбция на ионообменниках.

Экстракция иода обычно осуществляется из высокоминерализованной среды пластовых вод, содержащих его в виде иодид-ионов. Этот метод включает следующие этапы:

- 1) сбор исходного материала: высокоминерализованный раствор собирается и подается на установку;
- 2) собственно экстракция с использованием органических экстрагентов,
- 3) извлечение и рекстракция иода из полученной смеси; иод отделяется от экстрагента с получением товарного продукта.

Этими стадиями определяются основные преимущества метода, которые отражены в сравнении с методом тепловой десорбции, используемой на данный момент (таблица 1).

При использовании метода тепловой десорбции основным источником углеродных выбросов являются энергозатраты на нагрев. Если взять среднее значение потребления энергии в 3 МВт·ч на тонну и учитывать углеродный след производства электроэнергии (0,4 кг CO₂/кВт·ч), то:

$$\text{Выбросы CO}_2 = 3 \text{ МВт}\cdot\text{ч} \times 1000 \text{ кВт/МВт} \times 0,4 \text{ кг CO}_2/\text{кВт}\cdot\text{ч} = 1200 \text{ кг CO}_2/\text{т}$$

В отличие от этого, экстракционный способ с потреблением энергии около 0,5 МВт·ч даст:

$$\text{Выбросы CO}_2 = 0,5 \text{ МВт}\cdot\text{ч} \times 1000 \text{ кВт/МВт} \times 0,4 \text{ кг CO}_2/\text{кВт}\cdot\text{ч} = 200 \text{ кг CO}_2/\text{т}$$

Сравнительная характеристика методов извлечения иода представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика методов извлечения иода

Параметр	Экстракционный способ	Тепловая десорбция
Энергетические затраты	Низкие (примерно от 0,1 МВт·ч/т до 0,5 МВт·ч/т)	Высокие (примерно от 1 МВт·ч/т до 5 МВт·ч/т)
Углеродный след	Минимальный (~от 0,04 кг CO ₂ /т до 0,2 кг CO ₂ /т)	Значительный (~ от 0,4 кг CO ₂ /т до 2 кг CO ₂ /т)
Степень извлечения, %	75 – 98	70 – 95
Зависимость от исходного материала	Средняя	Низкая

Экстракционный способ добычи иода представляет собой более устойчивую альтернативу методу тепловой десорбции благодаря меньшим энергетическим затратам и углеродному следу. Учитывая глобальные усилия по снижению выбросов углерода [7-8] и переходу к устойчивым производственным процессам, экстракция иода становится более предпочтительным методом.

В заключение стоит отметить, что общим для всех компаний приоритетом, в том числе выделенным в рамках Глобальной нефтегазовой климатической инициативы, является повышение энергоэффективности производственных процессов и сокращение сжигания попутного нефтяного газа. Это позволяет снизить выбросы углеродного следа в атмосферу за счет снижения вклада в углеродный след транспортными и энергетическими аспектами.

Если перерабатывающие компании будут поддерживать данную инициативу и вносить инновационные разработки в производственные циклы, человечество значительно снизит имеющийся углеродный след. По оценкам McKinsey, сокращение неконтролируемой эмиссии углерода от сжигания попутных нефтяных газов, а также увеличение энергоэффективности производственных процессов может обеспечить годовое снижение эмиссий на 1,5 Гт CO₂-эквивалента к 2050 году [9].

Список литературы

1. Буслаев, Г. В. Снижение углеродного следа добычи и транспортировки высоковязкой нефти в условиях углеводородных месторождений Арктики / Г. В. Буслаев, В. А. Моренов, Ю. А. Коняев // Проблемы геологии, разработки и эксплуатации месторождений и транспорта трудноизвлекаемых запасов

углеводородов: Материалы всероссийской научно-технической конференции (с международным участием), Ухта, 05–06 ноября 2020 года. – Ухта: Ухтинский государственный технический университет, 2021. – С. 20-25.

2. Афанасьев, С. В. Эффективный способ снижения углеродного следа в нефтедобыче / С. В. Афанасьев, В. А. Волков, Р. А. Исмаилов // Деловой журнал Neftegaz.RU. – 2021. – № 10(118). – С. 72-77.

3. Холодионова, А. С. Оценка энергосберегающих мероприятий на предприятиях по добыче газа / А. С. Холодионова // Горизонты экономики. – 2016. – № 3(29). – С. 110-113.

4. Лопатников, А. Нулевой углеродный след: риски и возможности для нефтегазовой отрасли / А. Лопатников // Нефтегазовая вертикаль. – 2020. – № 19. – С. 1-12.

5. Нин, И. Международный опыт декарбонизации в компаниях нефтегазового комплекса / И. Нин, Ю. Жэнь // Столыпинский вестник. – 2023. – Т. 5, № 9.

6. Егорова, В. В. Комплексный анализ пластовой воды / В. В. Егорова, А. Д. Степанов, И. В. Чукальцев // Шаг в науку. – 2022. – № 4. – С. 9-13.

7. Макаров, И. А. Выбросы парниковых газов по потреблению: от расчетов к политическим решениям / И. А. Макаров, С. Алаташ // Вестник международных организаций: образование, наука, новая экономика. – 2024. – Т. 19, № 1. – С. 85-105.

8. Should I Stay or Should I Go? Carbon Leakage and ETS in an Evolutionary Model / A. Antoci, S. Borghesi, G. Iannucci, M. Sodini // Energy Economics. – 2021. – № 103. – С. 105561.

9. Декарбонизация нефтегазовой отрасли: международный опыт и приоритеты России / Е.В. Грушевенко, С.А. Капитонов, Ю.В. Мельников [и др.] // Центр энергетики Московской школы управления СКОЛКОВО : электронный журнал. – URL: https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/Research/SKOLKOVO_En eC_Decarbonization_of_oil_and_gas_RU_22032021.pdf (дата обращения: 16.12.2024).

ГЛИЦИН-НИТРАТНЫЙ МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ

Тагирова Л.Р., Амонова С.С.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Развитие нанотехнологий и создание новых наноматериалов является одной из наиболее перспективных областей современной науки и техники. Среди множества методов синтеза наночастиц особое внимание привлекает глицин-нитратный метод (ГНМ), который зарекомендовал себя как эффективный, простой и экономичный способ получения широкого спектра оксидных наноматериалов.

Глицин-нитратный метод (ГНМ) представляет собой инновационный подход к синтезу наноматериалов, основанный на процессе самораспространяющегося высокотемпературного синтеза в растворе. Суть метода заключается в экзотермической реакции горения, происходящей между глицином (аминокислотой, играющей роль топлива) и нитратами металлов (окислителями). При нагревании водного раствора смеси этих компонентов до температуры воспламенения начинается бурная реакция, сопровождающаяся выделением газов и образованием наноструктурированного оксида металла. Глицин в этом процессе выступает в роли бидентантного лиганда, образующего устойчивые комплексы с нитратами, что способствует повышению их растворимости и предотвращает выпадение осадков при испарении воды.

Процесс синтеза оксидов с использованием глицин-нитратной технологии осуществляется следующим образом. Растворы нитратов металлов, дозированные в стехиометрических пропорциях, смешиваются с глицином. После того как смесь подвергается испарению, оставшаяся жидкость превращается в сиропообразное вещество. Далее, при нагревании смесь самовоспламеняется, и в процессе горения формируются частицы оксида. Самовоспламенение начинается при температуре от 150 до 900°C, в зависимости от состава синтезируемого оксида, и происходит чрезвычайно быстро и бурно. Процесс заканчивается, когда топливо полностью исчерпывается. Температура пламени может варьироваться от 1100 до 1450°C в зависимости от соотношения глицина и нитратов. Результатом реакции является легкий и пористый «пепел», который включает в себя как конечный продукт, так и остаточные простые оксиды, сажу. Газообразными продуктами реакции являются углекислый газ, азот и водяные пары [1].

Глицин-нитратный метод привлекает внимание по нескольким причинам.

1. Экономичность и доступность: Глицин-нитратный метод использует простые, доступные реагенты и не требует дорогостоящего оборудования. Это делает его привлекательным для широкого круга исследователей и промышленников.

2. Высокая скорость синтеза: Синтез наноматериалов может занять всего несколько минут, что значительно ускоряет процесс разработки новых материалов.

3. Контролируемые свойства: Модифицируя соотношение между глицином и нитратами, можно регулировать размер и морфологию получаемых наночастиц, а также изменять их химические и физические характеристики.

4. Экологическая безопасность: Процесс синтеза происходит на водной основе, что исключает необходимость использования токсичных химических веществ и минимизирует воздействие на окружающую среду.

5. Гибкость в синтезе: ГНМ позволяет синтезировать как простые оксиды, так и сложные оксидные композиции с заданными свойствами. Внесение различных добавок позволяет изменять функциональные характеристики материалов, таких как магнитные, каталитические и оптические свойства.

ГНМ находит широкое применение в различных областях науки и технологий, таких как: Оптоэлектроника и солнечные батареи: Наночастицы оксида цинка и диоксида титана активно используются в солнечных элементах и фотокатализе благодаря своим полупроводниковым свойствам. Магнитные материалы: Ферриты, такие как никель-феррит, являются перспективными материалами для разработки магнитных устройств и сенсоров. Наноматериалы, полученные с помощью ГНМ, могут использоваться в качестве лекарственных средств, а также для создания биосовместимых покрытий и биосенсоров.

Глицин-нитратный метод обладает рядом значительных преимуществ по сравнению с традиционными методами синтеза наноматериалов, такими как солево-фазный или гидротермальный синтез:

1. Низкая температура синтеза: в отличие от твердофазных методов, которые требуют высоких температур для реакции, ГНМ позволяет синтезировать оксиды при существенно более низких температурах, что снижает энергозатраты.

2. Однородность и размер частиц: За счет молекулярного уровня взаимодействия компонентов процесс синтеза гарантирует высокую однородность и контролируемость морфологии наноматериалов.

3. Быстрота и простота процесса: Самовоспламенение и быстрый процесс горения позволяют получить продукт в рекордно короткие сроки, что особенно важно для производственных нужд.

Несмотря на множество достоинств, ГНМ имеет и свои ограничения. Одной из проблем является высокая температура, которую необходимо контролировать в процессе горения, чтобы избежать образования нежелательных фаз или термического разрушения части материала. Также, для синтеза некоторых сложных материалов может потребоваться точная настройка состава реагентов, что требует дальнейших исследований.

Таким образом, глицин-нитратный метод представляет собой эффективный и экономичный способ синтеза наноматериалов с отличными характеристиками. Он сочетает высокую скорость синтеза, экологичность и возможность точной настройки свойств материалов, что делает его

привлекательным для широкого спектра научных и промышленных применений. В будущем, развитие этого метода и его адаптация для новых материалов откроет новые горизонты в области материаловедения и технологий, что будет способствовать созданию новых высокофункциональных наноматериалов для различных отраслей [2].

Список литературы

1. Гусева, А.Ф. УМКД Методы получения наноразмерных материалов / А.Ф. Гусева. – Екатеринбург: Изд-во УрГУ, – 2007. – 79 с.
2. Ларин, В.К. Глицин-нитратный способ получения ультрадисперсных (нано-) порошков оксидов металлов и перспективные направления их применения / В.К. Ларин, В.М Кондаков // Известия вузов. Цветная металлургия, – 2003. – 103 с.

ОЦЕНКА НАКОПЛЕНИЯ Cu, Zn И Pb В ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУРАХ

Терехова Н.А.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Работа выполнена в рамках государственного задания № FSGU -2023
0007 от 15.11.2023 г.

Загрязнение почв тяжелыми металлами, такими как медь (Cu), цинк (Zn) и свинец (Pb), представляет собой глобальную экологическую угрозу, обусловленную интенсивной промышленной деятельностью, использованием агрохимикатов, горнодобывающими процессами и урбанизацией [1]. Эти металлы обладают высокой устойчивостью к деградации, способностью накапливаться в почвенных профилях и включаться в трофические цепи, создавая риски для здоровья человека и устойчивости экосистем [2]. Медь и цинк, будучи эссенциальными микроэлементами, участвуют в ключевых физиологических процессах растений, включая фотосинтез и ферментативную активность, однако их избыток приводит к подавлению роста и повреждению клеточных мембран. Свинец, напротив, не выполняет биологических функций и даже в низких концентрациях усиливает окислительный стресс, нарушая метаболизм растений и снижая продуктивность сельскохозяйственных культур [3].

Аккумуляция тяжелых металлов в растительных тканях зависит от множества факторов: вида растения, его физиолого-биохимических адаптаций, pH и органического состава почвы, а также синергетических или антагонистических взаимодействий между металлами. Виды-гипераккумуляторы, такие как *Brassica juncea* и *Helianthus annuus*, демонстрируют уникальную способность поглощать и накапливать металлы в надземных органах, что открывает перспективы для фиторемедиации. Однако, большинство сельскохозяйственных культур, включая пшеницу и рис, проявляют высокую чувствительность к загрязнению, что ставит под угрозу продовольственную безопасность [4].

Моделирование полиметалльного загрязнения почв производилось в лабораторных условиях путем внесения в почвенные колонки, заполненные черноземом типичным раствором солей ацетата меди, цинка и свинца. Дозы внесения металлов в почву соответствует трем предельно допустимым концентрациям (ПДК) по валовым формам. Повторность опыта – пятикратная. Определение содержания металлов в почвенной пробе было произведено с использованием вакуумного рентгенофлуоресцентного спектрометра «Спектроскан МАКС-GVM» по методике ПНД Ф 16.1.42-04 [5]. Количество в меди, цинка и свинца в зерне и соломе культурных растений определяли атомно-абсорбционным методом. В качестве тест-культур использовалась

яровая пшеница мягкая (*Triticum aestivum*) сорта «Учитель» и ячмень яровой (*Hordeum vulgare*) сорта «Натали».

Распределение металлов в почве имело линейный характер с аккумуляцией элементов в верхнем горизонте и последующим снижением их концентраций вниз по профилю. Количество подвижной фракции цинка в слое 0-20 см составило 171 мг/кг (7,4 ПДК), меди – 15,6 мг/кг (5,2 ПДК) и свинца – 36,6 мг/кг (6,1 ПДК).

В ходе фенологических наблюдений отмечено снижение всхожести *Triticum aestivum* на 25 %, а у *Hordeum vulgare* на 17 % относительно контрольных значений. После созревания и уборки урожая был определен средний прирост фитомассы за период вегетации. Достоверного снижения массы растений пшеницы отмечено не было, а разница с контролем составила 2,4 % (3,4 г). В случае с ячменем вес растений, выращенных в почве с полиметаллическим загрязнением, стал ниже более чем на 60%. Урожай зерна *Triticum aestivum* и *Hordeum vulgare*, собранного с опытных колонок имел значения меньше контрольных в 2,3 и 1,2 раза, соответственно.



<i>Triticum aestivum</i>		<i>Hordeum vulgare</i>	
Контроль	Опыт	Контроль	Опыт

Рисунок 1 – Урожайность тест-культур, выращенных на контрольных и опытных вариантах опыта

Установлено, что содержание Zn в зерне пшеницы контрольного варианта опыта составляет 17,9 мг/кг, Cu– 2,3 мг/кг, Pb – 0,14 мг/кг, а присутствие в почве металлов усилило их аккумуляцию. Количество цинка увеличилось на 35 % (27,6 мг/кг), свинца на 65 %, но значительного прироста меди в зерновках *Triticum aestivum* не наблюдалось. Аналогичные изменения элементного состава зерна отмечены и для ячменя.

Содержание металлов в стеблях зерновых культур имела сходную с зерном динамику. Так контрольные значения цинка варьировали в диапазоне от

9,7 до 16,1 мг/кг, меди от 1,1 до 4,2 мг/кг, а свинца от 0,6 до 0,88 мг/кг. Внесение в почву металлов увеличивало их концентрацию в фитомассе содержание цинка в среднем увеличилось в 1,5 раза, меди – 7,4, а свинца в 8,7 раза.

В ходе исследования было выявлено, что *Triticum aestivum* имеет большую чувствительность к присутствию в среде высоких концентраций металлов, что проявляется в снижении витальных и морфометрических показателей, продуктивности и повышении аккумуляции загрязнителей в тканях.

Список литературы

1. Ali, H. Phytoremediation of heavy metals—Concepts and applications / Chemosphere// H. Ali, E. Khan, M. A. Sajad .-2013.–V91(7).–P.869-881.
2. Nagajyoti, P. C. Heavy metals, occurrence and toxicity for plants: A review / P. C Nagajyoti, K. D Lee, Sreekanth T. V. M. // Environmental Chemistry Letters.–2010- V. 8(3).– P.199-216.
3. Sharma, P. Lead toxicity in plants/ P. Sharma, R. S. Dubey // Brazilian Journal of Plant Physiology.–2005.– V. 17(1).–P. 35-52.
4. Salt, D. E. Phytoremediation / D. E. Salt, R. D. Smith, I. Raskin // Annual Review of Plant Biology.–1998–V. 49(1).–P.643-668.
5. ПНД Ф 16.1.42-04. Методика выполнения измерений массовой доли металлов и оксидов металлов в порошковых пробах почв методом рентгенофлуоресцентного анализа. Введ. 2010-01-01. Москва: Изд-во стандартов, 2010. 13 с.

ЭТНИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ СУБКЛАДОВ ГАПЛОГРУППЫ Y-ХРОМОСОМЫ C2 У ТУВИНЦЕВ

Тюрин А.М., канд. геол.- минерал наук

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Известны две крупные миграции монголов на запад за пределы территории их проживания в Центральной Азии. Первая – в процессе монгольских завоеваний XIII в. Вторая – переход монголов-ойратов в Сынцзян, Семиречье и Северный Прикаспий в первой четверти XVII в. По результатам первой миграции были сформированы улусы Джучи и Чигатай, второй – Калмыцкое ханство в Северном Прикаспии и Джунгарское в Семиречье и Сынцзяне. Монголы-ойраты, мигрировавшие в Северный Прикаспий, имеют этноним калмыки. Те, кто создал Джунгарское ханство (XVII в. – 1759 г.), – калмаки. В русских письменных свидетельствах последних называют зюнгарами. В специальной литературе – джунгарами. Была и миграция калмаков (джунгар) с территории Джунгарского ханства в другие регионы после его разгрома войсками империи Цин в 1755-59 гг. Одна их группа численностью 9 тыс. кибиток ушла в Ферганскую долину, другая, – 3 тыс. кибиток, через Памир и Шугнан – в Бадахшан (Афганистан). Ещё одна группа – 2,5 тыс. кибиток, мигрировала в пределы Калмыцкого ханства [7].

Все выполненные нами этнические идентификации маркеров популяционной генетики являются условными. Гаплогруппы Y-хромосомы (передаются по мужской линии) C2, O и D называют монгольскими. У монголов (N=852, N – число тестированных) их частоты 58,1, 16,7 и 0,8 % соответственно [1], у калмыков Калмыкии (N=207) частоты первых двух гаплогрупп 59,4 и 4,5 % [10]. Это генетические маркеры (от термина «генезис») монголов в Восточной Европе и Азии. Гаплогруппа C2 является генетическим маркером собственно монголов. Гаплогруппа O по частоте доминирует у китайцев, гаплогруппа D – у корейцев и японцев. Эти две гаплогруппы попали к монголам от соседних популяций. Носители монгольских гаплогрупп имеются у казахов, киргизов, узбеков, башкир, татар, ногайцев и других популяций [6].

В рамках популяционной генетики у монголов выделяют две субпопуляции: монголы-ойраты и монголы-халха (западные и восточные монголы). У них по частотам доминируют разные субклады гаплогруппы C2 [11] Исходя из этого, можно ставить задачу раздельного поиска генетических следов миграции монголов (халха и ойратов) в XIII в., а также ойратов в XVII и XVIII вв. в генофонде популяций Восточной Европы и регионов Азии. Можно ставить и задачи реконструкции элементов их этнической истории.

По «YTree v11.05.00» гаплогрупп Y-хромосомы [14] мы выделили шесть субкладов гаплогруппы C [8]. Субклады C1a2-Y11591 «Сунгирь» и C1b1-K281

«Костёнки» древние. Встречаются у современных популяций крайне редко. Остальные четыре субклада гаплогруппы C2 характерны для монголов. Они уточнены по «Y-DNA Haplogroup C and its Subclades» [13]: C2-Y10418 «Авары», C2a1a2b-M48(M504) «Калмаки» (ранее «Хазарейцы»), C2a1a2a-M48(×M504) «Калмыки» и C2b-F1067 «Халха». Имелись проблемы с привязкой номенклатуры субкладов, линий и маркеров, применяемых в ранних публикациях, к актуальным YTree и Y-DNA. Они решались по опубликованной литературе, справочникам и информации на специализированных форумах.

Следы миграций ойратов в XVII и XVIII вв. нами выявлены в YTree у татар Татарстана, Томской, Нижегородской и Рязанской областей [8]. Татары, носители гаплогруппы C2, являются их потомками. Потомков монголов-халха в Восточной Европе за исключением одного жителя Калмыкии и двух Чечни не имеется. Это не выше доли субклада «Халха» у калмыков. Выявлены и следы миграции калмаков в XVIII в. Хазарейцы Афганистана и Пакистана являются их потомками [7]. Фактически создан один из методов этнических реконструкций по данным популяционной генетики. Представляется целесообразным показать его работу на конкретном примере. Большой объём соответствующей информации имеется по тувинцам.

Тувинцы проживают, в основном, в Республике Тува. Их численность около 300 тыс. Говорят на диалекте тюркского языка. Результаты тестирования тувинцев (N=419) приведены в публикации [9]. Частоты монгольских гаплогрупп: C2 – 18,9, O – 7,2, D – 0,2 %. Остальных: N – 44,9, Q – 13,1, R1a – 12,6, R1b – 3,1, I1 – 1,0, J – 0,7, E – 0,5, I2 – 0,2 %.

В публикациях [2, 4] праведна структура гаплогруппы C2 десяти и родовых групп тувинцев. Маркеры субкладов соответствуют YTree и Y-DNA. Исходные данные и результаты нашей этнической идентификации субкладов гаплогруппы C2 приведены в таблицах 1 и 2.

Доля носителей гаплогруппы C2 у тувинцев выборки из публикации [2] составляет 16,7 % (Табл. 1). У барун-хемчик и чаа-хол у её носителей (14,6 и 17,0 %) доминирует субклад «Калмыки» – 76,9 и 93,4 %. У тере-хол (28,9 %) – субклад «Халха» – 61,5 %. У эрзин (28,6 %) имеются носители всех субкладов. Субклад «Авары» у них имеет самые высокие частоты (в гаплогруппе C2) среди тувинцев – 11,5 %.

В выборке из публикации [4] 22,7 % носителей гаплогруппы C2 (Табл. 2). Общая доля носителей субклада «Калмыки» соответствует выборке из публикации [2], но доля субклада «Халха» увеличилась за счёт субклада «Калмыки». Он по частотам доминирует у кыргызов – 70,0 %. Субклад «Авары» выявлен только у саян.

В публикации [1] приведены данные по родовой группе монгуш (N=64) – 18,8 % носителей субклада C2. Один образец типизирован только до C*-M217, I1 – «Калмыки». Других субкладов не имеется. Субклад «Калмыки» у мангуш представлен только одной линией C2a1a2a2a2-SK1066 [3]. В YTree она попадает в группу C2-F6193. В ней шесть индивидуальных гаплотипов: четыре жителя России (три из Калмыкии) и два из Монголии (один калмык). Этим

подтверждается работоспособность нашего метода этнической идентификации субкладов гаплогруппы C2.

Таблица 1. Структура гаплогруппы C2 у шести тувинских родовых групп [2] и их этническая идентификация (А.М. Тюрин)

Гаплогруппа	Маркер	Барун-Хемчик	Танды	Тере-Хол	Толжа	Чаа-Хол	Эрзин	Всего	Этническая идентификация (А.М. Тюрин)
N=		89	90	90	90	94	91	544	
C*	M217			1				1	?, 0,2 %
C2a1a1b1a	F3830	1					3	4	«Авары», 4,4 %
C2a1a3	F3791						1	1	«Калмаки», 25,6 %
C2a1a3	P53.1				1	1	1	3	
C2a1a3a1h	F3960			2				2	
C2a1a3a1	F11899			2			1	3	
C2a1a3a1	F5481		1				5	6	
C2a1a3a1g	F11791			2			1	3	
C2a1a3a1g2	F14768	1	1	2			1	5	
C2a1a2a	M86					1		1	«Калмыки», 40,0 %
C2a1a2a2a	SK1064		1		1			2	
C2a1a2a2a2	SK1066	10	2	1	1	14		28	
C2a1a2a1a1	Z32859						5	5	
C2b1a	CTS4021×M407						1	1	«Халха», 30,0 %
C2b1a1a1a	M407	1	2	16			5	24	
C2b1b	Z12266						2	2	
Всего:		13	7	26	3	16	26	91	
Носителей гаплогруппы C2, %:		14,6	7,7	28,9	4,4	17,0	28,6	16,7	

Таблица 2. Структура гаплогруппы C2 у четырёх тувинских родовых групп [4] и их этническая идентификация (А.М. Тюрин)

Гаплогруппа	Маркер	Кыргыз	Ооржак	Саян	Чоолу	Всего	Этническая идентификация (А.М. Тюрин)
N=		46	42	29	33	150	
C*	M217	1		1		2	?, 5,9 %
C2a1a1	F3918			2		2	«Авары», 8,8 %
C2a1a1b1a	F3830			1		1	
C2a1a3	F3791(×F5481)	4	2	1	2	9	«Калмаки», 26,5 %
C2a1a2a	M86	1	2		1	4	«Калмыки», 11,8 %
C2b1a1a1a	M407	14			2	16	«Халха», 47,1 %
Всего:		20	4	5	5	34	
Носителей гаплогруппы C2, %:		43,5	9,5	17,2	15,2	22,7	

Авторы публикации [5] актуализовали данные из статьи [9]. Уточнили частоты гаплогруппы C2 – 16,2 %, выделили четыре её субклада: C2b1a1a2a-F1756 – «Авары» (8,8 %), C2b1c-M504 – «Калмаки» (17,6 %), C2b1b1-M77 – Калмыки (64,7 %), C2b1a1a1a1-F3850 «Халха» (8,8 %).

Структурирование гаплогруппы С2 монголов авторы публикации [1] выполнили по четырём маркерам. Наша идентификация субкладов: С2b1a1-F3918 (6,9 %) – «Авары», С2b1a3-F3791 (30,1 %) – «Калмаки», С2b1a2a-M86 (45,9 %) – «Калмыки», С2с1-F2613 (16,6 %) – «Халха». Типизировано только до С2*-М207 – 0,6 %. В публикации не указано, каких монголов характеризует эта большая по размерам выборка (N=852). Судя по определенной нами её этнической структуре, это монголы северо-запада Монголии, где доминируют ойраты.

В таблице 3 приведено сопоставление результатов этнической идентификации монголов и тувинцев. Частоты субкладов гаплогруппы С2 принципиально идентичны. У обеих популяций по частотам доминирует субклад «Калмыки». На втором месте – «Калмаки». Объединяет выборки высокие частоты гаплогруппы О и минимальные – D. Но частоты гаплогруппы О у тувинцев заметно выше, чем у монголов, хотя должно быть наоборот. Её эмиссия происходила с юга на север.

Таблица 3. Сопоставление частот монгольских гаплогрупп и структуры гаплогруппы С2 у монголов и тувинцев

Популяци и	N =	«Авары», %	«Калмаки», %	«Калмыки» , %	«Халха», %	O/C 2	D, %
Монголы [1]	85 2	6,9	30,1	45,9	16,6	0,29	0,8
Тувинцы [5]	41 9	8,8	17,6	64,7	8,8	0,44	0,2

В публикации [9] приведены частоты гаплогрупп по регионам Тувы. На западе республики (N=169) частота гаплогруппы О составляет 8,9 %, а в центре (N=179) – 5,0 %. Имеются два массива фактических данных по казахам Южного Алтая (Россия): западных (N=30) и восточных (N=89) [12]. Частоты гаплогрупп С2 и О у западных казахов 40,0 и 3,3 %, у восточных – 60,7 и 33,7 %. У последних параметр O/C2 равен 0,56. Таким образом, в регионе – восточная часть южного Алтая и запад Тувы, имеется локальная аномалия высокий частот гаплогруппы О. Это определяет её более высокие частоты у тувинцев (в среднем), чем у монголов.

Заключение.

1. Рассмотренный метод анализа структуры носителей гаплогруппы С2 на основе этнически идентифицированных её субкладов позволил привести к единому стандарту и структурировать разнородные данные по тувинцам.

2. У родовых групп тувинцев по частотам доминируют разные субклады гаплогруппы С2. Для всех тувинцев структура её субкладов идентична структуре у монголов. У обеих популяций минимальные частоты гаплогруппы D. Несовпадение соотношения частот гаплогрупп С2 и О объясняется локальной аномалией в регионе высоких частот последней.

3. В прошлом имелось два потока носителей гаплогрупп C2 и O в популяцию тувинцев. С восточной части Южного Алтая и из зоны проживания ойратов на территории северо-восточной Монголии. Среди последних имелись и кланы монголов-халхов. Поток генов имел две формы – эмиссия и внедрение в родовые группы тувинцев генетически однородных кланов монголов (ойратов и халха).

Список литературы

1. Дамба Л.Д., Балановская Е.В., Жабагин М.К. и др. Оценка вклада монгольской экспансии в генофонд тувинцев // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2018. – Т. 22. – № 5. – С. 611–619.

2. Дамба Л.Д., Запорожченко В.В., Балановская Е.В. Филогенетический анализ Y-хромосомной гаплогруппы C2a1a2a2a2-SK1066 в генофонде тувинских родовых групп в контексте центральноазиатских популяций // Вестник Тувинского государственного университета. № 2 Естественные и сельскохозяйственные науки. – 2021. – № 4 (85). – С. 6–17.

3. Дамба Л.Д., Айыжы Е.В., Балановский О.П. и др. Центральноазиатский компонент в генофонде тувинской родоплеменной группы монгуш: к вопросу о монгольском вкладе в этногенез тувинцев // Вестник Московского университета. Серия 23: Антропология. – 2022. – № 1. – С. 77–85.

4. Дамба Л.Д., Пономарёв Г.Ю., Пылёв В.Ю., Балановская Е.В. Структура генофонда южных родовых групп тувинцев // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология. – 2024. – № 3. – С. 91–101.

5. Степанов В.А., Колесников Н.А., Валихова Л.В. и др. Структура и происхождение генофонда тувинцев по данным аутосомных SNP и гаплогрупп Y-хромосомы // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2023. – № 27(1). – С. 36–45.

6. Тюрин А.М. Генетический портрет литовских татар и феномен «Монгольские завоевания 13 века» // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2017. – № 5. – С. 78–82.

7. Тюрин А.М. Элементы этногенеза хазарейцев по данным популяционной генетики // Nomadic Civilization: Historical Research. – 2024. – № 1. – С. 41–50.

8. Тюрин А.М. Структура субкладов гаплогруппы Y-хромосомы C как свидетельство миграций монголов в XIII, XVII И XVIII вв. // Nomadic Civilization: Historical Research. – 2024. – № 3. – С. 37–49.

9. Харьков В.Н., Хамина К.В., Медведева О.Ф. и др. Структура генофонда тувинцев по маркерам Y-хромосомы // Генетика. – 2013. – Т. 49. – № 12. – С. 1416.

10. Balinova N. Post H., Kushniarevich A. et al. Y-chromosomal analysis of clan structure of Kamyks, the only European Mongol people, and their relationship to Oirat-Mongols of Inner Asia. Am. J. Hum. Genet. 2019. Vol. 27. Pp.1466–1474.

11. Malyarchuk B.A., Derenko M., Denisova G. On the Y-chromosome haplogroup C3c classification. *Journal of Human Genetics*. 2012. Vol. 57. Pp. 685–686.
12. Dulik M.C., Osipova L.P., Schurr T.G. Y-chromosome variation in Altaian Kazakhs reveals 227 a common paternal gene pool for Kazakhs and the influence of Mongolian expansions. *PLoS One*. 6(3), e17548 (2011).
13. Y-DNA Haplogroup C and its Subclades – 2019–2020. <https://docs.google.com/spreadsheets/u/0/d/1XTMjVnybYFfj4mL1UwzDACTy9fZoJdCbENwdfvKWETQ/htmlview>
14. YTree v11.05.00 (01 Декабрь 2023). <https://www.yfull.com/tree/>

МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОЧАСТИЦ

Ховрина Т.Д., Галактионова Л.В., канд. биол. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Получение нанопорошков металлов и их оксидов – актуальная задача современной науки и техники, обусловленная постоянно растущим спросом на материалы с уникальными свойствами. Исследования характеристик и методов получения наночастиц (НЧ) в последние годы приобрели значительный импульс. Термин «наночастица» относится к частицам с размерами от 1 до 100 нм. Обычно выделяют два известных подхода к получению наночастиц: «сверху вниз» (физические методы) и «снизу вверх» (химические и зеленые методы) (рисунок 1).

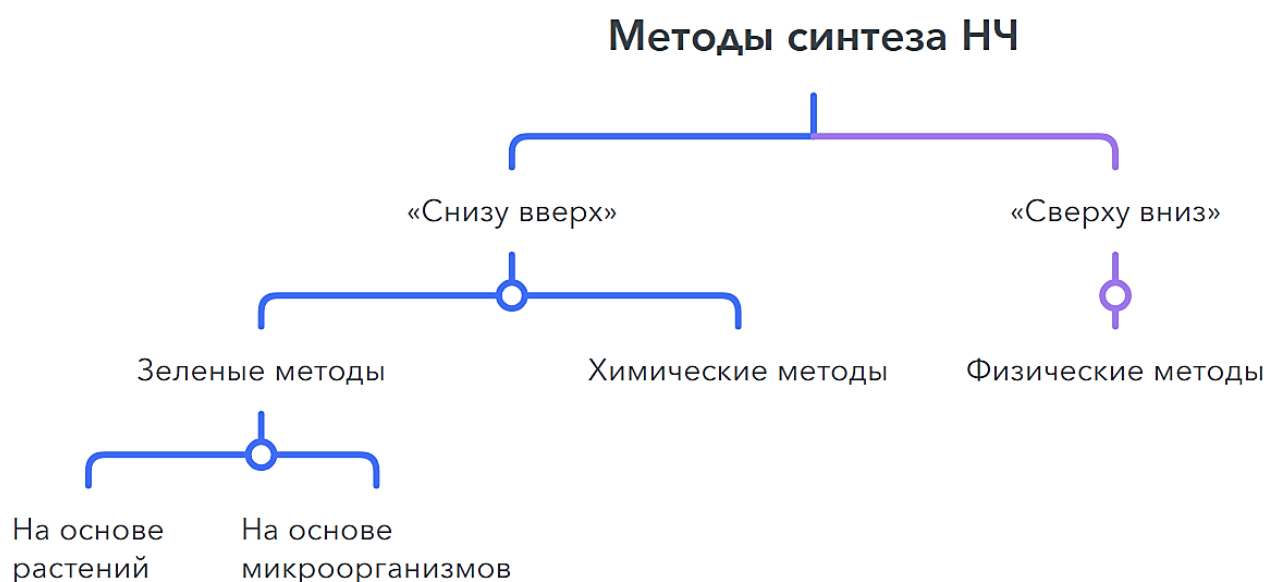


Рисунок 1 – Классификация методов получения наноразмерных частиц

Подход «сверху вниз» часто используют внешне управляемые инструменты для резки, фрезерования и формования материалов в спроектированные наномасштабные структуры, например, методы литографии, лазерная абляция, механические методы. Методы подхода «снизу вверх» используют химические свойства молекул, чтобы заставить их самоорганизоваться и стать наночастицами. Данные методы могут производить гораздо меньшие по размеру НЧ и являются экономически эффективными по сравнению с методами «сверху вниз».

Химические методы синтеза металлических НЧ являются наиболее распространёнными, многочисленными и, в то же время, наиболее

эффективными. Более того, конечные наноформы металлов можно хранить в течение длительного времени без существенной потери стабильности [1]. Хотя производство НЧ химическими методами имеет множество преимуществ, следует отметить, что использование токсичных химикатов, необходимых для их стабилизации, а также растворителей, наносит вред окружающей среде [2]. Кроме того, часто наблюдается загрязнение полученных наночастиц химическими веществами, то есть побочными продуктами [3, 4]. К химическим способам получения НЧ можно отнести следующие методы:

– химическое осаждение. Этот метод основан на осаждении гидроксидов металлов из растворов их солей с использованием щелочных растворов в качестве осадителей (например, NH_4OH , NaOH , KOH). Процесс осаждения контролируется путем регулирования pH раствора, температуры и добавления буферных растворов. В результате получают нанопорошки оксидов. При необходимости путем их термообработки в восстановительной среде можно получать металлические нанопорошки [5]. Основным недостатком способа является использование больших объемов, значительное содержание примесей в порошках и большой разброс частиц по размерам;

– химическое соосаждение. Заключается в том, что осаждающий агент реагирует с ионами металлов, что приводит к образованию твердого осадка. Химическая реакция протекает при постоянном перемешивании, а при необходимости, и нагреве. Затем, полученный порошок тщательно промывают, сушат, подвергают термическому разложению и (или) восстановлению [6];

– золь-гельный метод (химико-физический). Сущность способа заключается в осаждении из водных растворов нерастворимых металлических соединений в виде геля с последующим их восстановлением. В ходе процесса происходит химическая очистка продукта. В золь-гельном способе сначала получают золь, а после сушки – гель, который может использоваться для получения пленок или монолитных изделий. Но чаще этим методом получают нанопорошки [7];

– криохимический метод. Заключается в получении нанопорошков оксидов металлов при растворении солей, быстром замораживании полученных растворов, сублимации растворителя и термическом разложении остатка. К преимуществам данного метода относится возможность получения гомогенных нанопорошков сложного состава [9];

– гидротермальный синтез. Заключается в использовании химических реакций гидротермального разложения и окисления, которые протекают в водных средах при повышенных температурах и давлениях. Метод позволяет получать нанопорошки оксидов с узким разбросом частиц по размерам. Преимущество сольвотермального синтеза заключается в том, что он позволяет синтезировать НЧ с высокой степенью кристалличности и чистоты. Недостатком метода является высокая стоимость и сложность используемого оборудования, а также периодичность процесса синтеза [10];

– электрохимический метод. Электролизом получают чистый и рыхлый материал (металл), который оседает на катоде, выделяясь из электролита или

попадая на катод в результате разрушения анода. Далее рыхлый осадок снимают с катода и измельчают в порошок механическими методами. Существенным недостатком данного метода является необходимость дополнительного измельчения полученного порошка [11];

– химический паровой метод. Включает разложение исходного газа в высокотемпературной реакционной камере. Метод позволяет проводить исследования *in situ* процессов образования и преобразования частиц с использованием таких методов, как рентгеновское рассеяние и рентгеновская абсорбционная спектроскопия [12].

Зеленый синтез НЧ (биоопосредованный синтез) – это экологически чистый и устойчивый подход к производству наночастиц химических элементов. Многие методы зеленого синтеза работают в условиях окружающей среды или при умеренных температурах и давлении, что снижает энергозатратность процесса по сравнению с химическими методами. Методы такого синтеза используют природные источники молекул-восстановителей, такие как растения и микроорганизмы или другие биологические материалы.

У грибов и бактерий могут быть как внутриклеточные, так и внеклеточные механизмы синтеза НЧ, оба механизма в разных микроорганизмах реализуются по-разному [13]. При внутриклеточном механизме синтеза положительно заряженные ионы металлов транспортируются через клеточную стенку, имеющую отрицательный заряд, а затем проникают в клетки с помощью различных механизмов (например, при синтезе НЧ Au с использованием *Lactobacillus kimchicus*) [14]. При внеклеточном синтезе ионы металлов собираются на поверхности клетки, например, при синтезе наночастиц Au с помощью бактерии *Paracoccus haeundaensis* [15]. Аналогичным образом грибы также синтезируют НЧ двумя способами, но они более склонны к внеклеточному типу синтеза (например, синтез наночастиц серебра с помощью *Candida glabrata*) [16]. По данным на 2023 год [17] биологический синтез наносеребра в грибах является наиболее широко изученным из всех элементов. Способность производить НЧ Ag была обнаружена у более чем 120 видов грибов из различных таксонов, включая *Aspergillus* [18] и *Penicillium* [19].

Растения являются легкодоступным и удобным в использовании материалом по сравнению с микроорганизмами в биогенном синтезе наночастиц с возможностью эффективного масштабирования. Различные компоненты растений, такие как аминокислоты [20], флавоноиды [21], полисахариды [20] и другие метаболиты, играют важную роль в процессе синтеза наночастиц. Фитохимические вещества, содержащиеся в экстрактах растений, обладают высоким потенциалом для восстановления ионов металлов за гораздо более короткое время по сравнению с грибами и бактериями, для которых требуется более длительное время инкубации [23]. Например, получение НЧ Fe₃O₄ с помощью экстрактов листьев *Carica papaya* и *Eucalyptus globulus* [24, 25]. Одним из минусов использования растений в синтезе

наноформ металлов является подбор растительного материала с учетом географических особенностей.

Что касается водорослей то они обладают высокой скоростью роста и способностью поглощать углекислый газ, что делает их идеальным кандидатом для синтеза наночастиц. Некоторые бурые водоросли выделяют полисахарид фукоидан, который используется для синтеза наночастиц золота и серебра [26]. Например, с помощью бурой водоросли *Turbinaria conoides* существует возможность синтеза наноформ серебра [27]

Наночастицы, обладающие уникальными свойствами, получают с помощью различных физических и химических способов, но у этих методов есть недостатки, такие как высокая стоимость и необходимость в высокой температуре и давлении. В настоящее время основное внимание уделяется последним достижениям в области нанотехнологий и экологически безопасному производству наноматериалов с использованием растений и микроорганизмов. Однако в большинстве исследований используются экстракты или растворители без надлежащего качественного и количественного определения их компонентного состава, что приводит к невозможности воспроизводимого синтеза, который сложно масштабировать и внедрять в реальный сектор экономики.

Список литературы

1. Iravani S., Thota S., Crans D. C. Methods for preparation of metal nanoparticles. – Wiley: Weinheim, Germany, 2017. – Т. 63 – P. 15-31.
2. Anwar S. H. A brief review on nanoparticles: types of platforms, biological synthesis and applications // Res. Rev. J. Mater. Sci. – 2018. – V. 6. – №. 2. – P. 109-116.
3. Tarafdar J. C., Raliya R., Saran R. P., Choudhary K.K. Biosynthesis and characterization of nanoparticles biosynthesis and characterization of nanoparticles. // J. Adv. Med. Life Sci. – 2014. – V.1. – № 1. – P. 1-4.
4. Thakkar K. N., Mhatre S. S., Parikh R. Y. Biological synthesis of metallic nanoparticles // Nanomed. Nanotechnol. Biol. Med. – 2010. – V. 6. – № 2. – P. 257-262.
5. Добровольский Д. С. и др. разработка метода получения наночастиц оксида алюминия методом химического осаждения с дальнейшим термическим разложением // Успехи в химии и химической технологии. – 2017. – Т. 31. – № 13 (194). – С. 31-33.
6. Прядко А., Синявский С. В. Синтез наночастиц магнетита методом сотворения и исследование лимонной кислоты на их магнитные свойства // Перспективы развития фундаментальных наук: сборник научных трудов XVIII Всемирной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Томск, 27-30 апреля 2021 г. Т. 2: Химия. – Томск, 2021. – Томский политехнический университет, 2021. – Т. 2. – С. 208-210.
7. Евстропьев С. К., Никоноров Н. В. Жидкостные методы получения оптических наноматериалов. – СПб: Университет ИТМО, 2018. – 84 с.

8 Вишенков С.А. Химические и электрохимические особенности осаждений металлопокрытий. – Москва: Машиностроение, 1975. – 312 с.

9 Верная О. И., Шабатин В. П., Шабатина Т. И. Низкотемпературный синтез наночастиц магнетита // Вестник Московского университета. Серия 2. Химия. – 2018. – Т. 59. – № 5. – С. 384-386.

10 Лякишев Н. П., Алымов М. И. Получение и физико-механические свойства объемных нанокристаллических материалов. – Москва: ЭЛИЗ, 2007. – 148 с.

11 Дресвянников А. Ф. и др. Электрохимический метод синтеза магнитных наночастиц // Вестник Казанского технологического университета. – 2010. –

№ 6. – Р. 242-248.

12 Золотухин И. В. и др. Способы получения упорядоченных углеродных нанотрубок и нановолокон методом химического осаждения из пара // Альтернативная энергетика и экология. – 2006. – № 10. – Р. 45-51.

13 Bhardwaj K. et al. Pleurotus macrofungi-assisted nanoparticle synthesis and its potential applications: a review // Journal of Fungi. – 2020. – V. 6. – № 4. – P. 351.

14 Mughal B. et al. Biogenic nanoparticles: Synthesis, characterisation and applications // Applied Sciences. – 2021. – V. 11. – № 6. – 2598.

15 Cherian T. et al. Green chemistry-based gold nanoparticles synthesis using the marine bacterium *Lysinibacillus odysseyi* PBCW2 and their multitudinous activities // Nanomaterials. – 2022. – V. 12. – № 17. – 2940.

16 Ghosh S. et al. Microbial nano-factories: synthesis and biomedical applications // Frontiers in Chemistry. – 2021. – Т. 9. – 626834.

17 Loshchinina E. A., Vetchinkina E. P., Kupryashina M. A. Diversity of biogenic nanoparticles obtained by the fungi-mediated synthesis: A review // Biomimetics. – 2022. – V. 8. – № 1. – P. 1.

18 Elegbede J. A. et al. Fungal xylanases- mediated synthesis of silver nanoparticles for catalytic and biomedical applications // IET nanobiotechnology. – 2018. – V. 12. – № 6. – P. 857-863.

19 Danagoudar A. et al. Characterization, cytotoxic and antioxidant potential of silver nanoparticles biosynthesised using endophytic fungus (*Penicillium citrinum* CGJ-C1) // Materials Today Communications. – 2020. – V. 25. – 101385.

20. Shao Y., Jin Y., Dong S. Synthesis of gold nanoplates by aspartate reduction of gold chloride // Chemical Communications. – 2004. – № 9. – P. 1104-1105.

21 Shankar S. S. et al. Bioreduction of chloroaurate ions by geranium leaves and its endophytic fungus yields gold nanoparticles of different shapes // Journal of Materials Chemistry. – 2003. – V. 13. – № 7. – P. 1822-1826.

22 Park Y. et al. Polysaccharides and phytochemicals: a natural reservoir for the green synthesis of gold and silver nanoparticles // IET nanobiotechnology. – 2011. – V. 5. – № 3. – P. 69-78.

23 Jha A. K. et al. Biosynthesis of silver nanoparticles using Eclipta leaf // Biotechnology progress. – 2009. – V. 25. – № 5. – P. 1476-1479.

24 Balamurugan M., Saravanan S., Soga T. Synthesis of iron oxide nanoparticles by using Eucalyptus globulus plant extract // E-Journal of Surface science and Nanotechnology. – 2014. – V. 12. – P. 363-367.

25 Balamurugan M. G. et al. Ocimum sanctum leaf extract mediated green synthesis of iron oxide nanoparticles: spectroscopic and microscopic studies // J. Chem. Pharm. Sci. – 2014. – V. 4. – P. 201-204.

26 Ahmad K. et al. Marine macroalgae polysaccharides-based nanomaterials: an overview with respect to nanoscience applications // Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences. – 2022. – V. 11. – № 1. – P. 156.

27 Rajeshkumar S., Kannan C., Annadurai G. Green synthesis of silver nanoparticles using marine brown algae Turbinaria conoides and its antibacterial activity // International Journal of Pharma and Bio Sciences. – 2012. – V. 3. – № 4. – P. 502-510.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИТОТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ ГОРОДА БУЗУЛУКА, НАХОДЯЩИХСЯ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Яруллина Е.О., Верхошенцева Ю.П., канд. биол. наук
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Воздействие выбросов промышленного предприятия на территории города и близлежащих к нему районов представляет собой одну из актуальных экологических проблем. Почва является важным компонентом экосистемы, так как имеет возможность накапливать различные загрязняющие вещества, в том числе тяжелые металлы [1]. В результате накопления данных веществ возможно проявление в изменении структуры, плотности, дренажа почвы и структурности почвы [2].

Фитотоксичность почвы в результате воздействия промышленного предприятия может быть определена доступным методом фитотестирования [3]. В качестве тест-объектов применяют разные виды растений, которые чувствительны к содержанию загрязняющих веществ в почвах, что проявляется в физиологических изменениях при их росте и развитии. В наиболее угнетенном состоянии находятся растительный покров вблизи промышленных предприятий и рядом с автотрассами. Именно в таких местах в почве накапливаются разнообразные соединения естественного и антропогенного происхождения, обуславливающие ее загрязненность и токсичность. В связи с чем, большой научный и практический интерес представляет интегральная оценка состояния почвенного покрова [4]. Существуют различные параметры, которые изучаются в процессе тестирования, ими являются энергия прорастания семян и их всхожесть [5].

Целью работы являлось определение фитотоксичности почв, находящихся в зоне влияния промышленного предприятия города Бузулука с использованием растений-индикаторов – кресс-салата (*Lepidium sativum* L.), редьки масляничной (*Brassica rapa* L.) и овса посевного (*Avena sativa* L.).

В данной статье представлены результаты определения фитотоксичности почв, прилегающих к АО «Композит Групп» – Бузулукский механический завод.

Материалом для исследования послужили почвенные образцы, отобранные в пределах санитарно-защитной зоны АО «Композит Групп» (Рисунок 1). Было заложено 4 точки исследования на расстоянии 400 метров от предприятия в 4 основные стороны света. Повторность опыта пятикратная. Данные исследования были проведены в июле 2024 года.

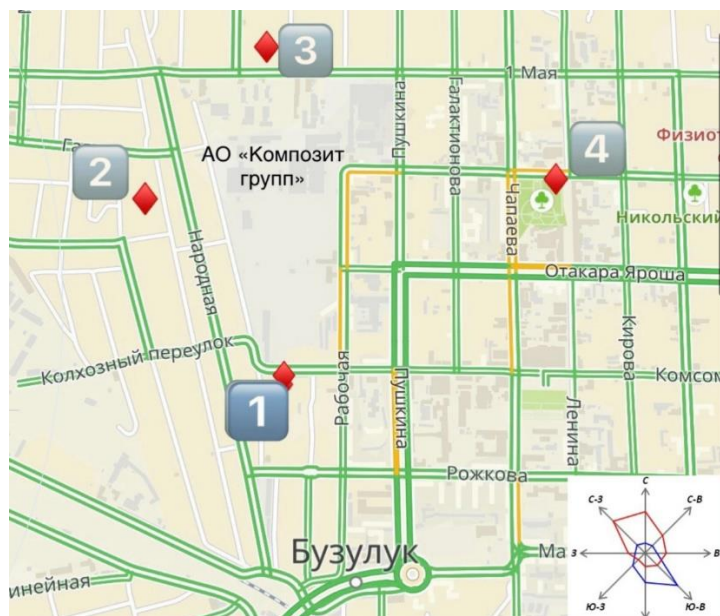


Рисунок 1 – Расположение опытных точек исследования

Образцы почв:

- 1) почва из загородной части города
- 2) почва на улице Максима Горького «Троицкий парк»
- 3) почва на улице Народная, 110
- 4) почва на улице 1 мая, 91
- 5) почва на улице Комсомольская, 120

Почвенный покров участков исследования представлен зональным подтипом почв - черноземом обыкновенным разной степенью антропогенной нарушенности.

Почва из загородной части города, представлена зональным подтипом почв – черноземом обыкновенным, который находился в непосредственной близости с лесополосой. Данный образец находился вне зоны влияния городской среды и был расположен в десяти километрах от предприятия, испытывая минимальную степень антропогенной нагрузки.

Данные почвенные образцы были отобраны и подготовлены согласно стандартным методикам отбора почвенных образцов (ГОСТ 17.4.3.01-83). Фитотоксичность оценивали на основании сравнения всхожести и энергии прорастания семян (ГОСТ Р ИСО 22030-2009. Качество почвы. Хроническая фитотоксичность в отношении высших растений) [6,7].

В данном исследовании основное внимание направлено на изучение фитотоксичности почв, как критерия, позволяющего произвести анализ их пригодности и эффективности по отношению к экосистеме города [8]. В качестве тест-объектов в данном исследовании были использованы семена *Avena sativa L.*, *Lepidium sativum L.* и *Brassica rapa L.*, которые отличаются высокой всхожестью и скоростью роста, дают стабильные и воспроизводимые результаты. О результатах фитотоксичности почв судили по изменению показателей прорастания семян (всхожесть, энергия прорастания). Мерой

оценки токсичности субстратов явилась значимая разница в опыте и контроле количества проросших семян и средней длины корней [9].

Оценка фитотоксичности проводилась по следующим критериям [10]:

20 – 40 % – сильная фитотоксичность;

40 – 60 % – средняя;

> 60 % – фитотоксичность не проявляется (норма);

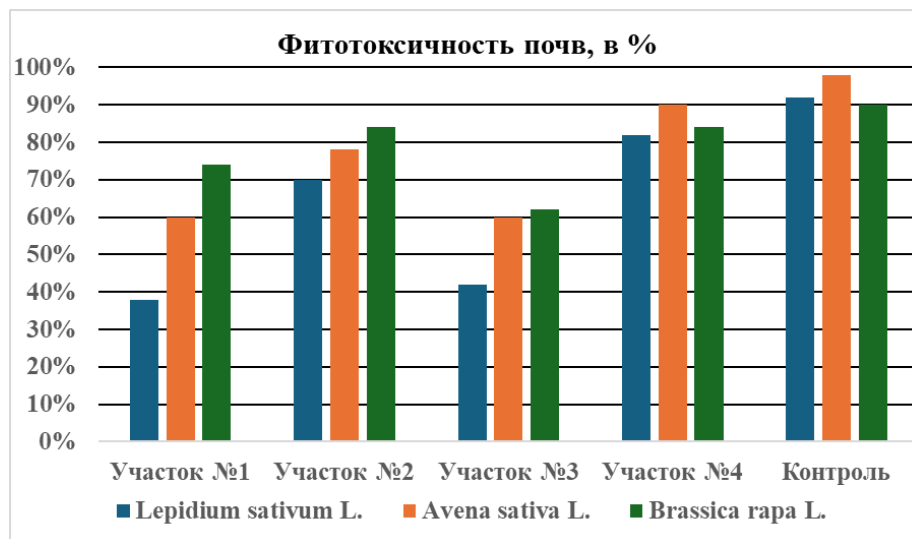


Рисунок 2 – Результаты фитотоксичности почв 3 тест-культур, в %

В результате подсчёта энергии прорастания семян, стало возможно определение фитотоксичности почв по 5 образцам почв (Рисунок 2). В целом на всех участках формируется относительно удовлетворительная ситуация. Неудовлетворительная ситуация складывается только на участке под номером 3, что связано с близостью промышленного предприятия и господствующими ветрами, дующими в этих направлениях. На участке 4 загрязнение отсутствует, вероятно, это объясняется наличием различных культур на заданной территории и применения различных методов для защиты растений.

Таким образом, изучение степени фитотоксичности почв участков исследования показало отсутствие подавления роста растений на фоновом участке и в почвах на улице Максима Горького, среднюю фитотоксичность проявляли почвы на участках по улице 1 мая и Народная. Низкое значение фитотоксичности почв было выявлено на улице Максима Горького "Троицкий парк" вероятно, это связано с относительной удалённостью от городских дорог, а также наличием разнообразных культур на заданной территории и различных методов для защиты растений. Использование для определения фитотоксичности почв в качестве тест-культур *Lepidium sativum* L., *Brassica rapa* L. и *Avena sativa* L. позволило выявить наибольшую чувствительность к техногенному загрязнению *Lepidium sativum* L., и рекомендовать данную культуру в качестве тест-объекта.

Список литературы

1. Безуглая, В. В. Определение фитотоксичности почв под влиянием несанкционированных свалок на территории города Сургута / В. В. Безуглая, З. А. Самойленко // Проблемы трансформации естественных ландшафтов в результате антропогенной деятельности и пути их решения : Сборник научных трудов по материалам Международной научной экологической конференции, посвященной Году науки и технологий, Краснодар, 29–31 марта 2021 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, 2021. – С. 690-693.
2. Попова, Е. И. Определение фитотоксичности почв города Тобольска методом биотестирования / Е. И. Попова // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 4. – С. 135–139.
3. Стародубова, Н. М. Оценка фитотоксичности почв Первомайского района города Пенза / Н. М. Стародубова, С. А. Солдатов // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки : Материалы XIII Международной научно-практической конференции, Владикавказ, 08–10 декабря 2023 года. – Владикавказ : Веста, 2023. – С. 285-288.
4. Верхошенцева, Ю. П. Фитотоксичность почв парков города Оренбурга / Ю. П. Верхошенцева, Л. В. Галактионова // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2014. – № 6(167). – С. 195-198.
5. Каримова, Г. М. Определение фитотоксичности почв города Уральска методом фитотестирования / Г. М. Каримова, Е. Е. Аюпов // Молодой ученый. – 2019. – № 24(262). – С. 64-65.
6. Отбор проб с учетом требований ГОСТа 17.4.3.01-83 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб».
7. ГОСТ Р ИСО 22030-2009. Качество почвы. Биологические методы. Хроническая фитотоксичность в отношении высших растений. – Введ. 2010-01. – Москва : Изд-во стандартов, 2009. – 20 с.
8. Жумабаева, Б. С. Фитотоксичность почв городской территории / Б. С. Жумабаева // Теоретические и практические аспекты развития науки и образования в современном мире: Материалы Международной (заочной) научно-практической конференции, София, Болгария, 16 мая 2017 года / Под общей редакцией А.И. Вострецова. – София, Болгария: Научно-издательский центр "Мир науки" (ИП Вострецов Александр Ильич), 2017. – С. 22-30.
9. Максимова, Н. Б. Оценка токсичности и загрязненности почв методом фитоиндикации / Н. Б. Максимова, Г. Г. Морковкин, А. Лаврентьева // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2003. – № 2(10). – С. 106-112.
10. Байсыркина, В. А. Исследование загрязнения Г. Бузулука с использованием растительных тест-систем / В. А. Байсыркина, В. А. Сергеева // Актуальные проблемы интеграции науки и образования в регионе : Материалы Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), Бузулук, 28–29 апреля 2022 года. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2022. – С. 280-284.