

СЕКЦИЯ 28

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

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОДУКТЫ ИЗВЕРЖЕНИЯ ВУЛКАНА НИСИРОС, ГРЕЦИЯ Д.А.....	Акимова 4123
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ПРОИСХОДЯЩИЕ ПРИ ИЗВЕРЖЕНИИ ВУЛКАНОВ Каныгина О.Н., д-р физ.-мат. наук, профессор, Акимова Д.А.	4129
МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МИКРОБНОЙ ОБСЕМЕНЕННОСТИ ЭЯКУЛЯТА Алексева Д.Б, Дроздова Е.А., канд. биол. наук, доцент	4137
ВЛИЯНИЕ МЕТОДОВ ЦЕНТРИФУГИРОВАНИЯ И ТЕХНИКИ «ВСПЛЫВАНИЯ» НА ОБСЕМЕНЕННОСТЬ ЭЯКУЛЯТА Алехина А.А., Дроздова Е.А., канд. биол. наук, доцент.....	4140
СЛОЖНЫЕ ХАЛЬКОГЕНИДЫ В СИСТЕМАХ $Me_xMe_ySe_z$ Аржаных А.С., Макаров А.Г., канд. хим. наук	4144
МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ НАНОЧАСТИЦ МЕТАЛЛОВ: ОБЗОР Атякова А. А., Алёшина Е. С., канд. биол. наук, доцент.....	4150
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗИСТЕНТНОСТИ <i>LACTOBACILLUS</i> <i>ACIDOPHILUS</i> И <i>ENTEROCOCCUS FAECIUM</i> К ТОКСИЧЕСКОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ СОЛЕЙ ЦИНКА Баранова А. П., Вельш О. А, Хадиева Э. Р., Сизенцов А. Н., канд.биол.наук, доцент	4154
АКТУАЛЬНОСТЬ ПРАКТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИЗУЧЕНИЯ СЕЗОННЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ СОДЕРЖАНИЯ КРАХМАЛА В ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУРАХ Бибарцева Е.В., канд.мед.наук, Гатауллина Э.Ф., Ткачева Т.С.	4158
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЖИВЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ В ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ Булгакова М.А., канд.биол.наук, Пятина Е.В., канд.биол.наук.....	4161
ОЦЕНКА СТЕПЕНИ БИОТОКСИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СОЛЕЙ МЕДИ В ОТНОШЕНИИ РОСТА БАКТЕРИЙ <i>ESCHERICHIA COLI</i> Вельш О. А, Хадиева Э. Р., Баранова А. П., Сизенцов А. Н., канд.биол.наук, доцент	4165
МЕХАНИЗМЫ РЕЗИСТЕНТНОСТИ <i>PSEUDOMONAS AERUGINOSA</i> К АНТИБИОТИКАМ Ткачева Т.С., Гатауллина Э.Ф., Бибарцева Е.В., канд.мед.наук, доцент	4168
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБНАРУЖЕНИЮ И ИДЕНТИФИКАЦИИ <i>PSEUDOMONAS AERUGINOSA</i> В ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ, ВОДЕ, СТОЧНЫХ ЖИДКОСТЯХ) Ткачева Т.С., Гатауллина Э.Ф., Бибарцева Е.В., канд.мед.наук, доцент	4176
СТРАТЕГИЯ ПОИСКА ИНФОРМАЦИИ В БИБЛИОТЕКЕ НА ПРИМЕРЕ ТЕМЫ: ИДЕНТИФИКАЦИЯ <i>PSEUDOMONAS AERUGINOSA</i> В ОБЪЕКТАХ	4118

ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ Бибарцева Е.В., канд.мед.наук, доцент, Ткачева Т.С., Гатаулина Э.Ф.	4184
ПРОБЛЕМА ЗАГРЯЗНЕНИЯ МОЛОКА ИНГИБИРУЮЩИМИ ВЕЩЕСТВАМИ И МЕТОДЫ ИХ ОБНАРУЖЕНИЯ Давыдова О.К., канд.биол.наук, доцент, Беззубова К.А., Долгова Е.В.	4187
РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИСУТСТВИЯ АНТИБИОТИКОВ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ Давыдова О.К., канд.биол.наук, доцент, Вовк С.В., Шипилова Е.С.	4193
КОНВЕРГЕНТНЫЙ ПОДХОД В ПРЕПОДАВАНИИ ДИСЦИПЛИН «БИОИНЖЕНЕРИЯ» И «БИОИНФОРМАТИКА» Давыдова О.К., канд.биол.наук, доцент, Никиян А.Н., канд. физ.-мат.наук, доцент.....	4199
ПЕРСПЕКТИВЫ «ЗЕЛЕНОГО» СИНТЕЗА НАНОЧАСТИЦ МЕТАЛЛОВ И МЕТОДЫ ИХ ИССЛЕДОВАНИЯ Давыдова О.К., канд.биол.наук, доцент, Никиян А.Н., канд. физ.-мат.наук, доцент, Сенаторова Д.Д., Шкловский Р.А.	4203
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СКОРОСТИ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ НА КИНЕТИКУ ДИФФУЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ЭКСТРАКЦИИ ИОДА КОМПОЗИЦИЕЙ НА ОСНОВЕ ТБФ Дроконова А.В., Пономарева П.А..	4210
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИОДА Ершакова Л. В., Степанов А. Д., Пономарева П. А.	4214
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СОЛЕВОГО ФОНА НА РАВНОВЕСНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЭКСТРАКЦИИ ИОДА КОМПОЗИЦИЕЙ НА ОСНОВЕ ТБФ Зитханова Е.А. , Пономарева П.А.	4222
УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ К ДЕЙСТВИЮ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ Кагарманова Э. Р., Укенов Б. С., канд. биол. наук, доцент	4225
КАЛЬЦИЙСОДЕРЖАЩИЕ ПРЕПАРАТЫ В КОРМЛЕНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПТИЦЫ ¹ Казаев К.А., ² Сальникова Е.В., д-р биол. наук, канд. хим. наук, доцент.....	4229
О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЦВЕТОВЫХ ПАРАМЕТРОВ В КАЧЕСТВЕ МЕТОК ПРИ АНАЛИЗЕ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В ГЛИНАХ Каныгина О.Н., д-р физ.-мат. наук, профессор, Кушнарера О.П.	4233
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВСПЫШКИ МОТОРНЫХ МАСЕЛ В ОТКРЫТОМ ТИГЛЕ ПО ГОСТ 4333-87 Кораблева С.С., Левенец Т.В. канд.хим.наук, доцент.....	4241
РОЛЬ КУРСА «АНАЛИЗ ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ» В ФОРМИРОВАНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ-ХИМИКОВ Кушнарера О.П.	4244

АДСОРБЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ МОНТМОРИЛЛОНИТОВОЙ ГЛИНЫ ПО ОТНОШЕНИЮ К НЕФТЯНЫМ ЗАГРЯЗНЕНИЯМ	Каныгина О.Н., д-р физ.-мат. наук, профессор, Кушнарера О.П., Туркина Д.Е., Огай В.А.	4248
ИССЛЕДОВАНИЕ МОЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ КОМПОЗИЦИОННОГО СОСТАВА НА ОСНОВЕ КАОЛИНОВОЙ ГЛИНЫ ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ НЕФТЕПРОДУКТАМИ	Кушнарера О.П., Огай В.А., Туркина Д.Е.	4254
ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЯБЛОЧНОГО СОКА	Кушнарера О.П., Подуруева А.А.	4259
ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОЕ КИСЛОТНО–ОСНОВНОЕ ТИТРОВАНИЕ НА СЛОЖНЫХ ЭЛЕКТРОДАХ	Макаров А.Г., канд. хим. наук, Аржаных А.С.	4264
АККУМУЛЯЦИЯ ЖЕЛЕЗА <i>LEPIDIUM SATIVUM L.</i> В УСЛОВИЯХ ПОЛЕВОГО ОПЫТА	Мустаева А.М., Терехова Н.А., Орлова Н.Г., Галактионова Л.В. канд. биол. наук, доцент	4268
ОСВОЕНИЕ МЕТОДОВ КОМПЛЕКСНОЙ ЭКОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНЫХ ВОДОЕМОВ БАКАЛАВРАМИ НАПРАВЛЕНИЯ 06.03.01 БИОЛОГИЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ	Науменко О.А., канд. мед. наук, доцент, Рахматуллин А. Ф.	4272
ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ И РАДИОНУКЛИДАМИ	Орлова Н.Г., Терехова Н.А.....	4277
БЛОКИРОВАНИЕ АУТОИНДУКТОРА GVAR И ИНАКТИВАЦИЯ МЕХАНИЗМА MurA, КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ПОДХОД К ПРЕОДОЛЕНИЮ РЕЗИСТЕНТНОСТИ БАКТЕРИЙ	Плотникова Ю.А.....	4282
ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ И ДРУГИХ СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ К ПОВЫШЕНИЮ КАЧЕСТВА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ-БИОХИМИКОВ	Плотникова Ю.А., Барышева Е.С., д-р мед.наук, профессор, Сизенцов А.Н., канд.биол.наук, доцент, Чернова В.С.....	4285
ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ И КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ СПЕКТРОВ ПРИ ИЗВЛЕЧЕНИИ ЙОДА ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ	Пономарева П.А.	4290
ФОРМИРОВАНИЕ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ ПО БИОЛОГИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМИ У УЧАЩИХСЯ СТАРШИХ КЛАССОВ И СТУДЕНТОВ ВУЗОВ	Романенко Н.А., канд. биол. наук	4296
ДАЙДЖЕСТ ИСТОРИИ ЭКОЛОГИИ	Русанов А.М., д-р биол. наук, профессор	4300
РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ ОЦЕНКИ БАКТЕРИЦИДНОГО ЭФФЕКТА РАЗЛИЧНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ	Сизенцов А.Н., канд. биол. наук, доцент	4308

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ БАКТЕРИЦИДНЫХ РЕЦИРКУЛЯТОРОВ С КОМБИНИРОВАННЫМ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМ ДЕЙСТВИЕМ Сизенцов А.Н., канд. биол. наук, доцент, Суслов В.С., Сизенцов Я.Н.	4311
АНАЛИЗ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЦЕНТРАЛЬНОГО РАЙОНА ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА Смирнова Н.С., Сальникова Е.В., д-р биол. наук, канд. хим. наук, доцент	4314
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ РАЗДЕЛЕНИЯ РАЦЕМИЧЕСКИХ СМЕСЕЙ Степанов А. Д., Кунавина Е.А., канд. хим. наук, доцент.....	4318
СОЗДАНИЕ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ТИТРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ КОЛОРИМЕТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ Степанов А. Д. ¹ , Сейтаты И. С. ¹ , Успенский М. П. ² , Пономарева П. А. ¹	4324
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ ВОСПОЛНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ В ОРГАНИЗМЕ СРЕДСТВАМИ ПРОМЫШЛЕННОГО И ДОМАШНЕГО ПРОИЗВОДСТВА Четверикова Д.К., Брежнев А.М., Пономарева П. А. ...	4330
ВЛИЯНИЕ ГРАДООБРАЗУЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ОБСТАНОВКУ ТЕРРИТОРИЙ МОНОГОРОДОВ Шамраев А.В., канд. биол. наук, доцент, Алехина Г.П., канд. биол. наук, доцент, Верхошенцева Ю.П., канд. биол. наук, доцент, Хардикова С.В., канд. биол. наук, доцент, Горбунова К.Ю.	4333
ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФРАКЦИЙ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ НА ЭКОЛОГИЮ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ Шамраев А.В., канд. биол. наук, доцент, Алехина Г.П., канд. биол. наук, доцент, Верхошенцева Ю.П., канд. биол. наук, доцент, Хардикова С.В., канд. биол. наук, доцент, Рылова М.В.	4338
ВЛИЯНИЕ ТОКСИКАНТОВ НА АНТИОКСИДАНТНУЮ СИСТЕМУ РАСТЕНИЙ Пешков С.А., канд. с.-х. наук, доцент, Шистерова А.С.....	4342
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА КРЕМНИЯ Юдин А.А., Каныгина О.Н., д-р физ.-мат. наук, профессор, Биксентеев А.Р., Симонова А.В.....	4346
ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ СУСПЕНЗИЙ ПАРАФИНА, МОДИФИЦИРОВАННОГО ПОЛИЭТИЛЕНГЛИКОЛЕМ Юдин А.А., Сальникова Е.В., д-р биол. наук, канд. хим. наук, доцент, Диянова Ю.И.	4350
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ГАММА-СПЕКТРОМЕТРИИ В АНАЛИЗЕ ПОЧВ (ОБЗОР) Юдин А.А., Сальникова Е.В., д-р биол. наук, канд. хим. наук, доцент, Лялюкова Т.О., Салавьева В.А.	4354

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАТУРАЛЬНОЙ КОСМЕТИКИ И ЕЕ ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ Юмагужина А.Р., Дроздова Е.А., канд. биол. наук, Алешина Е.С., канд. биол. наук, доцент	4359
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СРЕДЫ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЭКСТРАКЦИИ ИОДА КОМПОЗИЦИЕЙ НА ОСНОВЕ Д ₂ ЭГФК Юмашева А.И., Пономарева П.А.....	4363

ПРОДУКТЫ ИЗВЕРЖЕНИЯ ВУЛКАНА НИСИРОС, ГРЕЦИЯ

Акимова Д.А.

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

На протяжении всей истории Земли извержения вулканов приносят жителям Земли ущерб экологического и экономического характера. Наиболее впечатляющие вулканические явления – это материалы извержения в виде вулканических бомб, лапиллей и вулканического пепла. Интерес исследователей к вулканам и продуктам его деятельности высок, однако пирокластическим образованиям, влияющим на формирование внешних оболочек Земли - литосферы, гидросферы и атмосферы, уделяется мало внимания. Сейчас на поверхности Земли около 90 действующих вулканов, оказывающих существенное влияние на климат, рельеф и химический состав воздуха, почв, вод и на живые организмы.

Статья посвящена системному изучению гранулометрического и химического состава наиболее доступных продуктов извержения вулкана Нисирос, их колориметрическому анализу, которые являются важнейшими параметрами, необходимыми для получения первичной информации о составе изверженных пород, для дальнейшей оценки негативного и положительного воздействия вулканических продуктов на человека, его жизнедеятельность и природные экосистемы, и что более важно – они позволяют предвидеть извержение в ближайшее время, помогают обеспечить безопасность населения.

Актуальность работы заключается в практическом интересе, связанном с малой изученностью процесса вулканизма. Статья может быть полезна в различных областях науки, например, в геологии, химии, геохимии, петрологии, а также тем, кто интересуется вулканической деятельностью и образованными в результате нее продуктами.

Извержение вулканов - одно из самых эффектных и грозных явлений природы. В процессе извержения из глубинных недр Земли на поверхность выносятся расплавленная огненная масса – магма. А что же такое вулканизм? Вулканизм представляет собой совокупность процессов и явлений, связанных с движением магмы в верхней мантии, земной коре и на ее поверхности [1].

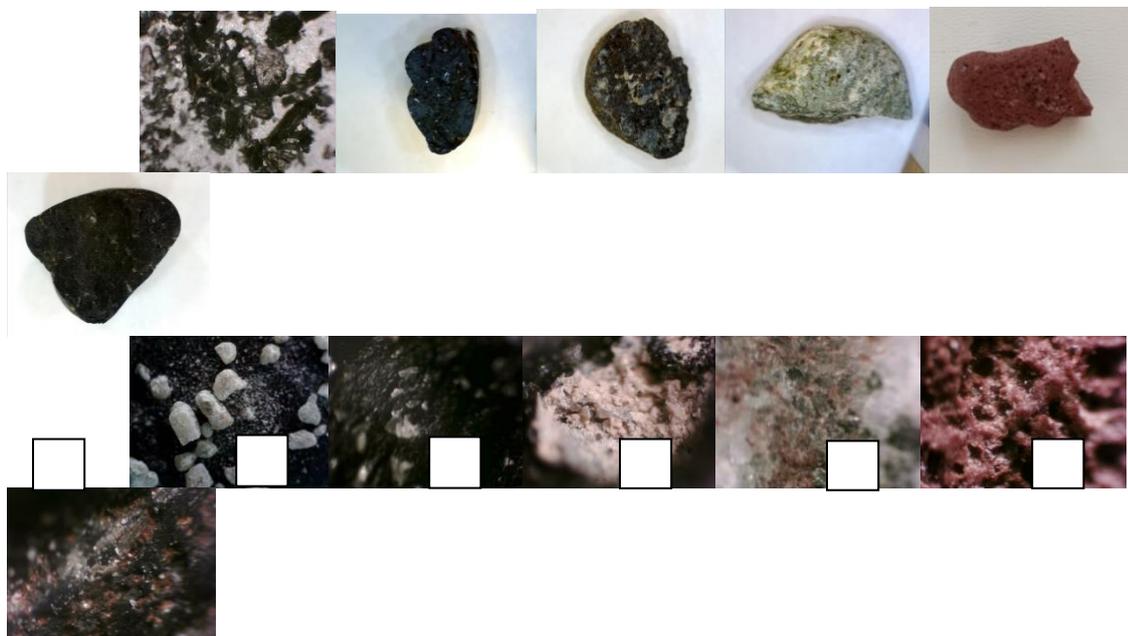
Существует множество вариаций определения понятия «вулкан», которые можно свести к четырем основным: 1 – место более интенсивных выделений внутренней (главным образом тепловой) энергии Земли на ее поверхности, в точке и в системе точек, расположенных линейно, линией и системой линий, происходящих большей частью периодически, вместе с излиянием или выжиманием лав, с выбросами обломочного, преимущественно лавового и временами нелавового материала, с выдуванием и выделением газов и паров воды (В. И. Влодавец, 1973); 2 – отверстие, из которого расплавленная порода или газ (как правило, и то и другое) поступает на поверхность из земных недр; (Макдональд, 1975); 3 – горы, извергающие огонь, дым, мелкие обломки

пород и изливающие лаву – расплавленную каменную породу (Обручев, 1956); 4 – это аппарат, через который Земля постоянно теряет тепло (Тиррель, 1934).

Вулканическая деятельность представляет собой сложный физико-химический процесс, идущий с вулканическими взрывами [2] и образованием пеплово-газовых столбов [3,4], нередко сопровождающихся электрическими явлениями [5,6], энергия разряда которых может достигать 10^7 Дж. Вулканическое извержение, движущей силой которого является теплота Земли, в зависимости от типа вулкана протекает по определенной модели [7], характеризующейся своими механизмом, энергией взрыва и образования пирокластических продуктов и ювенильных газов, а также их массой при определенных градиентах температуры и давления. Физика вулканической деятельности на сегодняшний день остается практически неизвестной, несмотря на кажущуюся многоаспектность и обширность различных исследований и явного прогресса в научной практике, многие вопросы недостаточно познаны и требуют дополнительного рассмотрения. С этим связана необходимость детального изучения продуктов вулканических извержений, необходимого для примерной оценки энергии процесса, его механизма и экономического и социального ущерба.

Объекты и методы исследования.

В качестве объекта исследования были выбраны продукты извержения вулкана Нисирос – самого молодого крупного вулканического центра Греции, являющегося одним из активных вулканов страны, любезно предоставленные заведующим кафедрой биофизики и физики конденсированного состояния Виталием Львовичем Бердинским.



*1 – вулканический пепел; 2 – базальт (1), 3 – туф;
4 – дацит; 5 – пемза; 6 – базальт (2)*

Рисунок 1 – Объекты исследования

В качестве методов определения химического и гранулометрического составов продуктов извержения, их колориметрического анализа были выбраны методы рентгеноспектрального анализа и оптической микроскопии с применением приложения ImageJ.

Рентгенофлуоресцентный анализ, несмотря на невысокую чувствительность, обладает рядом существенных преимуществ по сравнению с другими методами определения элементного состава исследуемых объектов: простотой и однозначностью полученного рентгеновского спектра. Одним из достаточно весомых преимуществ является возможность анализа твердых проб без перевода их в раствор, что очень важно при нашем исследовании. Анализ проводился на СПЕКТРОСКАНе при двух порядках отражения и следующих параметрах съемки спектра: кристалл-анализатор – LiF (200); материал анода рентгеновской трубки – Ag; дежурное напряжение – 40 кВ; дежурный ток – 100 мкА; порядок отражения – N: 1, 2; диапазон перемещения кристалла – от 780 до 3190 мÅ (N = 1); от 934 до 3181 мÅ (N = 2); шаг – 5 мÅ.

Приложение ImageJ позволяет оценить линейные параметры и площадь частиц, колориметрические параметры полученных на оптическом микроскопе микрофотографий. Можно определять цветовые различия между образцами через составляющие аддитивной цветовой модели RGB (R – красный, G – зеленый, B – голубой). RGB-система позволяет точно идентифицировать цвет по значениям цветовых координат и определить количество каждой составляющей колориметрической системы в составе рассматриваемого цвета.

Результаты исследования и их обсуждение.

На оптическом микроскопе было получено 3 микрофотографии вулканического пепла, которые и были выбраны для анализа, поскольку являются визуально отличающимися по размерам пепловых частиц образцами.

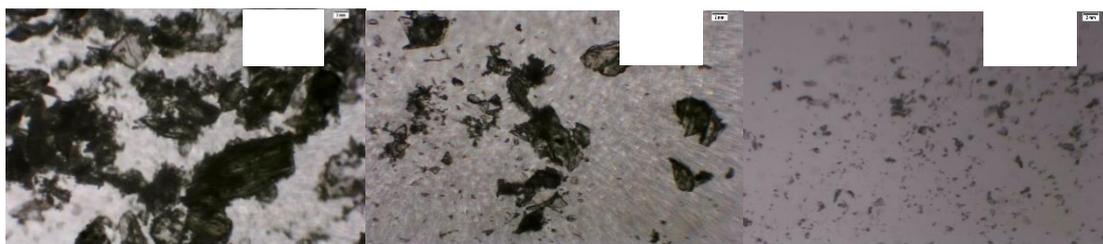


Рисунок 2 – Микрофотографии пепловых частиц различного размера

Таблица 1 – Параметры пепловых частиц

параметр	A1	A2	A3
длина, мм	13,663	7,09	0,674
диаметр, мм	13,242	8,402	4,498
площадь, мм ²	105,513	15,585	0,207

Ни один из них не является дисперсно-однородным. Вычисленные стандартные отклонения подтверждают большой разброс ряда значений радиусов пепловых частиц, что говорит о достаточно высокой волативности изучаемого параметра в зависимости от выбранного для исследования образца. Так, длина частиц может колебаться в пределах от 0,674 мм (А3) до 13,663 мм (А1), площадь – от 0,207 мм² до 105,513 мм², значения полученных средних эффективных диаметров частиц изменяются в пределах от 4,498 мм до 13,242 мм. Вулканический пепел по размерам частиц следует отнести к грубодисперсным продуктам.

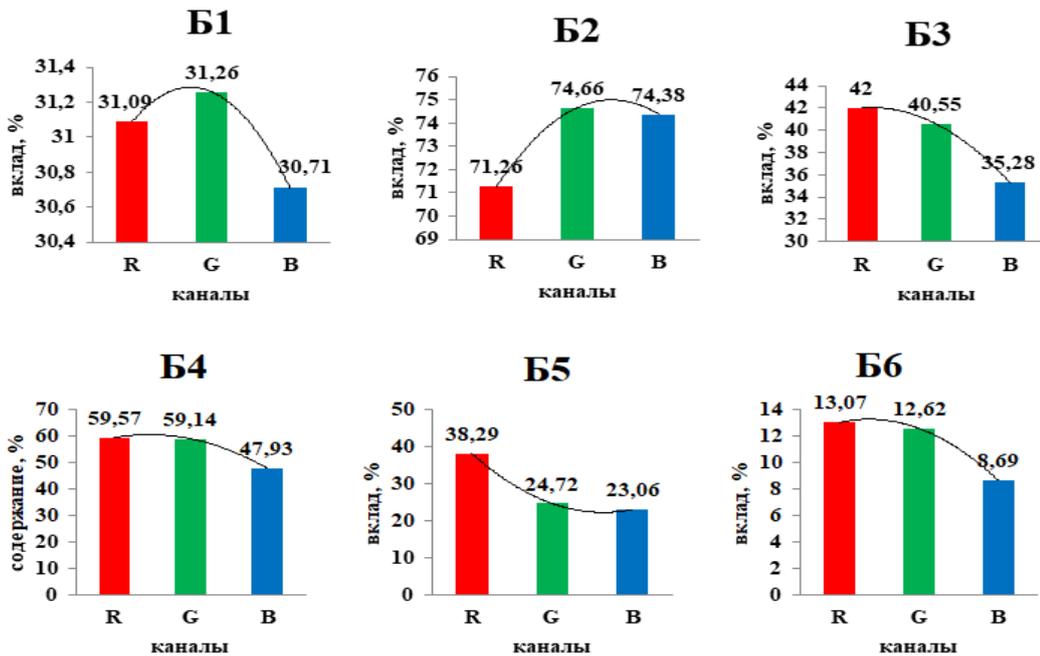


Рисунок 3 – Гистограммы распределения RGB-компонент: Б1 – пепел; Б2 – базальт (1); Б3 – туф; Б4 – дацит; Б5 – пемза; Б6 – базальт (2)

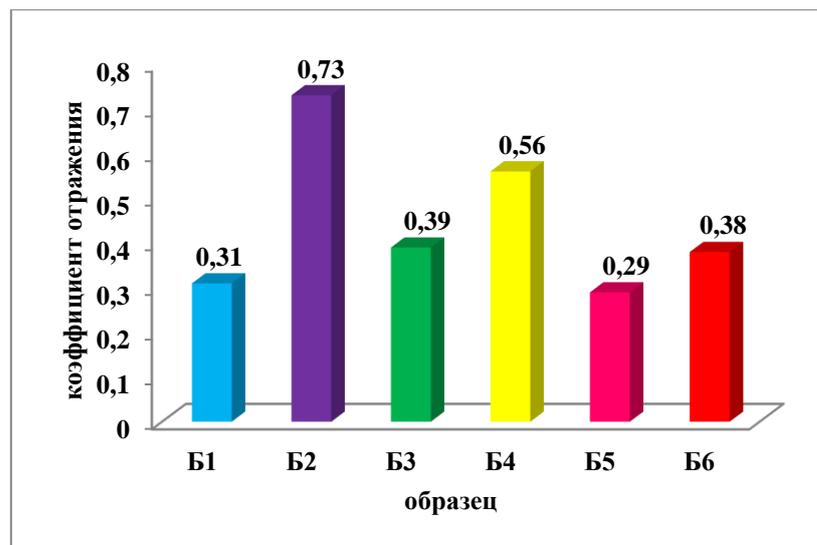
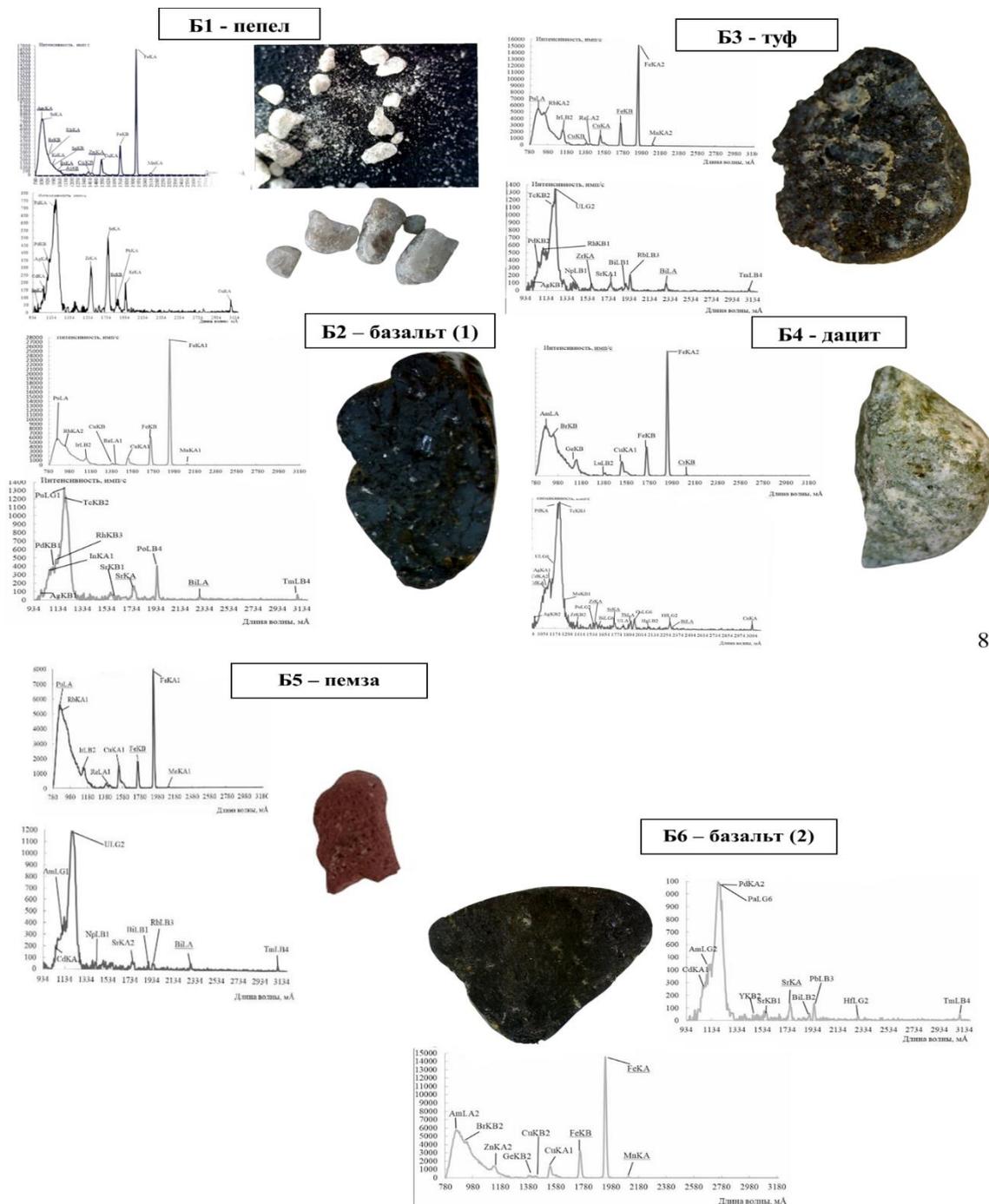


Рисунок 4 – Гистограмма распределения коэффициентов отражения

Для образцов Б1-Б2 наибольший вклад в анализируемые изображения дает зеленый цвет (G), для образцов Б3-Б6 – красный (R). Изображения образцов Б1 и Б4 имеют серый оттенок, можно сказать, что значения всех цветовых параметров приблизительно равны. Наибольший коэффициент отражения имеет базальт (1) (Б2), равный 0,73, наименьший – пемза (Б5) (0,28).



8

Рисунок 5 – Рентгенофлуоресцентные спектры продуктов извержения

Продукты извержения вулкана Нисирос имеют разнообразный химический состав. Для всех объектов анализа наибольшей интенсивностью характеризуется спектр железа (таблица 2). Содержание найденных 39

элементов в образцах различно: например, Fe и Cu встречаются повсеместно (100 %), Mn, Pd, Sr – в 85,71 % случаях, а Os, Lu, Y, Hg, Cr, Se, Pa, Mo, Ru, Ho, Ac встречаются совсем редко (14,29 %).

Выводы.

В результате исследования продуктов извержения вулкана Нисирос, сделаны следующие частные выводы.

1 Вулканический пепел имеет неоднородный гранулометрический состав. Частицы пепла имеют существенно различные линейные параметры и площадь: длина – от 0,674 до 13,663 мм, площадь – от 0,207 до 105,513 мм², диаметры частиц – от 4,498 до 13,242 мм.

2 Значения коэффициентов отражения образцов лежат в пределах от 0,28 у пемзы до 0,73 – у базальта (в 2,56 раза больше), что говорит о более хорошем отражении падающего на базальт света.

3 Значения цветовых параметров RGB близки, что обеспечивает серые тона матрицы, а цветовые параметры различаются только у включений.

4 Рентгенофлуоресцентный анализ показал наличие 39 химических элементов, при этом их содержание в образцах очень сильно различается: например, Fe и Cu встречаются повсеместно; Mn, Pd, Sr – в 85,71 % случаях; Rb, Ag – 71,73%; Zn, Pu, Am, Bi, Tm – 57,14 %; в трех из семи образцов наблюдается наличие Sn, Pb, Hf, U; в 28,57 % случаев – Po, Ge, Cd, Tc, Rh, Ir, Np, Re, In, As, Zn, Th и совсем редко (14,29 %) такие металлы как Os, Lu, Y, Hg, Cr, Se, Pa, Mo, Ru, Ho, Ac.

Список литературы

1. Апродов, В.А. Природа мира. Вулканы / В.А. Апродов – М.: Мысль, 1982. – 368 с.
2. Раст, Х. Вулканы и вулканизм / Перевод с нем. Е. Ф. Бурштейна. – М.: Мир, 1982. – 344 с.
3. Руленко, О.П. Экспериментальное исследование электризации вулканических облаков: Автореф. дис. канд. физ.-мат. наук. СПб., 1994. – 18 с.
4. Hatakeyama, H. On the disturbance of the atmospheric potential gradient caused by the smoke-cloud of the volcano Yake-yama / H. Hatakeyama, K. Uchikawa // Journal of the Meteorological Society. Ser. 2. – Japan, 1951. – P. 85-89.
5. Земцов, А.Н. Об электрических разрядах в пеплово-газовых тучах, возникающих при вулканических извержениях / А.Н. Земцов, А.А. Тронь; Под ред. Е. К. Мархинина // Бюллетень вулканологических станций. – 1976. – № 52. – С. 18-23.
6. Руленко, О.П. Атмосферно-электрические эффекты Большого трещинного Толбачинского извержения в июле-октябре 1975 / О.П. Руленко, П.И. Токарев // Бюллетень вулканологических станций. – 1979. – № 56. – С. 96-102.
7. Дроздин, В.А. Физическая модель вулканического процесса / В.А. Дроздин – М.: Наука, 1980. – 92 с.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ПРОИСХОДЯЩИЕ ПРИ ИЗВЕРЖЕНИИ ВУЛКАНОВ

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

Извержения вулканов – одно из самых эффектных и грозных явлений природы. В процессе извержения из глубинных недр Земли на поверхность выносятся расплавленная огненная масса – магма. А что же такое вулканизм? Вулканизм представляет собой совокупность процессов и явлений, связанных с движением магмы в верхней мантии, земной коре и на ее поверхности [1].

Существует множество вариаций определения понятия «вулкан», которые можно свести к следующему: это эффузивное геологическое образование, имеющее выводное отверстие (жерло, кратер, кальдера) или трещины, из которых горячая лава и вулканические газы поступают на поверхность из недр планеты [2].

Принято выделять три этапа вулканического извержения [3]:

- 1 – субвулканический – подъем магмы в земной коре;
- 2 – вулканическое извержение;
- 3 – поствулканическая стадия – выбросы прекращаются, наблюдается выделение паров и газовых струй.



Рисунок 1 – Карта действующих вулканов

Большинство действующих вулканов находятся в Курило-Камчатской зоне. Многими исследователями, например, изучался вулканизм Курильских островов и Камчатки, а также пеплы их образования [4-8].

Рассмотрим две модели вулканического извержения из сравнительно небольшого числа [9], которые были выполнены относительно недавно.

Автором [10] создана новая гидромеханическая теория динамики вулканических извержений (рисунок 2). Согласно ей содержащая расплав, кристаллы и растворенный газ магма истекает из очага извержения, в котором находится под давлением. Течение в канале вулкана, где давление (p) больше, чем давление насыщения растворенного газа (p_0), является однородным и имеет

место обычная модель вязкой жидкости; в средней области ($p < p_0$) – пузырьковой жидкости. Автор рассматривает процесс роста пузырьков за счет подъема магмы вследствие ее дегазации и декомпрессии. За счет вязкого сопротивления давление в растущем пузырьке падает медленнее, чем давление в жидкости, что приводит к большим избыточным давлениям в растущем пузырьке:

$$\Delta p = p_g - p_m, \quad (1)$$

где p_g – давление в газе;
 p_m – давление в магме.

После фрагментации магмы в верхней области происходит поступление газовой взвеси с мелкими и более крупными частицами. Зона фрагментации разделяет область тяжелой высоковязкой магмы и легкой газовой взвеси, сопротивление движению которых, определяемое турбулентной вязкостью газа, ничтожно мало. Поэтому автор предлагает определять общее сопротивление канала вулкана и средний вес смеси по положению уровня фрагментации в канале.

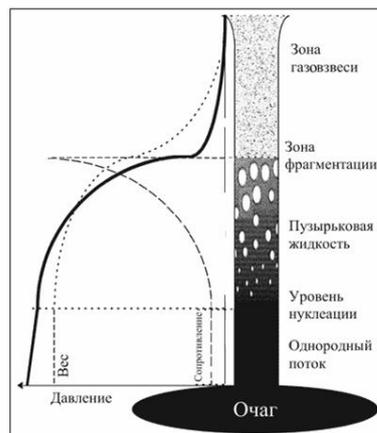


Рисунок 2 – Схема течения магмы в канале вулкана в режиме взрывного извержения [3].

Во второй модели [11] рассматривается извержение, в котором столбы взрывного извержения вулкана разделены на область газового удара взрывом газа и конвективным шлейфом. По результатам интенсивность и положение стоячих ударных волн определяется давлением в жерле и его радиусом (рисунок 3). С увеличением избыточного давления зона воздействия газа расширяется, образуя внешнюю оболочку, в которой извергающийся материал движется со скоростью большей, чем в центре колонны. Структура оболочки приводит к появлению вертикального теплового потока у основания конвективного факела, который полностью расходится с общепринятым

профилем. Величина расширения зоны воздействия газа больше, чем предсказывалось ранее, поэтому после расширения средние вертикальные скорости значительно ниже. Эти новые соотношения между давлением на выходе и расширением струи в сочетании с наблюдениями за диаметром струи могут быть использованы для наложения ограничений на давление в жерле.

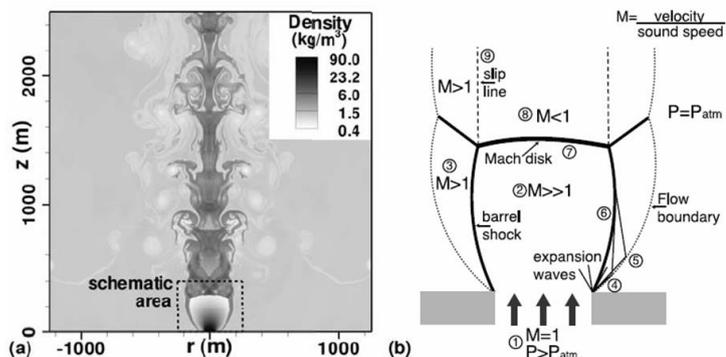


Рисунок 3 – Модель Д.Е. Огдена [11]

Физико-химические процессы при вулканических извержениях

Согласно известному физическому принципу, тепловая энергия Земли является движущей силой вулканизма [12]. С начала своего существования, примерно за 4,8 миллиарда лет, Земля потеряла лишь около 10% первоначального количества тепла.

Источники внутреннего тепла Земли разнообразны: они включают, например, «начальное» тепло Земли, относящееся к тому далекому времени, когда Земля, возникшая в результате конденсации частиц газа и пыли, была нагрета до раскаленного состояния с последующим разделением ядра и мантии и, наконец, отделением земной коры; распад радиоактивных изотопов, в первую очередь долгоживущих, таких как ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th ^{40}K .

Рассмотрим один из наиболее интересных физико-химических процессов, сопровождающих извержение вулкана, – вулканический взрыв. По своей природе он представляет собой работу, которую выполняет вулканический газ, расширяясь от относительно небольшого объема в магме до взрыва до большого объема, который он занимает после него. Поскольку основным продуктом вулканических взрывов является вулканический пепел, мы рассмотрим вопрос о механизме и энергии вулканических взрывов в процессе образования пепла.

Образование ювенильного пепла происходит за счет разрыва газов еще жидкой лавы. В какой-то момент давление растворенных в магме газовых компонентов превысит внешнее давление – образуются газовые пузырьки. Если таких пузырьков будет мало, они всплывут на поверхность, лава закипит; если образуется большое количество, то они расширятся быстрее, чем всплывают, наступит момент, когда соседние пузырьки начнут соединяться. Когда такое

соединение станет всеобщим, лава будет разорвана на мелкие осколки жидкости и стекла, заключенные между соседними пузырьками; если давление в пузырьках в данный момент будет достаточно высоким, произойдет взрыв. Образование пепла произойдет, если в какой-то момент в единице объема магмы появится критическое число пузырьков n с начальным радиусом r_0 .

Работа, выполняемая при расширении одного пузырька, составляет $1,8148 \cdot 10^{-7}$ Дж. Если число пузырьков в 1 км^3 лавы, равно примерно 10^{22} , то общее количество энергии, затраченное на преодоление пузырьками внешнего давления, оказывается равным $e_1 = W_1 \cdot n = 1,8148 \cdot 10^{15}$ Дж. Полное количество энергии, необходимое для распыления 1 км^3 лавы в пепел с размером частиц в сотые доли миллиметра оценивается в $1,85 \cdot 10^{15}$ Дж. Поры пепловых частиц составляли 0,3 объема, поэтому энергия выброса равна $2,6 \cdot 10^{15}$ Дж.

Подробное рассмотрение зависимости между энергией взрывов, массой пирокластов и массой газов, производящих работу газов позволяет оценить количество летучих компонентов, выделенных из магмы в процессе вулканических извержений.

Образование пеплово-газового вулканического столба начинается с взрыва, то есть с разрыва на частицы пепла силикатного расплава, магмы, выделяющимися из него магматическими газами. Следовательно, в момент рождения у основания пеплово-газовой вулканической колонны частицы пепла имеют ту же температуру, что и магма до взрыва. Температура извергающихся магм неоднократно измерялась на практике.

Перед взрывом в магме образуется большое количество пузырьков газа, которые, увеличиваясь, достигают состояния «плотной упаковки шариков». Взрыв, в первом приближении, представляет собой адиабатическое расширение газа из объема, который он занимает при атмосферном давлении. В то же время, очевидно, температура газа и пепла быстро падает от температуры магмы (около $1000 \text{ }^\circ\text{C}$) до нескольких десятков градусов. Однако следует отметить, что этот температурный режим облаков пепла постоянно нарушается в зонах электрических пробоев, где в каналах молнии длиной от 10^3 до $5 \cdot 10^3$ м и шириной от 10 до 30 см в течение примерно 10^{-4} секунд развивается температура от 10^4 до $3 \cdot 10^4 \text{ }^\circ\text{C}$, которая к концу разряда опускается до температуры окружающей среды.

Расчеты показали, что давление в магме перед взрывом составляет более 10^7 Па. Таким образом, перепад давлений между основанием пеплово-газового столба и его вершиной, где давление практически равно атмосферному (10^5 Па), очень велик. Этот перепад давления вызывает большую, измеряемую сотнями метров в секунду, скорость выноса частиц пепла из зоны с магматическими температурами в зону с температурами окружающей среды и, следовательно, их быстрое охлаждение.

Электрические явления, связанные с извержениями вулканов, еще недостаточно изучены. Однако многими исследователями часто описывались многочисленные разряды молний, иногда длиной в несколько километров, которые прорезали образующиеся во время извержений облака пепла и газа.

Заряжение вулканических частиц происходит главным образом по контактному механизму, но возможны также диффузионный, индукционный и термический (для твердых частиц) механизмы электризации.

Диффузионный механизм электризации подразумевает захват частицами ионов из газовой среды. В высокотемпературной пеплово-газовой струе этот механизм может быть эффективным. В случае возникновения мощных электрических полей и, следовательно, электрических разрядов происходит механизм индукционной электризации. При температурах же свыше 700 °С твердые частицы способны, испуская электроны, заряжаться положительно, в то время как другие частицы, захватывая электроны, будут заряжаться отрицательно.

Согласно [13, 14], в результате распределения зарядов в пеплово-газовых тучах сам процесс извержения превращается в электрический генератор. Причиной образования молний является возникновение мощных флуктуаций электрических зарядов в газовой пеплово-газовой туче. В работе [15] был произведен расчет необходимых флуктуаций зарядов для следующих двух случаев:

а) разряд между двумя клубами на расстоянии R , имеющими примерно сферическую форму с радиусом r , причем $r \ll R$ – разряд в туче между второй и третьей областями;

б) разряд между объемно заряженными цилиндрами длиной L , радиусом r , расположенными на расстоянии R друг от друга – разряд между истекающими пеплово-газовыми струями в первой – второй областях.

Электризованные частицы пепла ($d \approx 0,1$ мм), находящиеся в поле подобных зарядов, будут испытывать незначительные ускорения ($a \approx 10^{-2}$ м/с²), то есть движение частиц будет по-прежнему определяться динамикой газовых потоков в пеплово-газовой туче.

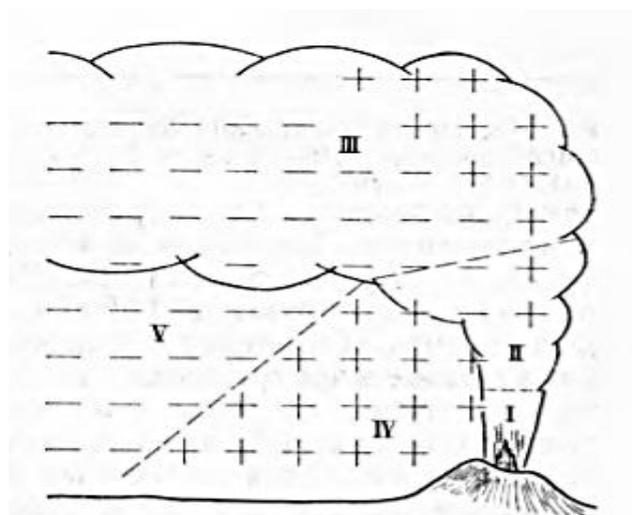
При характерной плотности мелких частиц во второй области порядка 10^9 м³ они обеспечивают заряд от 10^2 до 10^3 электрон/частица, достаточный для возникновения флуктуаций заряда 20 Кл.

При появлении подобной флуктуации, во второй-третьей областях возникает электрический пробой, приводящий к появлению приблизительно горизонтального проводящего канала длиной от 10^3 до $5 \cdot 10^3$ м и шириной от 10 до 30 см. По этому каналу проходит ток силой $\approx 2 \cdot 10^5$ А. После прохождения тока начинаются процессы рекомбинации, сопровождающиеся высвечиванием, которое длится примерно 0,3 с.

На основании измерения электрических потенциалов авторы работы [16] пришли к выводу, что разделение электрических зарядов происходило по фракциям вулканического материала. Крупная фракция несла к земле положительный заряд, мелкая – отрицательный. Верхняя часть тучи, образованная парами воды, имела положительный заряд (рисунок 4).

Электрическая структура первой области представляла собой совокупность положительно и отрицательно заряженных объемов выбрасываемого вулканического материала. В верхней части этой области и

выше начиналось макроскопическое разделение зарядов, которое сопровождалось образованием сильных электрических полей, приводивших к возникновению разрядов.



I – область ламинарного течения пеплово-газовых струй; II – область разрушения ламинарного течения; III – область преимущественно горизонтального движения пеплово-газовой тучи; IV – область выпадения из тучи крупной фракции вулканического материала; V - область выпадения мелкой фракции. Плюсы и минусы показывают распределение электрических зарядов.

Рисунок 4 – Структура пепловой тучи вулкана Голбачик [16]

Суммарная энергия всех разрядов по наблюдениям доходила до 10^{10} Дж в сутки.

Исследователями [17-19] был выяснен механизм образования вулканических бомб, который состоял в налипании капель базальтового расплава на уносимой шлако-пеплово-газовой струей обломок породы (ядро бомбы). Такое налипание происходило в отчетливо восстановительных условиях, так как часть окисного железа на поверхности ядра успевала восстановиться до закисного.

Таким образом, в пеплово-газовых вулканических столбах условия восстановительные, очевидно, не во всем объеме пеплово-газовой тучи, а в ее основании. Вулканические жерла с диаметром, измеряющимся десятками метров, и длиной в сотни метров представляют собой по существу гигантские природные аналоги тех открытых трубок с нагретыми до $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ силикатными наполнителями, которыми пользовался автор [20], пропускавший через них смеси газов – реагентов. В этих трубках – жерлах, а также на выходе пеплово-газового столба условия восстановительные.

Список литературы

1. Апродов, В.А. Природа мира. Вулканы / В.А. Апродов. – М.: Мысль, 1982. – 368 с.
2. Википедия. <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
3. Маракушев, А. А. Вулканизм Земли / А. А. Маракушев // Природа. – 1984. – № 9. – С. 18-22.
4. Рыбин, М.В. Вулканическая активность на Курильских островах в XXI веке / М.В. Рыбин, А.В. Чибисова, В.Б. Дегтерев, Гурьянов // Вестник ДВО РАН. – 2017. – № 1. – С. 51-61.
5. Горшков, Г.С. Вулканизм Курильской островной дуги / Г.С. Горшков. – М.: Наука, 1967. – 288 с.
6. Гущенко, И.И. Пеплы Северной Камчатки и условия их образования / И.И. Гущенко. – М.: Наука, 1965. – С. 91-102.
7. Тимербаева, К.М. Петрология Ключевских вулканов на Камчатке / К.М. Тимербаева. – М.: Наука, 1967. – 208 с.
8. Малик, Н.А. Пеплы извержений вулканов Камчатки (2006-2013 гг): состав, масса и водорастворимый комплекс / Н.А. Малик // Автореферат дис. на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. – Петропаловск-Камчатский. – 2019. – 28 с.
9. Дрознин, В.А. Физическая модель вулканического процесса / В. А. Дрознин. – М.: Наука, 1980. – 92 с.
10. Мельник, О.Э. Гидродинамика вулканических извержений сильновязких газонасыщенных магм / О.Э. Мельник // Автореферат дис. на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. – Москва, МГУ. – 2002.
11. Ogden, D.E. Numerical simulations of volcanic jets: Importance of vent overpressure / D.E. Ogden, K.H. Wohletz, G.A. Glatzmaier, E.E. Brodsky // Journal of geophysical research, Vol. 113. – 2003. – 18 P.
12. Любимова, Е.А. Термика Земли и Луны / Е.А. Любимова // АН СССР. Науч. Совет по геотерм. Исследованиям. Ин-т физики Земли им. О.Ю. Шмидта. – М.: Наука, 1968. – 279 с.
13. Раст, Х. Вулканы и вулканизм / Х. Раст; пер. с нем. Е.Ф. Бурштейна. – М.: Мир, 1982. – 344 с.
14. Ферхгухен, Дж. Земля. Введение в общую геологию. Том 1 / Дж. Ферхуген, Ф. Тернер, Л. Вейс; пер. с англ. Ю.П. Алешко-Ожевского. – М.: Мир, 1974. – 392 с.
15. Руленко, О.П. Экспериментальное исследование электризации вулканических облаков / О.П. Руленко // Автореферат дис. на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. – Санкт-Петербург, 1994. – 18 с.
16. Hatakeyama, H. On the disturbance of the atmospheric potential gradient caused by the smoke-cloud of the volcano Yake-yama / H. Hatakeyama, K. Uchikawa // Journal of the Meteorological Society. Ser. 2. – Japan, 1951. – P. 85-89.

17. Земцов, А.Н. Об электрических разрядах в пеплово-газовых тучах, возникающих при вулканических извержениях / А.Н. Земцов, А.А. Тронь / Под ред. Е.К. Мархинина // Бюллетень вулканологических станций. 1976. – № 52. – С. 18-23.

18. Руленко, О.П. Атмосферно-электрические эффекты Большого трещинного Толбачинского извержения в июле-октябре 1975 / О.П. Руленко, П.И. Токарев // Бюллетень вулканологических станций. – 1979. – № 56. – С. 96-102.

19. Ковалев, Г.Н. Оценка температурных условий в мощных пеплогазовых струях Толбачинского извержения 1975 г. (Камчатка) по структуре вулканически бомб / Г.Н. Ковалев, Ф.Ш. Кутыев // Доклады АН СССР. – 1977. – Т. 237, № 5. – С. 1171-1174.

20. Фокс, С. Молекулярная эволюция и возникновение жизни / С. Фокс, К. Дозе – М.: Мир, 1975. – 374 с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МИКРОБНОЙ ОБСЕМЕНЕННОСТИ ЭЯКУЛЯТА

**Алексеева Д.Б, Дроздова Е.А., канд. биол. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет»**

Современные вспомогательные репродуктивные технологии (ВРТ) используют новейшие методики, чтобы дать возможность людям, ранее считавшимся бесплодными, зачать, выносить и родить ребенка. Одним из таких методов в арсенале ВРТ является криоконсервация спермы.

Криоконсервация спермы – это способ, благодаря которому сохраняется мужская фертильность. Цитотоксическое лечение, такое как химиотерапия и лучевая терапия, а также хирургическое лечение, могут привести к недостаточности яичек или дисфункции эякуляции. В таких ситуациях замораживание сперматозоидов может стать единственно возможным решением для сохранения фертильности. Замороженная сперма в последствии может использоваться для внутриматочной инсеминации (ВМИ), экстракорпорального оплодотворения (ЭКО), а также в плановом порядке у мужчин, которые хотят начать лечение репродуктивной системы, имея резервный источник спермы в замороженном виде. Кроме того, криоконсервация дает возможность создания банка донорской спермы [1].

Процесс криоконсервации состоит из 4 основных этапов:

- 1 Проверка материала для криоконсервации
- 2 Обработка специальными растворами (криопротекторами)
- 3 Помещение материала в пробирки
- 4 Помещение пробирок в сосуды Дьюара, заполненные жидким азотом

Замороженные сперматозоиды содержат в специально оборудованном и теплоизолированном помещении с поддержанием постоянной температуры.

Контроль за условиями проведения заморозки эякулята должен осуществляться на всех этапах, начиная от сбора биологического материала и заканчивая его заморозкой.

Персонал лаборатории регулярно контролирует условия хранения замороженного биоматериала и ведет его учет.

В лабораториях ВРТ используются специальные среды, предназначенные для работы с эякулятом, которые направлены на обеспечение комфортной среды существования для сперматозоидов, например, поддержание уровня рН в пределах физиологического диапазона (7,2-7,4), повышению их подвижности, защиты сперматозоидов от воздействия активных форм кислорода и тд. [3].

Размораживание происходит с применением водяной бани (+37 °С) или при комнатной температуре. После окончания процедуры специалист выполняет оценку качества эякулята и его обсемененности. Если показатели удовлетворительные, то биоматериал используют в программах ВРТ в течение максимум 2 часов [4].

Но при криоконсервации гамет существуют различные факторы, которые могут влиять на качество гамет. Например, во время заморозки на качество сперматозоидов могут влиять резкие перепады температуры, образование льда в клетке и осмотический стресс.

Наиболее распространенными изменениями сперматозоидов являются – распад акросом и частичное удаление наружной акросомальной мембраны с истощением акросомного содержимого.

Предполагается, что эти дефекты связаны с образованием кристаллов льда во время замораживания внеклеточных жидкостей, что приводит к расширению субакросомальной области. С другой стороны, осмотические изменения могут вызвать повреждение структуры липидной мембраны, что приведет к изменениям напряжения в белках водного канала и утечке ионов в плазматические мембраны, что приведет к морфологическим изменениям [2].

Однако, на качественные характеристики эякулята может повлиять его микробная обсемененность. Несмотря на то, что в норме эякулят должен быть стерилен, исследования нативного биоматериала могут продемонстрировать наличие в нем условно-патогенной микрофлоры (УПМ), как результат поражения мочеполовой системы.

Наряду с общеизвестными способами оценки спермы: определением густоты, активности, концентрации сперматозоидов, определением соотношения живых и мертвых форм спермиев, обязательным является и оценка микробиологической обсеменности эякулята. Несоблюдение этого условия может привести к распространению (через сперму) многих инфекционных болезней, инфицированию половых органов партнерши условно-патогенной микрофлорой (стафилококки, стрептококки, синегнойная и кишечная палочки и др.), и в последствии может привести к бесплодию мужчин [5].

Так, в ряде случаев мужское бесплодие связано с бактериальными инфекциями половых путей [6], которые могут вызвать воспаление тканей, закупорку генитальных протоков, эпидидимит. Кроме того, бактерии могут оказывать прямое негативное влияние на физиологию сперматозоидов, снижая жизнеспособность и подвижность [7, 8], но истинное влияние бактериальных инфекций на мужскую фертильность остается спорным. Большинство исследований показывают, что многие бактерии в сперме присутствуют относительно часто, в том числе и у фертильных лиц с нормальными параметрами спермы [9].

Для достижения поставленной цели, а именно оценки микробной обсеменности эякулята, нами был выполнен посев разведения нативного материала на универсальные и дифференциально-диагностические питательные среды.

После определения культуральных свойств колоний микроорганизмов была выполнена морфологическая оценка выросших колоний УПМ.

Для определения эффективности назначаемых для лечения заболеваний мочеполовой системы препаратов, очередным этапом наших исследований

стала сравнительная оценка эффективности воздействия выбранных нами для исследований антибиотических препаратов на УПМ, выделенную из образцов эякулята.

Таким образом, микробиологическая обсемененность спермы, используемой в циклах ВРТ, является одним из важнейших факторов, напрямую влияющих на успешность программ ВРТ, а также качественная замороженная сперма может быть использована в плановом лечении репродуктивной системы и для комплексного лечения необходимо применять антибиотические препараты. Поэтому очень важно для быстрого и эффективного лечения подобрать антибиотики, которые будут обладать самым ярким антимикробным воздействием на условно-патогенную микрофлору репродуктивной системы.

Список литературы

1. Корсак, В. С. Руководство по клинической эмбриологии: руководство для врачей / В.С. Корсак, А.В. Балахонов, Н.К. Бичева [и др.] ; под ред. В. С. Корсака. – 2-е изд. – Москва : СИМК, 2019. – 224 с.
2. Королькова Д.С., Дроздова Е.А., Алешина Е.С. Проблемы и перспективы преинплантационной генетической диагностики // Всероссийская научно-практическая конференция «Оренбургские горизонты: прошлое, настоящее, будущее», Россия, Оренбург, ФГБОУ ВО ОГУ, 22 октября 2019 г., Оренбург: ООО «Фронтир», с 324-326.
3. Руководство ВОЗ по исследованию и обработке эякулята человека. Пятое издание. Всемирная организация здравоохранения, 2012. М.: «КАПИТАЛ ПРИНТ» ЗАО, 291 стр. – ISBN 97859051060905.
4. Королькова, Д.С. Методические проблемы криоконсервации гамет / Дроздова Е.А., Алешина Е.С. // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. – Оренбург, 23-25 января 2020 года. – С. 2533-2536.
5. Мужское сексуальное здоровье и способы его восстановления: Учебное пособие / Л.Г. Агасаров, Р.А. Гурцкой. – М. : Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2011. – 64 с.
6. Gimenes, F. Male infertility: a public health issue caused by sexually transmitted pathogens // F. Gimenes, R. P. Souza, J. C. Bento / Nature Reviews Urology, 2014. – Vol. 11. – Pp. 672-687.
7. Goldenberger, D. Molecular diagnosis of bacterial endocarditis by broad-range PCR amplification and direct sequencing / D. Goldenberger, A. Kunzli, P. Vogt // J. Clin. Microbiol. – 1997. – Vol. 35. – Pp. 2733-2739.
8. Baud, D. Waddlia chondrophila, a Chlamydia-related bacterium, has a negative impact on human spermatozoa / D. Baud, N. Vulliemoz, A. Ammerdorffer // Human Reproduction. – 2017. – Vol. 33. – Pp. 1-8.
9. Mandar, R. Complementary seminovaginal microbiome in couples/ R. Mandar, M. Punab, N. Borovkova // Research in Microbiology. – 2015. – Vol. 166. – Pp. 440-447.

ВЛИЯНИЕ МЕТОДОВ ЦЕНТРИФУГИРОВАНИЯ И ТЕХНИКИ «ВСПЛЫВАНИЯ» НА ОБСЕМЕНЕННОСТЬ ЭЯКУЛЯТА

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

Статистические данные последних лет демонстрирует все более разочаровывающие результаты в области репродуктивного здоровья нации. В России, как и во всем мире, нарушение репродуктивной функции мужчин, состоящих в бесплодном браке, приобрело не только особую медицинскую, но и социальную значимость. Так, по данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) процент бесплодия в России составляет более 15 %, что является угрозой для демографической ситуации страны. Как правило, только тогда, когда все попытки зачатия ребенка становятся безуспешными, некоторые мужчины начинают задумываться о собственной «фертильности». Значительная часть при этом убеждена, что причина вовсе не в них, а в женщине, и это, к сожалению, распространенное заблуждение. Наиболее часто бесплодием страдают мужчины, примерно 40 %, поэтому вопросы мужской «фертильности» очень важны. Одной из главных причин, вызывающих бесплодие, является бактериоспермия у мужчин [1].

Бактериоспермия – это наличие бактерий в семенной жидкости. Обнаружение бактерий в сперме не обязательно означает инфекцию, поскольку бактериоспермия может представлять собой инвазию во время сбора образцов, для проведения лабораторных исследований, внутриматочной инсеминации (ВМИ), а также бактериальную колонизацию дистального сегмента уретры или инфекцию. Но, однако, бактериоспермия может влиять на мужское бесплодие. Инфекционные процессы могут ухудшать фертильность различными механизмами, включая дисфункцию половых желез, запускать производство антиспермальных антител, ухудшать сперматогенез, снижать качество сперматозоидов, закупоривать систему выводных протоков [2].

Для преодоления проблемы мужского бесплодия на практике могут применяться методы, используемые при ВМИ, поскольку нативная сперма, содержащая микрофлору различного происхождения, может вызывать воспалительные заболевания органов малого таза и их необратимые последствия у женщин. ВМИ проходит в обход цервикальной слизи, и поэтому велика вероятность более высокой частоты инфекций. Поэтому перед проведением ВМИ сперму обрабатывают. Основными методами обработки являются методика центрифугирования образцов эякулята в градиенте плотности и техника «всплывания» [3].

Методы подготовки спермы сильно различаются между собой с точки зрения скорости восстановления сперматозоидов, их подвижности, а также по степени воздействия на микрофлору эякулята. Эти параметры влияют на частоту оплодотворения после проведения процедуры ВМС. Таким образом,

выбор методов подготовки спермы способные эффективно, с одной стороны, очищать семенную жидкость от бактерий и, с другой стороны, не снижать скорость восстановления сперматозоидов после обработки, являются важными аспектами подготовки спермы к работе в лабораторных вспомогательных репродуктивных технологий (ВРТ) [4].

Сравнительное исследование методов центрифугирования и техники «всплывания» на обсемененность, после обработки эякулята. Исследования, проведенные в Англии, показали эффективность этих методов при очистке семенной плазмы от неспецифических бактерий.

Так, в 70,83 % культивированных образцов спермы наблюдалось наличие бактерий различной этиологии. Смешанный рост бактерий авторами обнаружен в 29,17 % образцов, они были исключены из дальнейших исследований для устранения ошибок, вызванных загрязнением. Обнаруженные в них микроорганизмы принадлежали родам *Streptococcus*, *Escherichia*, *Staphylococcus*, *Corynebacterium* (рисунок 1).

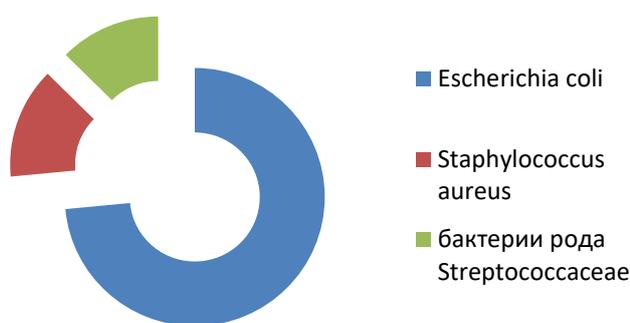


Рисунок 1 – Виды бактерий, выделенные из нативных образцов эякулята

В группе образцов до проведения метода центрифугирования рост бактериальных колоний наблюдался в 96,07 % случаев. После обработки этот показатель составил 23,52 %. Таким образом, обсемененность образцов сократилась на 72,55 % (рисунок 2).

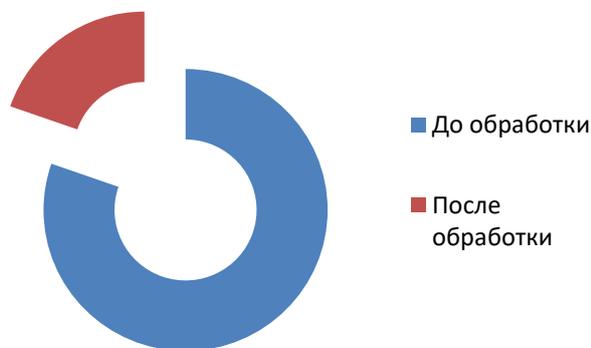


Рисунок 2 – Обсемененность образцов до/после обработки центрифугированием в градиенте плотности

В образцах эякулята до обработки по технике «всплывания» в 74 % случаев был выявлен рост бактериальной культуры. После проведения обработки бактериальная обсемененность образцов данной группы сократилась на 38 % (рисунок 3).

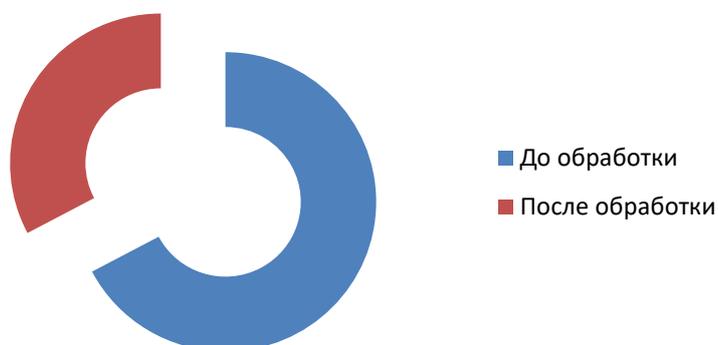


Рисунок 3 – Обсемененность эякулята до/после обработки по технике «всплывания»

Таким образом, методы обработки эякулята, такие как центрифугирование в градиент плотности и техника «всплывания» достаточно эффективны в очистке от неспецифических видов бактерий в семенной плазме. Однако, полного очищения образцов эякулята от бактерий не было достигнуто ни одним из способов обработки [5].

Итак, всё выше сказанное позволят сделать вывод, что предлагаемые методы обработки эякулята, обсемененного микроорганизмами, являются достаточно эффективными по отношению к микрофлоре, а также наиболее применимы в эмбриологических лабораториях при обработке спермы для ее дальнейшего использования.

Методический аспект подготовки спермы является одним из важных параметров, влияющих на качество эякулята перед такими процедурами, как ВМИ и ЭКО. Оценка влияния физических параметров среды на качество эякулята является одной из задач наших дальнейших исследований.

Таким образом, бактериоспермия являясь одной из главных причин бесплодия у мужчин, в большинстве случаев протекает бессимптомно, в виде хронического рецидивирующего заболевания. При выявлении патологии необходимо лечение, представляющее собой, целый комплекс мероприятий, направленный, в конечном счете, на наступление беременности у женщины и рождение здорового ребенка [6].

Список литературы:

1. Бесплодный брак: версии и контраверсии / Радзинский В. Е., Оразов М. Р., Локшин В. Н. и [др.]; под редакцией члена-корреспондента РАН, профессора В. Е. Радзинского. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2019. – 403 с. – ISBN 978-5-9704-5037-6.

2. Бактериоспермия.: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nova-clinic.ru/statyi/bakteriospermiya/> – 16.12.2021
3. Корсак, В.С. Внутриматочная искусственная инсеминация. Донорство спермы: Методические рекомендации / В.С. Корсак, В.Г. Вахарловский, Э.В. Исакова Э.В. и [др.]; под редакцией Э.К. Айламазяна. – Санкт-Петербург, 2002. – 32 с.
4. Корсак, В.С. Подготовка пациентов и порядок проведения экстракорпорального оплодотворения. Ведение ранних сроков беременности после ЭКО: Методические рекомендации/ В.С. Корсак, Э.В. Исакова, Б.А. Каменецкий и [др.]; под редакцией Э.К. Айламазяна. – Санкт-Петербург, 2001. – 23 с.
5. Bacterial contamination and sperm recovery after semen preparation by density gradient centrifugation using silane-coated silica particles at different g forces: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://academic.oup.com/humrep/article/15/3/662/2915425> – 17.12.2021
6. Куликова, В.И. Лечение женского и мужского бесплодия. Вспомогательные репродуктивные технологии / В.И. Кулакова, Б.В. Леонова, Л.Н. Кузьмичева. – Москва, 2005. – 592 с.

СЛОЖНЫЕ ХАЛЬКОГЕНИДЫ В СИСТЕМАХ $Me_xMe_ySe_z$

Аржаных А.С., Макаров А.Г., канд. хим. наук
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет»

Исследования в области открытия новых твердых материалов решают грандиозную задачу перехода к рациональному синтезу материалов, который преобразует наше понимание свойств материалов и продвигает новые технологии. Халькогениды используются в широком спектре научных исследований и технологий. В этой статье рассматривается, как изменяются важные физические свойства в зависимости от состава и кристаллической структуры сложных халькогенидов. Также довольно подробно раскрываются биметаллические селениды. Это приводит к появлению новых материалов, которые, как ожидается, вызовут новые области применения или повысят эффективность существующих технологических применений. Таким образом, новые материалы влияют как на физические науки, так и на экономический рост. Статья может быть полезна тем, кто начал изучать халькогениды и хочет узнать, чем сложные халькогениды отличаются от элементарных и бинарных соединений.

Халькогениды – это химические соединения халькогенов (элементов 16-й группы периодической системы, к которым относятся кислород, сера, селен, теллур, полоний и ливерморий) с металлами.

Халькогениды были названы так, потому что в природе чаще всего встречаются в виде различных руд металлов в виде соединений цинка, меди, железа, свинца, молибдена и других – сульфидов, селенидов, теллуридов [1].

Трёхкомпонентные системы предлагают особые возможности, поскольку можно существенно изменить свойства системы, просто изменив соотношение их компонентов с целью расширения возможностей получения новых материалов с заданными физическими параметрами.

В настоящее время активно развивается новое направление поиска эффективных термоэлектрических материалов. Задача состоит в исследовании сложных тройных халькогенидов, имеющих сложные кристаллические решетки. Ожидается, что эти материалы будут иметь низкие значения теплопроводности, поскольку большие элементарные ячейки, характерные для сложных халькогенидов, способствуют уменьшению скорости распространения фотонов, ответственных за перенос тепла в материале [2].

Тройные сульфиды и селениды являются полупроводниками с запрещенной зоной в видимом и инфракрасном диапазонах и могут быть полезны для оптических, электронных технологий и технологий преобразования энергии. Кристаллические структуры вместе с более крупными анионами халькогенидов, предполагают, что сложные халькогениды будут высокополяризуемыми полупроводниками.

Актуальность синтеза и получения монокристаллов соединений, образующихся в системах $Me_xMe_ySe_z$ (где $x - Li, Na, K, Rb, Cs, Cu, Ag$; $y - Ga, In, Tl$), определяется их значимостью для научных и практических целей. Методы синтеза соединений систем $Me_xMe_ySe_z$ условно можно разделить на две основные группы:

- 1) косвенные методы синтеза соединений;
- 2) прямые методы синтеза соединений.

Косвенные методы синтеза соединений заключаются в обменных реакциях. Косвенными методами в основном получают соединения с участием щелочных металлов. Несмотря на сравнительную простоту и доступность, косвенные методы имеют и существенный недостаток – неопределенность состава продукта реакции. Кроме того, в результате обменных реакций часто или образуется вода, или она используется для промывки продуктов реакции. Прямые методы синтеза рассматриваемых тройных соединений осуществляют в вакууме или в инертной атмосфере путем сплавления:

- 1) элементарных компонентов;
- 2) бинарных составляющих;
- 3) комбинацией соотношения элементарных компонентов и соответствующих количеств бинарных соединений. Каждый из этих способов синтеза приемлем для получения тройных соединений, содержащих медь и серебро [3].

Система $K-Ga-Se$ разрушается во влажном воздухе, а также в растворах кислот и щелочей. Экспериментальная плотность составляет 4050 кг/м^3 . Рентгенографические исследования показали, что $KGaSe_2$ кристаллизуется в триклинной сингонии, определяющейся тремя параметрами: длинами базовых векторов a, b и c . Объем ячейки равен произведению abc . Параметры решетки: $a = 0,766 \text{ нм}$; $b = 0,766 \text{ нм}$ и $c = 0,040 \text{ нм}$, $Z = 32$. Рассчитанная по рентгеновским данным плотность равна 4190 кг/м^3 [4].

Монокристаллические образцы $CsGaSe_2$ можно получить сублимацией стехиометрических смесей Cs_2Se и Ga_2Se_3 . Для соединения $CsGaSe_2$ при температурах больше 908 К основу структуры составляют одномерные цепочки тетраэдрических ионов $[GaSe_2]$. Кристаллы $Cs_6Ga_2Se_6$ очень гигроскопичны, имеют следующие параметры моноклинной решетки: $a = 0,8480 \text{ нм}$; $b = 1,3644 \text{ нм}$ и $c = 1,1115 \text{ нм}$, $Z = 2$ [5].

В тройной системе $Li-In-Se$ исследована только фаза состава $LiInSe_2$, образующаяся в системе $Li_2Se - In_2Se_3$. Синтез $LiInSe_2$ осуществляли из элементов при температуре 1193 К в графитовом тигле, помещенном в кварцевую ампулу. Кристаллическая структура $LiInSe_2$ относится к ромбической сингонии. Форма ячейки, представляющей собой [прямоугольный параллелепипед](#), определяется тремя параметрами: длинами базовых векторов a, b и c . Параметры решетки: $a = 0,7218 \text{ нм}$, $b = 0,8441 \text{ нм}$ и $c = 0,6772 \text{ нм}$. Температура плавления $LiInSe_2$ 1177 К , кристаллы темно-красного цвета.

Монокристаллы LiInSe_2 – хрупкие, темно-серого цвета, при комнатной температуре устойчивы на воздухе [6].

В системе Na–In–Se соединение NaInSe_2 получали путем взаимодействия в вакууме Na_2Se_2 и In_2Se_3 при температуре 553 К в течение четырех часов согласно следующей химической реакции: Установлена кристаллическая структура NaInSe_2 , которая обладает гексагональной сингонией, параметры решетки $a = 0,397$ нм, $c = 2,089$ нм, $Z = 3$. В кристаллической структуре слои атомов Na и In поочередно разделяют слои атомов серы таким образом, что атомы металла окружены октаэдрически 6 атомами серы.

В системе обнаружены две промежуточные фазы: NaInSe_2 и новое, неизвестное ранее соединение состава NaIn_3Se_5 . Соединение NaInSe_2 – желтого цвета, неустойчиво на воздухе, слоистой структуры, плавится конгруэнтно при 1041 К. Соединение NaIn_3Se_5 имеет коричневый цвет, на воздухе при комнатной температуре гидролизует [7].

Установлена триклинная сингония KInSe_2 с параметрами решетки: $a = 0,800$ нм; $b = 0,800$ нм; $c = 6,149$ нм; объем элементарной ячейки $3,935$ нм³, $Z = 32$. Плотность KInSe_2 , рассчитанная по данным рентгеновских исследований, составляет 4210 кг/м³, а определенная пикнометрическим методом 4330 кг/м³.

Таким образом, в системе In_2Se_3 – K_2Se можно ожидать образования соединений KIn_3Se_5 , KInSe_2 и $\text{K}_4\text{In}_2\text{Se}_2$ [3].

В тройной системе Na–Tl–Se были выделены фазы переменного состава. Полученные фазы – черного цвета с металлическим блеском, разлагаются во влажном воздухе, а также в растворах кислот и щелочей. Параметры решетки: $a = 0,790$ нм и $c = 0,694$ нм. Объем элементарной ячейки равен $0,4397$ нм³, $Z = 4$ [4].

Монокристаллы CuGaSe_2 выращены методом направленной кристаллизации. Параметры решетки: $a = 0,55963$ нм и $c = 1,10036$ нм. По данным CuGaSe_2 плавится конгруэнтно при температуре 1313 К. Энтальпия образования CuGaSe_2 равна 317 кДж/моль и согласуется с теоретически рассчитанными значениями (329 кДж/моль) на основании спектроскопических исследований [8].

В тройной системе Ag–Ga–Se обнаружены два соединения: AgGaSe_2 и Ag_6GaSe_6 . Фазу AgGaSe_2 в большинстве случаев получают сплавлением элементарных компонентов в эвакуированных замкнутых кварцевых ампулах.

В тройной системе Cu–In–Se наиболее изученным является соединение CuInSe_2 которое существует на разрезе $\text{Cu}_2\text{Se} - \text{In}_2\text{Se}_3$. Соединение CuInSe_2 синтезировали путем сплавления элементарных компонентов. Монокристаллы CuInSe_2 получали методом направленной кристаллизации расплава. В зависимости от условий получения соединение CuInSe_2 является полупроводником.

В тройной системе Ag–In–Se по разрезу $\text{Ag}_2\text{Se} - \text{In}_2\text{Se}_3$ обнаружены промежуточные фазы состава AgInSe_2 . Соединение AgInSe_2 в основном синтезируют прямым методом сплавления составляющих элементарных

компонентов в эвакуированных кварцевых ампулах при максимальной температуре 1223 К. Параметры тетрагональной решетки: $a = 0,6090$ нм и $c = 1,167$ нм. Плотность, рассчитанная по рентгеновским данным, равна 5810 кг/м^3 , что хорошо согласуется с таковой, определенной экспериментально – 5800 кг/м^3 [9].

В системе Cu–Tl–Se соединение CuTlSe_2 образуется по разрезу $\text{Cu}_2\text{Se} - \text{Tl}_2\text{Se}_3$. CuTlSe_2 кристаллизуется в халькопиритной структуре, с размерами тетрагональной элементарной ячейки $a = 0,5832$ нм и $c = 1,163$ нм. При температуре 953 К соединение CuTlSe_2 конгруэнтно плавится, а при 523 К имеет полиморфное превращение.

В системе образуется несколько промежуточных фаз: соединение CuTlSe (плавится конгруэнтно при 693 К), соединение $\text{Cu}_7\text{Tl}_2\text{Se}_5$ (разлагается по перитектической реакции при 803 К), соединения – Cu_3TlSe_2 , $\text{Cu}_8\text{Tl}_3\text{Se}_5$ (образуются по твердофазным реакциям при температурах 721 К, 776 К, 768 К соответственно).

В тройной системе Ag–Tl–Se изучены следующие политермические сечения: $\text{Ag}_2\text{Se}-\text{Tl}_2\text{Se}$, $\text{Ag}_2\text{Se}-\text{TlSe}$, $\text{Ag}_2\text{Se} - \text{Tl}$, $\text{AgTlSe} - \text{TlSe}$, $\text{AgSe} - \text{Tl}_2\text{Se}$, $\text{Ag} - \text{TlSe}$, $\text{Ag} - \text{AgTlSe}$, $(\text{AgTl}) - \text{Se}$. В этой системе образуются три промежуточные соединения: AgTlSe (конгруэнтное плавление при температуре 688 К), Ag_7TlSe_4 и Ag_3TlSe_2 (с инконгруэнтным плавлением при 699 К и 663 К) [10].

С переходом S–Se–Te увеличивается металлическая составляющая химической связи рассматриваемых соединений, уменьшается энергия химической связи и термодинамическая стабильность. В целом химическая связь между атомами в соединениях систем $\text{Me}_x\text{Me}_y\text{Se}_z$ носит металлически–ковалентно–ионный характер.

Таким образом, сочетание физико-химического критерия с анализом химической связи позволяет не только прогнозировать образование твердых фаз, но и в определенной мере предвидеть их термическую устойчивость, а также тип фазового превращения в процессе нагревания и некоторые другие свойства. Поэтому представляет определенный интерес анализ физико-химического взаимодействия в системах $\text{Me}_x\text{Me}_y\text{Se}_z$ с позиции физико-химического критерия в сочетании с химической связью между частицами в исходных бинарных и образующихся тройных соединениях, что дает возможность прогнозировать не только новые сложные фазы, но и предсказывать их свойства.

Соединения, образующиеся в системах $\text{Me}_x\text{Me}_y\text{Se}_z$, представляют собой интересный класс полупроводников как с теоретической, так и с практической точки зрения. Предложенный прогноз физико-химического взаимодействия в еще неисследованных системах, свойств неизученных соединений и тщательный химико-технологический подход к этой группе полупроводников значительно расширяет ее границы: в описанных тройных системах будут синтезированы и исследованы многие неизвестные в настоящее время соединения. Рассмотренные в настоящей работе свойства соединений данных

систем уже позволяют наметить возможные пути их практического применения.

С практической точки зрения обращает на себя внимание и тот факт, что у тройных соединений на основе щелочных металлов ширина запрещенной зоны больше, чем у аналогичных соединений меди и серебра. Некоторые соединения (AgGaSe_2 , CuGaSe_2), а также твердые растворы на их основе перспективны с точки зрения изготовления из них узкополосных фильтров. Тройные полупроводники с участием в качестве компонента Me_x меди представляют интерес и как материалы для фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии.

Многокомпонентные халькогенидные стекла широко применяются в области полупроводниковых технологий. Халькогенидные полупроводники и стекла находят широкое применение в гражданской и военной областях, особенно в связи с их электронными, оптическими и механическими свойствами для преобразования энергии и в материалах для окружающей среды. Однако они гораздо менее системно изучены, и их фундаментальные физические свойства для большого класса халькогенидных полупроводников довольно рассеяны и неполны. Именно образование различных возможных химических связей между этими элементами делает халькогениды особым классом материалов с разнообразными структурами и свойствами [11].

В настоящее время изучаются новые горизонты в химии халькогенидов, которые создают большие перспективы для их использования в новых отраслях науки.

Список литературы

1. Рипан, Р. Неорганическая химия. Химия металлов / Р. Рипан, И. Четяну. – М. : Мир, 1972. – Т. 2. — 872 с.
2. Гурбанов, Г.Р. Синтез, кристаллическая структура и термодинамические функции нового соединения $\text{GeSnSb}_4\text{Te}_8$ / Г.Р. Гурбанов, М.Б. Адыгезалова, А.Н. Мамедов, С.А. Гулиева // Журнал «Вестник Московского университета». Серия 2. Химия. – 2019. – Т. 60. – № 3. – С. 178–183.
3. Лазарева, В.Б. Сложные халькогениды в системах $\text{A}^{\text{I}}\text{-B}^{\text{III}}\text{-C}^{\text{VI}}$ / В.Б. Лазарева, З.З. Киш, Е.Ю. Переш, Е.Е. Семрад. – М.: Изд-во «Металлургия», 1993. – 239 с. ISBN 5–229–01031–2.
4. Угай, Я.А. Введение в химию полупроводников : Учеб. пособие для хим. специальностей ун-тов / Я.А. Угай. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Высш. школа, 1975. – 302 с.
5. Бергер, Л.И. Тройные алмазоподобные полупроводники / Л. И. Бергер, В. Д. Прочухан. – Москва : Metallurgia, 1968. – 151 с.
6. Хансен, М. Структуры двойных сплавов: Справочник / М. Хансен, К. Андерко ; Т. 1 : Пер. с англ. П. К. Новика [и др.] ; Под ред. И. И. Новикова и И. Л. Рогельберга. – 2-е изд., перераб. – Москва : Metallurgizdat, – 1962. - 608 с.

7. Горюнова, Н.А. Сложные алмазоподобные полупроводники / Н.А. Горюнова. – Москва : Сов. радио, 1968. – 267 с.
8. Физико-химические свойства полупроводниковых веществ. Справочник / Под ред. Новоселовой А. В. , Лазарева В. Б– М. : Наука, 1979. – 340 с.
9. Шанк, Франсис А. Структуры двойных сплавов / Перевод с англ. А. М. Захарова [и др.] ; Под ред. И. И. Новикова и И. Л. Рогельберга. – Москва : Металлургия, 1973. – 760 с.
10. Ковалева, И. С. Неорганические материалы / И.С. Ковалева, К.С. Кранчевич, Г.Ф. Непсольская //Изв. АН СССР. – 1971. – Т. 7. – № 5. С. 865–867.
11. Hasan, S., Baral, K., Li, N. et al. Structural and physical properties of 99 complex bulk chalcogenides crystals using first-principles calculations / S. Hasan, K. Baral // Scientific reports 11.- 2021.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ НАНОЧАСТИЦ МЕТАЛЛОВ: ОБЗОР

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

Наночастицы металлов представляют собой наноразмерные структуры, диаметр которых находится в диапазоне от 1 до 100 нанометров. При переходе металлических частиц до наноразмеров, происходит изменение их физико-химических свойств, которые будут требовать новых методов исследования их свойств. Соответственно, методики исследования будут различаться с теми, которые используются для изучения свойств обычных металлов.

Следует учитывать, что методы исследования свойств наночастиц подбираются в зависимости от того, какой параметр необходимо изучить. Так, например, возможно изучение размеров наночастиц, их количественного и пространственного строения и так далее.

Когда мы говорим об измерении размера частиц, мы подразумеваем, что нам необходимо узнать точное расстояние между самыми крайними точками в трёх измерениях. Это необходимо учитывать, так как не все наночастицы являются строго сферическими объектами. Существуют разнообразные формы частиц, которые будут иметь разное соотношение сторон, что, в свою очередь, влияет на изучение их размеров.

Но, как говорилось ранее, чтобы частица была причислена к разделу наночастиц, необходимо, чтобы размер хотя бы одной её стороны находился в наноинтервале и не превышал 10^{-9} метров. Для измерения этих сторон применяются различные виды микроскопий и спектроскопий, которые позволяют узнать точный размер наночастиц. Однако эти методики часто помогают узнать, помимо размера, структуру наночастиц, а в некоторых случаях определить их физико-химические свойства.

Основные методы, использующиеся при исследовании свойств наночастиц, подразделяются на микроскопические, дифракционные, масс-спектрометрические, хроматографические и так далее. Далее мы рассмотрим эти группы методов.

Микроскопический метод является самым обширным. Он включает в себя ряд подходов: атомно-силовую микроскопию, просвечивающую электронную микроскопию, флуктуационно-поляризационную микроскопию и прочие.

Атомно-силовая микроскопия (АСМ) является одной из самых популярных методик, которая позволяет узнать размер и форму частиц, а также особенности их поверхности. При работе с АСМ необходимо использование подложки, а также правильный подбор кантилевера, который будет зависеть от режима контакта с поверхностью частиц: контактного или полуконтактного.

Контактный режим подразумевает непосредственное соприкосновение сканирующей иглы и исследуемого объекта. При этом изображение, полученное таким путём, может включать в себя большое количество помех и шумов. Это происходит вследствие того, что наночастицы недостаточно крепко закрепляются на подложке, и при соприкосновении с иглой изменяют своё местоположение.

При полуконтактном режиме частицы не соприкасаются с кантилевером, следовательно, не происходит их сдвига на подложке и мы получаем четкое изображение. Это позволяет нам определить форму и размер исследуемых наночастиц [1].

Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ) позволяет измерить исследуемые образцы при помощи направленного пучка электронов, которые фиксируются на экране. По итогу мы получаем микрофотографию, по которой также можно определить кристаллическую структуру исследуемого материала. Следует учитывать, что такой способ исследования предполагает, что образец будет твердофазным и способным проводить электроны [2].

Флукуационно-поляризационная микроскопия (ФПМ) применяется в тех случаях, когда необходимо измерить не только размер и форму наночастиц, но и степень оптической анизотропии поглощения наночастиц. Этот метод исследования отличается от прочих. Например, в отличие от электронной микроскопии, он не несет за собой повреждение объекта исследования, а также, в отличие от атомно-силовой микроскопии, он не требует объединения в одну структуру измерительного оборудования и камеры с образцом. При помощи ФПМ возможно измерение размеров, форм и концентрации наночастиц в формате плёнок [3].

Дифракционные методы используются в случаях, когда существует необходимость изучения не только кластеров наночастиц, но и индивидуальные особенности поверхности каждой частицы. К этому методу относится рентгеноструктурный анализ (РСА), который позволяет узнать о структуре веществ при помощи рентгеновского излучения. В основном он применяется для установления атомной структуры исследуемого образца, а также размера наночастиц. Стоит заметить, что результат измерения размера частиц будет усреднен для всего объема исследуемого образца. РСА включает в себя такие подходы, как рентгенфотоэлектронная спектроскопия (РФЭС) и рентгеновская спектроскопия поглощения (РСП).

РФЭС позволяет определить качественный и количественный состав исследуемого наноматериала, его химическое состояние, состояние реакций на поверхности. Пучок рентгеновского излучения взаимодействует с образцом и выбивает электрон, оставляя после него «вакантное место». Выбитый электрон попадает на спектрофотометр, а аппаратура фиксирует кинетическую энергию, полученную в ходе этого процесса. Пучок выбитых электронов фиксируется в детекторе. Информация с аппаратуры и детектора суммируется, после чего происходит анализ данных и результат выводится на экран.

Этот метод имеет ряд нюансов. К примеру, при исследовании твёрдых порошков наночастиц необходимо наличие вакуума, а также поверхность наночастиц металлов должна быть свободной от примесей. Вдобавок, необходимо соблюдение определенного расстояния между образцом и анализатором, которое не должно быть выше длины пробега выбитых электронов.

Метод РСП предназначен для определения структуры исследуемого вещества при помощи высокоинтенсивного рентгеновского излучения. Также РСП представляет возможность узнать об элементном составе и степени окисления наноматериала. Преимуществом данного метода является то, что он позволяет работать как с твёрдыми объектами, так и с жидкостями и газами. Суть метода основана на резонансном возбуждении электронов ядра, которая обеспечивает отбор информации об электронной конфигурации исследуемого вещества [4].

Мессбауэровская спектроскопия позволяет узнать не только размеры наноструктур, но и строение их ядра, состав и физико-химические особенности. Микроскоп, на котором проводится такой вид исследования, должен быть оснащён источником гамма-излучения, коллиматором, детектором и блоком управления. В качестве источника излучения чаще всего используются изотопы ^{57}Fe и ^{119}Sn . Исследуемый образец помещается между коллиматором и детектором.

При этом методе исследования твёрдый магнитный образец подвергается обстрелу пучком гамма-лучей, изменение интенсивности которого фиксируются на детекторе, и полученная информация передаётся на компьютер [5].

Масс-спектрометрия – это такой метод исследования, который отталкивается от исследования масс-спектра исследуемого вещества. Для этого вещество ионизируют обстрелом электронов, после чего производится замер количества заряженных частиц. Так как нам заранее известны заряды наночастиц ионов, то остается измерить лишь их массу [6].

Для исследования физико-химических характеристик наночастиц металлов применяются такие хроматографические методы: адсорбционная хроматография, ситовая (эксклюзионная) хроматография, гидродинамическая хроматография, газовая хроматография. С их помощью можно получить хроматограммы с кривыми распределения наночастиц. Однако, к недостаткам этой группы методов относится то, что сложно произвести конечную калибровку результатов. Поэтому хроматографические методы чаще всего применяются в совокупности с прочими, для уменьшения количества погрешностей [7].

Подводя итоги, можно сказать, что в настоящий момент существует большое разнообразие методов исследования свойств наночастиц металлов. В целом, развитие науки в этом направлении говорит о том, что исследование наночастиц с каждым годом становится все более перспективной темой, что и влияет на разработку новых методик. Наиболее распространенными

методиками остаются те, которые так или иначе связаны с микроскопией, однако существует тенденция на создание новых способов исследования наночастиц.

Список литературы:

1. Ларичев Т. А. Атомно-силовая микроскопия в исследовании наноразмерных частиц / Т. А. Ларичев [и др.] // Ползуновский вестник. – 2010. – № 3. – С. 77-80.

2 Штанский Д. В. Просвечивающая электронная микроскопия высокого разрешения в нанотехнологических исследованиях/ Д. В. Штанский // Журнал российского химического общества им. Д.И. Менделеева. – 2002. – Т. 46. – № 5. – С. 81-89.

3. Логунов А. Е. Оптические методы исследования металлических наночастиц на поверхности прозрачных диэлектриков : автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук / А. Е. Логунов. – Санкт-Петербург, 2009. – 23 с.

4. Блесман, А. И. Аналитическое обеспечение научных исследований наноструктурированных материалов : учебное пособие / А. И. Блесман, С. Н. Несов, П. М. Корусенко ; Минобрнауки России, ОмГТУ. – Омск : Издательство ОмГТУ, 2020. – 128 с. – ISBN 978-5-8149-3156-6.

5. Воронина Е. В. Мёссбауэровская спектроскопия : учебно-методическое пособие для студентов Института физики / Е.В. Воронина, А.В. Пятаев // Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2013. – 33 с.

6. Верещагина Я. А. Физическая химия наноматериалов: учебное пособие [Электронный ресурс] / Я.А. Верещагина. – Казань: Казанский университет, 2016. – 120 с.

7. Иржак, В.И. Структура и свойство полимерных материалов : учебное пособие / В.И. Иржак – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 168 с. – ISBN: 978-5-8114-3752-8.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗИСТЕНТНОСТИ *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS* И *ENTEROCOCCUS FAECIUM* К ТОКСИЧЕСКОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ СОЛЕЙ ЦИНКА

**Баранова А. П., Вельш О. А, Хадиева Э. Р.,
Сизенцов А. Н., канд.биол.наук, доцент**

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

Цинк – микроэлемент, который в живом организме играет важнейшую роль. По распространению в организме цинк занимает второе место. Он необходим для функционирования и регулирования ферментов, участвует в биосинтезе белков, аминокислот и нуклеиновых кислот, а также обеспечивает нормальный рост и развитие, формирует полноценный иммунный ответ [1, 3].

Однако, несмотря на то, что цинк необходим для правильного функционирования организма, при больших концентрациях, которые превышают физиологическую норму, токсичен и вызывает различные болезни [4, 6].

Металлический цинк и его соединения в производственных условиях поступают в организм главным образом через органы дыхания и частично через пищеварительный тракт в результате заглатывания пыли. Более всего изучено токсическое действие паров цинка и мелкодисперсного аэрозоля, которые образуются в процессе плавления металла оксида цинка. При их вдыхании в значительных концентрациях может возникать профессиональное заболевание – так называемая цинковая, или литейная лихорадка. При хроническом отравлении оксидом цинка могут развиваться атрофические и субатрофические изменения слизистой оболочки верхних дыхательных путей, гипохромная анемия, желудочно-кишечные расстройства, нарушения сна, повышенная утомляемость, шум в ушах, снижение остроты слуха. При длительном воздействии пыли оксида цинка на организм человека возможно развитие медленно прогрессирующего пневмокониоза. При длительном вдыхании пыли оксида цинка в значительных концентрациях развиваются умеренные явления пневмосклероза и эмфиземы легких, реже – мелкопятнистая диссеминация в связи с отложением рентгеноконтрастной пыли оксида цинка в легких; возможна уробилинурия и порфиринурия. Раздражающим действием обладают также сульфат и стеарат цинка. Сухой сульфат цинка и его концентрированные растворы вызывают изъязвления кожи кистей рук, особенно их тыльной поверхности, по типу так называемых птичьих глазков. Получены экспериментальные данные об онкогенном действии цинка и его соединений. Острое отравление соединениями цинка отмечали при вдыхании оксида цинка в высоких концентрациях (например, при нагревании металлического цинка выше температуры его плавления). У пострадавших появляется сладковатый привкус во рту, через 1-5 часов возникает сильная жажда, болезненное стеснение в груди, сухой кашель, озноб и другие признаки литейной лихорадки.

При вдыхании аэрозоля хлорида цинка может развиваться отек легких. При отравлении растворимыми солями цинка через рот у пострадавших также отмечают металлический вкус во рту, наблюдается тошнота, слюнотечение, развивается ожог слизистой оболочки рта, пищевода, желудка, появляются рвота с примесью крови, боль в животе, понос, резкое возбуждение, непроизвольные подергивания отдельных групп мышц, судороги икроножных мышц, возможен коллапс и шок. При более длительном течении отравления развивается острая почечная недостаточность. Также исследования показали, что цинк влияет на факторы транскрипции, что может вызывать апоптоз клеток [2, 5].

Целью нашего исследования являлось проведение сравнительной оценки резистентной способности представителей нормофлоры кишечника крыс к воздействию соединений цинка.

Для проведения исследования в качестве объектов изучения были выбраны представители нормофлоры кишечника крыс бактерии *Lactobacillus acidophilus* и *Enterococcus faecium*. Регулирующим фактором в эксперименте выступал цинк в составе солей с различным анионным компонентом: $ZnSO_4 \times 7H_2O$ – сульфат цинка, $Zn(NO_3)_2 \times 6H_2O$ – хлорид цинка.

В процессе изучения устойчивости тест-микроорганизмов к воздействию солей цинка нами был использован один из диффузионных методов – метод агаровых лунок. Данный способ исследования позволяет визуально определить степень воздействия солей металлов на исследуемые микроорганизмы. Для выявления минимальных подавляющих концентраций сульфата и нитрата цинка применялся метод серийных разведений. Данный метод позволил получить разведения солей цинка в концентрациях от 2 моль/л до 0,0312 моль/л.

Для выделения чистых культур микроорганизмов *L. acidophilus* и *E. faecium* были проведены посеы смывов из кишечника крысы сплошным «газоном» на поверхность лактобакагара и энтерококкагара, соответственно, в чашках Петри. После пробочным сверлом (диаметр 5 мм) вырезались агаровые блочки. В результате этого, на одной чашке Петри были расположены 7 агаровых лунок, в которые последовательно вносились исследуемые концентрации растворов солей цинка. Затем чашки помещали в термостат на 48 часов при 37 °С. После инкубирования для начала выполнялась визуальная оценка действия ионов цинка на рост популяции, затем производился линейный замер диаметра зон подавления. При этом отсутствие зон подавления роста свидетельствовало об отсутствии влияния либо соли в целом, либо определенной концентрации. Ингибирующее действие солей металла в отношении исследуемых микроорганизмов прослеживалось в виде хорошо выраженных зон подавления роста вокруг лунки.

В результате проводимого исследования, данные полученные при линейном замере зон подавления роста *L. acidophilus* и *E. faecium* приведены в таблице 1.

Сравнительная оценка устойчивости исследуемых микроорганизмов к воздействию солей цинка показала, что *L. acidophilus* и *E. faecium* проявляют

наибольшую устойчивость в отношении нитрата цинка. Так как токсическое действие данной соли наблюдается лишь при начальных концентрациях раствора. В тоже время, следует отметить, что *E. faecium* обладает меньшей резистентностью к влиянию сульфата цинка, чем *L. acidophilus*, так как зоны подавления роста энтерококков наблюдается при действии первых пяти концентраций (2-0,125 моль/л), а лактобацилл в четырех (2-0,25 моль/л).

Таблица 1 – Оценка устойчивости бактерий нормофлоры кишечника под влиянием сульфата и нитрата цинка

Исследуемые микроорганизмы	Концентрация соли, моль/л						
	2	1	0,5	0,25	0,125	0,0625	0,0312
ZnSO₄ × 7H₂O							
<i>L. acidophilus</i>	26,83 ±0,60	21,83 ±0,54	18,00 ±0,82	12,50 ±0,67	R	R	R
<i>E. faecium</i>	24,17 ±0,40	19,50 ±0,43	15,67 ±0,33	12,33 ±0,21	10,00 ±0,00	R	R
Zn(NO₃)₂ × 6H₂O							
<i>L. acidophilus</i>	30,50 ±1,36	21,50 ±1,48	17,50 ±1,43	R	R	R	R
<i>E. faecium</i>	22,67 ±0,76	15,50 ±0,34	11,00 ±0,26	R	R	R	R
R – резистентность							

Исходя из представленных выше результатов, можно сделать вывод о том, что исследуемые штаммы микроорганизмов обладают большей устойчивостью к нитрату цинка, чем к сульфату цинка. Из этого следует, что сульфат цинка более токсичен для представителей нормофлоры кишечника *Lactobacillus acidophilus* и *Enterococcus faecium*.

Список литературы

1 Русяева, М. Л. Изучение влияния солей цинка на рост пробиотических, патогенных и условно-патогенных штаммов микроорганизмов / М. Л. Русяева, Е. С. Филончикова, Я. А. Сизенцов // Научное обозрение. Педагогические науки. – 2019. – № 5-2. – С. 79-82

2 Сизенцов, А. Н. Влияние пробиотических препаратов на основе бактерий рода *Bacillus* на показатели неспецифического иммунитета при интоксикации цинком / А. Н. Сизенцов, Е. Ю. Афонина, К. И. Егорова, А. В. Ефремова // Российский иммунологический журнал. – 2016. – том 10 (19), № 2 (1) – С. 459-461

3 Скальный А. В., Рудаков И.А. Биэлементы в медицине: учебное пособие / А. В. Скальный, И. А. Рудаков. – Издательство: Оникс 21 век, Мир. – 2004. – 272 с

4 Багаева, Т. В. Микробиологическая ремедиация природных систем от тяжелых металлов: учебное пособие / Т. В. Багаева, Н. Э. Ионова, Г. В. Надеева. – Казань: Казанский университет, 2013. – 56 с.

5 Абеуова О. А. Биологическая характеристика цинка, железа и меди на организм человека / О. А. Абеуова, К. С. Темиреева // Актуальные проблемы современности. – 2020. – № 4(30). – С. 144-150.

6 Королькова, Д. С. Определение минимальных подавляющих концентраций солей цинка на рост пробиотических штаммов бактерий рода *Bacillus* / Д. С. Королькова, М. Л. Русаева, И. В. Коробова // Международный студенческий вестник. – 2018. – № 4. – С. 411-414

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРАКТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИЗУЧЕНИЯ СЕЗОННЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ СОДЕРЖАНИЯ КРАХМАЛА В ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУРАХ

**Бибарцева Е.В., канд.мед.наук,
Гатауллина Э.Ф., Ткачева Т.С.**

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

Образование - одна из важнейших сфер общественной жизни. От его конкретного наполнения различными социальными институтами, учебными дисциплинами, системами методик подачи и усвоения информации, структурой построения образовательных учреждений сильнее всего зависит будущее народа и само направление его духовного и интеллектуального развития.

В естественнонаучном образовании биологическое занимает особое место. В содержании стандартов по биологии прописано в компетенциях о способности применения навыков работы с современным оборудованием. Таким образом деятельностный подход к обучению возможен при использовании практических и лабораторных работ в ходе обучения. Как гласит китайская мудрость : «Я слышу - я забываю; я вижу - я запоминаю; я делаю - я усваиваю».

Лабораторно-практические работы дают возможность студентам овладеть ценными умениями и навыками. В процессе выполнения лабораторных и практических работ производится «лабораторная грамотность», которая заключается в более глубоком понимании значения любого исследования, опыта, эксперимента при изучении природы или ее отдельных явлений.

Например, практические исследования позволили установить характер накопления крахмала - наиболее значимого запасного питательного вещества в развитии плодовых культур, в осенне-зимнее время. Установлено содержание крахмала в древесине. К середине зимы у плодовых растений крахмал полностью исчез. Исчезновение крахмала в тканях плодовых культур показывает высокую морозоустойчивость. То есть, такие растения могут уменьшать или предотвращать действие низких отрицательных температур за счет различных процессов [1]. Колебания содержания крахмала связаны с распадом крахмала и накоплением жиров в вакуолях клеток цитоплазмы. Данные результаты исследования получены благодаря применению изученных методик на практике.

Биохимические процессы в растениях зависят от внешних условий. Так, например, фотосинтез более активен в летнее время, под действием солнечного света и хлорофилла, из неорганических веществ образуются органические. Растение при фотосинтезе поглощает воду и углекислый газ,

синтезируют органические вещества и выделяют кислород, как побочный продукт процесса [2].

С наступлением весны, начинается сокодвижение. Процесс сложный, который идет в двух направлениях: от корней к побегам, и обратно. Жидкость, состоящая из воды и растворённых в ней питательных элементов, необходима растениям для вегетационного периода.

Осенью деревья и кустарники сбрасывают пожелтевшие листья, чтобы не погибнуть в зимнее время от недостатка влаги потому, что корни многих растений не могут впитывать холодную воду из почвы. Во время листопада из растений выводятся вредные вещества, накопившиеся в клетках листьев к осени. Также с листопадом все питательные вещества оттекает в запасяющие органы: в том числе в стебли, корни, семена и откладывается в них [3].

Накопление большого количества крахмала в осеннее время способствует формированию более глубокого и продолжительного покоя, что повышает в целом морозостойкость растений. Проведение практической работы предполагает наличие специального оборудования и сочетание разнообразных приемов в ходе ее выполнения.

Например, фиксация растений в парах спирта по определенной методике [4], далее необходимо сделать тонкий поперечный срез древесины для дальнейшей оценки и анализа с помощью микроскопа Микмед-2 при малом увеличении, а затем при большом. Крахмальные зерна выглядят черными гранулами (рисунок 1).



Рисунок 1 – (А-крахмальные зерна в древесине плодовых культур в осенней период, Б - крахмальные зерна в срезе плодовых культур в зимний период отсутствуют).

А также крахмал определяли на свежем срезе плодовых культур йодосодержащим раствором и сравнивали полученный оттенок со шкалой содержания крахмала. Для раствора Люголя дана шкала, которая подходит и для разбавленного спиртового раствора. Оттенки будут темнее у неразбавленного спиртового раствора [5].

Шкала содержания крахмала:

4 балла - иссиня-черное окрашивание, высокое содержание крахмала.

3 балла - темно-синее окрашивание, среднее содержание крахмала.

2 балла - светло-синее окрашивание, низкое содержание крахмала.

1 балл - голубое окрашивание, остаточное содержание, следы крахмала.
0 баллов - желтый, коричневый, крахмала нет.

На основании проведенных исследований можно сделать выводы.

1. Крахмальные зерна выглядят черными гранулами в осенней период у всех трех растений. В зимнее время зерна не были обнаружены, это значит крахмал отсутствует.

2. Судя по окрашиванию среза в осеннее время калина имела 3 балла, рябина 2 балла по содержанию крахмала, а облепиха 1 балл, то есть говорить о остаточном содержание, следы крахмала. В зимнее период у всех плодовых культур крахмала нет, 0 баллов.

3. Различие в динамике крахмала в осенне-зимней период у исследованных образцах обусловлено с распадом крахмала и накоплением жиров в вакуолях клеток цитоплазмы. Накопление жиров в клетках позволяет перезимовать.

Конечно, виртуальные интерактивные лабораторные работы позволяют проводит исследования повышенной сложности и расширять их спектр. Привлекает свобода действий, что стимулирует исследовательские навыки у студента. Однако, эксперимент в реальном времени имеет огромный потенциал для всестороннего развития личности обучающихся [6].

Список литературы

1 Морозоустойчивость растений [Электронный ресурс] // Статья, 2012. – Режим доступа: <https://verticalsad.ru/assortiment-rastenij/morozoustojchivost-rastenij.html>

2 Солнце углекислый газ вода фотосинтез дыхание органические [Электронный ресурс] // Статья, 2021. – Режим доступа: <https://coralreef-aqua.ru/solntse-uglekislyy-gaz-voda-fotosintez-dyhanie-organicheskie/>

3 Продолжительность жизни листьев. Листопад и его биологическое значение [Электронный ресурс] // Статья, 2015. – Режим доступа: https://studopedia.ru/7_69593_prodolzhitelnost-zhizni-listev-listopad-i-ego-biologicheskoe-znachenie.html

4 Четина О. А., Чудинова Л.А. Учебная практика по физиологии и биохимии растений: учебное пособие / О. А. Четина, Л.А. Чудинова; Пермский государственный национальный исследовательский – Пермь, 2019. – 88 с.

5 Босиева О.И., Нарतिकоева Р.Р. Сезонная динамика содержание крахмала в древесных растениях // Горский государственный аграрный университет. – 2014. – №4. – С. 407- 410.

6 Мамаева, И.А. К вопросу об интерактивных методах обучения в методике проведения лабораторного практикума / Мамаева И.А., Лачуга Ю.Ф. // Агроинженерия. 2012. №4-2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-ob-interaktivnyh-metodah-obucheniya-v-metodike-provedeniya-laboratornogo-praktikuma>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЖИВЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ В ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Булгакова М.А., канд.биол.наук,

Пятина Е.В., канд.биол.наук

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет»,
Почвенный институт им. В.В. Докучаева, город Санкт-Петербург**

В эпоху экологизации всех сфер жизни человека трудно переоценить значение биологического образования. Защита окружающей среды и биологического разнообразия встала на первое место, ежегодно по всему миру организуются новые особо охраняемые природные территории.

Особенностью естественно-научного образования является необходимость регулярного контакта с живой природой. В аудиториях, организованных для преподавания зоологических дисциплин, необходимо расположение живых экспонатов: инсектариев, аквариумов, формикариев и вермикультиваторов.

Лаборатория с живыми объектами привлекает особое внимание студентов и позволяет познакомиться со строением беспозвоночных животных не по картинкам, а получить практические навыки.

Такие формы практической работы как наблюдение и эксперимент делятся на две группы: кратковременные и длительные. Кратковременные наблюдения занимают незначительное количество времени и могут включаться непосредственно в практическое занятие, в отличие от длительных наблюдений, которые расширяются на несколько занятий объединённых одной темой.

При обучении по биологическому профилю практические работы отличаются значительным разнообразием, например, работы по идентификации и определению объектов, проведение опытов *in vitro*, наблюдение за жизнедеятельностью объектов.

Не всегда в течение учебного процесса имеется возможность проводить занятия со студентами на природе, или в естественной среде увидеть необходимый объект для изучения. Поэтому важно, чтобы некоторые животные были «под рукой» при изучении той или иной темы. В связи с этим в вузе необходимо содержание «живого уголка» при кафедре или факультете с естественно-научным профилем [1].

Практические работы выполненные собственными руками закрепляют знания и умения приобретенные обучающимися при освоении теоретического курса, а также вырабатывают практические навыки и способствуют формированию универсальных и профессиональных компетенций. Следует отметить, что состав обитателей лаборатории должен соответствовать требованиям образовательных программ, а значит формироваться с учетом профилей преподаваемых на факультете [1].

Работа живыми организмами способствует совершенствованию знаний об объектах живой природы, учит наблюдению, развивает исследовательскую деятельность обучающихся, вырабатывает волевые качества и трудовые навыки по уходу за живыми объектами, учит работать в группе.

В аудиториях, предназначенных для проведения практических или лабораторных работ по биологическим дисциплинам, содержание живых организмов становится необходимостью. Удачной практикой является поручение кормления и чистки клеток дежурным студентам. В условиях лаборатории с живыми организмами неприхотливыми животными могут быть семья черного садового муравья - *Lasius niger*, улитки ахатины - *Achatina reticulata* и жуки чернотелки зофобас - *Zophobas morio*, вермикультура навозного червя - *Eisenia fetida*, оливковый кивсяк - *Telodeinopus aoutii* и мокрица - *Porcellio scaber* (Таблица).

Таблица – Особенности содержания живых организмов в условиях лаборатории

Название вида	Место содержания	Частота кормления	Рацион	Особенности
<i>Lasius niger</i>	Формикарий с влажным субстратом (смесь песка и почвы)	Ежедневно	Насекомые (различные виды тараканов) + сахарный или медовый сироп	Большую колонию лучше содержать совместно с мокрицей или ногохвосткой
<i>Achatina reticulata</i>	Террариум с влажным субстратом (кокосовый субстрат, сухие листья дуба, березы или мох). Требуется емкость с водой.	Ежедневно	Овощи, фрукты + крупы + костная мука, яичная скорлупа	При влажности ниже 70% улитки уходят в спячку.
<i>Zophobas morio</i>	Контейнер с овсяными хлопьями	Ежедневно	Фрукты и овощи + рыба и фарш	Окукливание начинается только если убрать личинку из общего контейнера в отдельную пробирку
<i>Eisenia fetida</i>	Контейнер со смесью песка и грунта покрытого соломой	Раз в две недели наносить слой корма на всю поверхность субстрата	Кухонные отходы: банановая кожура, картофельные очистки и др., использованная	Перед заселением червей грунт должен отстояться неделю. Запрещено использовать

			чайная заварка, хлебные корки	хлорированную воду в целях полива
Telodeinopus aoutii	Контейнер со смесью торфа, дубового опада, сфагнома, ветвей дуба, осины или березы с лишайником	Один раз в неделю	Гнилая древесина + фрукты и овощи + кормовой мел, панцирь каракатицы, яичная скорлупа	Из-за хрупкости нельзя тревожить молодь в период линьки
Porcellio scaber	Могут содержаться в любом влажном грунте	Раз в неделю	Любые гниющие растительные остатки	В благоприятных условиях мокрицы замедляют скорость движения

Увеличение количества практических занятий проводимых с использованием живых объектов усиливает самостоятельность учащихся в процессе обучения, позволяет усложнить задачи, которые выдвигаются перед обучающимися, усложняет познавательную деятельность студентов.

Наличие лаборатории с живыми объектами делает возможным организовать систему как научно-исследовательской работы со студентами, так и учебно-воспитательной: демонстрация живых объектов во время проведения лабораторно-практических занятий, организация индивидуальной работы при выполнении курсовых и дипломных работ [2].

Начиная с младших курсов еженедельное взаимодействие, пусть и с ограниченным числом живых объектов, формирует у студентов стойкую мотивацию к исследовательской работе. Студентов старших курсов можно через познавательную деятельность привлекать к работе с абитуриентами в рамках дней открытых дверей и других профориентационных мероприятий.

Результатом организации научной работы студентов являются их выступления на научных конференциях различного уровня, подготовка научных публикаций. Подобная организация практических занятий воспитывает в молодом поколении студентов-биологов уважение к живому, сформированное не на словах и иллюстрациях, а непосредственно при изучении этих объектов [2].

Таким образом, работа с животными позволяет удовлетворить потребность в экологических и зоологических знаниях, оказывает благотворное влияние на развитие практических навыков, знаний и умений в рамках формируемых компетенций.

Список литературы

1. Юрчук-Зуляр О.А., Канина Л.Г. Экологическое воспитание студентов через организацию работы уголка живой природы // Современная экология:

образование, наука, практика. Материалы международной научно-практической конференции (г. Воронеж, 4-6 октября 2017г.) / Под общей редакцией профессор В.И. Федотова и профессор С.А. Куролапа. – Воронеж: Издательство «Научная книга», 2017. – Том 1. – С. 152-155.

2. Сивохина Л.Н., Рябикова Т.П. Организация научно-исследовательской работы студентов педагогического вуза с объектами живой природы // Сибирский педагогический журнал. - 2010. - № 2. - С. 202-208.

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ БИТОКСИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СОЛЕЙ МЕДИ В ОТНОШЕНИИ РОСТА БАКТЕРИЙ *ESCHERICHIA COLI*

Вельш О. А., Хадиева Э. Р., Баранова А. П.,

Сизенцов А. Н., канд.биол.наук, доцент

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

Не секрет, что стабильность химического состава является одним из самых важных условий для нормального функционирования организма. С поступлением химических элементов в организм образуются соединения с различными белками, гормонами и ферментами, которые трансформируются в биоэлемент и выполняют различные функции в живой системе. Из всех известных нам химических элементов только часть может быть отнесена к жизненно необходимым, без которых организм либо умирает, перестает размножаться, либо резко ограничивается его функциональная активность. Поддержание постоянства внутренней среды является основополагающей функцией организма, где эссенциальным элементам выделена одна из главных ролей.

На сегодняшний день термин «эссенциальный» представляет собой производное от латинского слова «*essentia*», которое переводится как «сущность». Эссенциальные микроэлементы, или же жизненно необходимые элементы, это те микроэлементы, без которых организм не может расти, развиваться и совершать свой естественный жизненный цикл. Известно, что эссенциальность определяется диапазоном концентраций, в рамках которого клеточные структуры поддерживают свой метаболизм, что сопровождается их делением, воспроизводством и нормальным функционированием [1].

К жизненно необходимым элементам относятся не только железо, цинк, кобальт, хром и молибден, но и медь, никель, селен и марганец. Однако при определенной дозе любой эссенциальный элемент может проявить токсичные свойства [2].

Медь – минерал из класса самородных элементов, который входит в семерку металлов известных человеку с древних времён.

Главным свойством меди, которое определяет её преимущественное использование, является высокая электропроводность. Также медь обладает очень высокой теплопроводностью. Данный металл обладает высокими значениями плотности, температуры плавления и температуры кипения. Вторым важным свойством этого элемента является хорошая стойкость по отношению к коррозии [3].

Медь является одним из важнейших эссенциальных микроэлементов. В организме взрослого человека содержание меди составляет от 100 до 200 мг, при этом около 50 % всей меди находится в мышцах.

Одна из основных функций данной меди в организме человека заключается в участии в поддержании эластичности связок, сухожилий, кожи и стенок легочных альвеол, стенок капилляров, а также прочности костей [4].

Стоит отметить и другие свойства этого жизненно необходимого элемента: медь входит в состав защитных оболочек нервных волокон и участвует в процессах пигментации; медь влияет на углеводный обмен, посредством усиления процессов окисления глюкозы и торможения распада гликогена мышц и печени; медь обладает противовоспалительными действиями, помогает при борьбе с бактериальными агентами [5].

Во время изучения взаимодействия металлов с микроорганизмами нужно отметить, что тяжелые металлы оказывают токсическое действие на микроорганизмы. Токсичность тяжелых металлов – это способность металла оказывать губительное воздействие на микробы. Одним из примеров токсического действия тяжелых металлов на микроорганизмы является: ионы тяжелых металлов способны замещать структурно или электрохимически важные элементы, что приводит к нарушению ферментативной или же клеточной функции [6].

В ходе проводимых исследований нами была определена цель – провести оценку степени биотоксического воздействия меди в составе различных солей на рост представителя микрофлоры кишечника крыс.

Для осуществления данной цели в роли объекта исследования выступали бактерии выделенные из толстого отдела кишечника крыс *Escherichia coli*. В качестве регулирующего фактора были выбраны следующие соединения меди: CuSO_4 – сульфат меди, $\text{CuCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$ – хлорид меди, $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \times \text{H}_2\text{O}$ – ацетат меди.

При изучении биотоксичности солей меди использовали метод агаровых лунок, который позволяет качественно оценить степень воздействия металла на исследуемые микроорганизмы. Также для выявления минимальных подавляющих концентраций (МПК) солей меди руководствовались методом серийных разведений, с помощью которого были получены различные концентрации растворов от начального разведения 2 моль/л до конечного 0,0312 моль/л.

Результаты оценки степени влияния ионов меди в составе солей с различным анионным компонентом на рост *Escherichia coli* отражены в таблице 1.

Таблица 1 – Минимально подавляющие концентрации солей меди в отношении *E. coli*

Штамм	Соли металлов	Концентрация, моль/л						
		2	1	0,5	0,25	0,125	0,0625	0,0312
<i>E. coli</i>	CuSO_4	22,83 ± 0,31	19,50 ± 0,56	15,50 ± 0,50	10,50 ± 2,14	-	-	-
	$\text{CuCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$	29,17 ± 0,48	23,17 ± 0,40	17,83 ± 0,87	12,17 ± 1,38	7,50 ± 2,42	-	-
	$\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \times \text{H}_2\text{O}$	15,00 ± 1,34	11,83 ± 1,19	13,00 ± 1,91	-	-	-	-

Анализируя данные представленные в таблице 1, было выявлено, что медь в составе солей с различным анионным компонентом при относительно высоких концентрациях подавляет рост *E. coli*. Однако, наибольшим ингибирующим эффектом обладает хлорид меди, так как его токсическое действие проявляется от максимальной концентрации раствора соли до 0,125 моль/л. Из исследуемых соединений меди самой меньшей биотоксичностью обладает ацетат меди, так как его минимальной подавляющей концентрацией является 0,5 моль/л.

Таким образом, при сравнении биотоксичности соединений меди в отношении представителя микрофлоры кишечника крыс *E. coli* был сделан вывод о том, что хлорид меди является более токсичным соединением, чем сульфат и ацетат. Также было отмечено, что *E. coli* обладает достаточно высокой устойчивостью к воздействию ацетата меди.

Список литературы

1 Скальная, М. Г. Эссенциальные химические элементы: учебное пособие / М. Г. Скальная, О. В. Баранова – Оренбург: Оренбургский Государственный Университет, 2012. – 36 с.

2 Яшхиева, М. Ш. Эссенциальные и неэссенциальные элементы / М. Ш. Яшхиева // Молодежь и XXI век. – 2015. - № 5. – С. 387-391

3 Парахоновский, А. П. Роль меди в организме и значение ее дисбаланса / А. П. Парахоновский // Естественно-гуманитарные исследования. – 2015. – № 10 (4). – С. 73-85.

4 Абеуова О. А. Биологическая характеристика цинка, железа и меди на организм человека / О. А. Абеуова, К. С. Темиреева // Актуальные проблемы современности. – 2020. – № 4 (30). – С. 144-150.

5 Климова, Т. А. Значение эссенциальных элементов в жизнедеятельности микроорганизмов / Т. А. Климова, Е. С. Барышева // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. – 2017. – № 3. – С. 1925-1927.

6 Багаева, Т. В. Микробиологическая ремедиация природных систем от тяжелых металлов: учебное пособие / Т. В. Багаева, Н. Э. Ионова, Г. В. Надеева. – Казань: Казанский университет, 2013. – 56 с.

МЕХАНИЗМЫ РЕЗИСТЕНТНОСТИ *PSEUDOMONAS AERUGINOSA* К АНТИБИОТИКАМ

Ткачева Т.С., Гатауллина Э.Ф.,

Бибарцева Е.В., канд.мед.наук, доцент

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

Синегнойная палочка (*Pseudomonas aeruginosa*) является одним из самых опасных оппортунистических патогенов.

Частота её выделения из крови при сепсисе составляет примерно 20%, из мокроты при муковисцидозе – 70%, при нозокомиальных пневмониях – 45-70%, при интраабдоминальных инфекциях – 28%, при нозокомиальных инфекциях мочевых путей – 10% [1]. В общей этиологической структуре внутрибольничных инфекций доля *P. Aeruginosa* варьирует в пределах 20-30%

Опасность синегнойной палочки обусловлена не только широким спектром патогенетических факторов и генетической пластичностью, самым негативным свойством *P. aeruginosa* является способность быстро приобретать резистентность к разным группам антибиотиков [2].

Фенотипом множественной резистентности (устойчивости к антибиотикам, принадлежащим как минимум к трем различным категориям) обладали 83% изолятов, фенотип экстремальной резистентности (устойчивости к препаратам всех, за исключением одной или двух категорий антибиотиков) присутствовал у 51% изолятов, обнаружен штамм с фенотипом панрезистентности [3]. По данным Центров контроля и профилактики заболеваний США (CDC), на территории США регистрируется более 50000 случаев тяжелой синегнойной инфекции в год, 13% из которых связаны с мультирезистентными формами *P. aeruginosa* [3].

Опасность *P. aeruginosa* определяется несколькими уникальными характеристиками, к которым относятся: способность вызывать прямые повреждения тканей, выраженная генетическая пластичность и прогрессирующая резистентность к антимикробным препаратам (АМП).

Прямое повреждение *P. aeruginosa* осуществляет при помощи богатого патогенетического арсенала, включающего адгезины, ферменты, токсины, факторы ускользания от иммунных эффекторов и агрессии в адрес последних [5]. Генетическая пластичность реализуется за счёт дополнения *core*-генома большим количеством добавочного генетического материала и наличия необычно большого для бактерий количества регуляторных генов – до 8,4% от общего объема хромосомы [6]. Следствием генетической пластичности является быстрая утрата либо приобретение признаков, что позволяет бактериям адаптироваться к внешним воздействиям в короткие сроки.

Распространение резистентных штаммов синегнойной палочки достигло глобальных масштабов. Нозокомиальные штаммы *P. aeruginosa*, изолированные в России в 2013-2014 гг., в 52-60% случаев были

нечувствительны к антисинегнойным цефалоспорином (цефепим, цефтазидим), в 58% случаев – к пиперациллину-тазобактаму, более чем в 60% случаев, – к фторхинолонам, более чем в 50% случаев, – к аминогликозидам, в 41% случаев – к азтреонаму [4].

В зависимости от локальных условий внутрибольничная резистентность *P. aeruginosa* к отдельным группам антибиотиков может достигать почти 100%. Например, в 2015 г. в одном из иранских госпиталей (Исфахан) 95% изолятов от ожоговых больных были резистентны к амикацину, 96% из них проявляли полирезистентность [5]. Опасность резистентных штаммов *P. aeruginosa* для человека подтверждается статистически: в условиях современного госпиталя погибает 1/3 всех пациентов с инвазивной инфекцией, вызванной карбапенеморезистентными штаммами *P. aeruginosa* [6].

Все АМП в зависимости от отношения к ним синегнойной палочки можно разделить на 3 группы. Первую группу составляют антибиотики, к которым нечувствительны практически все штаммы вида *P. aeruginosa*. Видовой характер устойчивости дал основание назвать этот феномен «природная резистентность». Другая группа антибиотиков может быть губительной для *P. aeruginosa*, но подавление метаболизма реализуется не для всех штаммов, а лишь для тех, которые не обладают приобретенными механизмами устойчивости к какому-либо антибиотику.

Для этой группы АМП разработаны критерии, которые позволяют определить чувствительность к ним конкретного штамма и на основе полученной оценки назначать эффективное лечение. К третьей группе можно отнести антибиотики, которые теоретически могут подавлять жизнедеятельность *P. aeruginosa*, но существующие методики не позволяют определить лабораторные критерии чувствительности для конкретного штамма. Терапевтическое использование АМП третьей группы не является рациональным, успех эрадикации возбудителя в этом случае определяется случайностью.

Понятно, что вопрос выбора оптимальной терапии возникает только для препаратов второй группы. Сложность проблемы резистентности состоит в том, что *P. aeruginosa* может использовать разнообразные приемы для нейтрализации антибиотиков, часто сочетая их. В этом случае выбор и назначение пациенту эффективного курса АМП будет возможен только на основе понимания механизмов резистентности конкретного штамма.

Очевидно, что знание молекулярных механизмов устойчивости к антибиотикам у *P. aeruginosa*, которым посвящена большая часть данного обзора литературы, будет способствовать оптимизации терапии инфекций, вызванных этим возбудителем.

Природная резистентность

P. aeruginosa обладает природной (видовой) устойчивостью к ряду антибиотиков, включая ампициллин, амоксициллин, ампициллин/сульбактам, амоксициллин/клавуланат, цефалоспорины I и II поколения, цефотаксим, цефтриаксон, цефамицины (цефокситин, цефотетан), клиндамицин,

даптомицин, гликопептиды (ванкомицин, тейкопланин), фузидиевую кислоту, линезолид, макролиды, рифампицин, эртапенем, хлорамфеникол (левомецетин), канамицин, неомицин, триметоприм, триметоприм/сульфаметоксазол, тетрациклины [7].

Справедливо уточнить, что природная резистентность *P. aeruginosa* не является абсолютной. Даже в дикой популяции бактерий присутствует от 1 до 3% штаммов, которые из-за наличия мутаций и/или снижения экспрессии систем, инактивирующих антибиотики, могут проявлять высокую чувствительность к перечисленным препаратам [8]. Основы природной резистентности *P. aeruginosa* связаны с (1) отсутствием мишеней для некоторых групп антибиотиков, (2) наличием естественно продуцируемых бета-лактамаз и других ферментов, инактивирующих антибиотики, (3) особенностями пориновой проницаемости, (4) активностью систем эффлюкса.

Приобретенная резистентность

Перечень антисинегнойных антибиотиков, чувствительность к которым можно оценить при помощи лабораторных методов, не очень велик. Список Европейского комитета по определению чувствительности к антимикробным препаратам (EUCAST) включает несколько пенициллинов (пиперациллин, пиперациллин/тазобактам, тикарциллин, тикарциллин/клавуланат), четыре препарата из группы цефалоспоринов (цефепим, цефтазидим, цефтазидим/авибактам, цефтолозан/тазобактам), карбапенемы (имипенем, меропенем, дорипенем), монобактамы (азтреонам), фторхинолоны (левофлоксацин, цiproфлоксацин), аминогликозиды (гентамицин, амикацин, нетилмицин, тобрамицин) и полимиксины (колистин) [7]. Рекомендации Института клинических и лабораторных стандартов США (CLSI) дополняют этот список отдельными критериями для нескольких фторхинолонов (норфлоксацин, ломефлоксацин, офлоксацин, гатифлоксацин) и полимиксина [8]. В клинических условиях *P. aeruginosa* может формировать резистентность к каждому из перечисленных антибиотиков.

Устойчивость к бета-лактамам

Резистентность к бета-лактамам у *P. aeruginosa* может быть обусловлена тремя механизмами: (1) выработка неконститутивных (адаптивных) бета-лактамаз; (2) снижение проницаемости мембраны; и (3) эффлюкс-зависимое удаление антибиотика из периплазматического пространства. У многих нозокомиальных штаммов (>40%) эти механизмы сочетаются друг с другом [9].

Адаптивные бета-лактамазы *P. aeruginosa* представляют собой неоднородную группу ферментов, гены которых локализируются в хромосоме или плазмидах и часто входят в состав интегронов или мобильных генетических элементов (МГЭ).

Присутствие бета-лактамаз у грамотрицательных бактерий регистрируется в цитоплазме и периплазматическом пространстве, значительное их количество ассоциировано с наружной мембраной.

Они попадают во внеклеточную среду, что происходит, вероятно, в результате лизиса бактериальных клеток. Гены природных и приобретенных

бета-лактамаз у грамотрицательных бактерий (в отличие от грамположительных) экспрессируются постоянно [10]. Но существуют и исключения из этого правила. Например, уровень экспрессии конститутивной для *P. aeruginosa* бета-лактамазы AmpC подвержен гибкой регуляции, что может иметь клиническое значение (см. ниже).

Примеры бета-лактамаз *P. aeruginosa* с разными функциональными свойствами представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Приобретенные бета-лактамазы *P. aeruginosa*

Функциональная группа ферментов	Молекулярный класс ферментов	Антибиотик – субстрат (из группы антисинегнойных препаратов)	Ферменты	Источник
Группа 2b	A	Пенициллины	TEM-1, TEM-2, SHV-1	[243]
Группа 2be	A	Пенициллины, цефалоспорины, монобактамы	TEM-4, TEM-21, TEM-24, TEM-42, TEM-116 SHV-2, SHV-2a, SHV-5, SHV-12 CTX-M-1, CTX-M-2, CTX-M-43 PER-1, PER-2 VEB-1, VEB-1a, VEB-1b, VEB-2 GES-1, GES-8, GES-9 BEL-1, BEL-2	[243] [243] [243] [243] [243] [243]
Группа 2c	A	Пенициллины, тикарциллинклавуланат	PSE-1, PSE-3, PSE-4, PSE-5 CARB-3, CARB-4	[243] [243]
Группа 2d	D	Пенициллины, ингибиторозащитные пенициллины	OXA-1, OXA-2, OXA-3, OXA-4, OXA-5, OXA-6, OXA-10, OXA-13, OXA-20, OXA-46, OXA-50, OXA-56 LCR-1	[243] [243]
Группа 2de	D	Пенициллины, ингибиторозащитные пенициллины, цефалоспорины, монобактамы	OXA-11, OXA-14 - OXA-19, OXA-28, OXA-31, OXA-32, OXA-35, OXA-45, OXA-74, OXA-147, OXA-161,	[243]
Группа 2df	D	Пенициллины, ингибиторозащитные пенициллины, цефалоспорины, карбапенемы	OXA-40, OXA-50a, OXA-50b, OXA-50c, OXA-50d	[243; 236]

Группа 2f	А	Пенициллины, ингибиторозащитные пенициллины, цефалоспорины, карбапенемы	KPC-2, KPC-5 GES-2, GES-5	[243] [243]
Группа 3	В	Пенициллины, ингибиторозащитные пенициллины, цефалоспорины, карбапенемы	IMP-1, IMP-2, IMP-4 - IMP-11, IMP-13 - IMP-16, IMP-18 - IMP-22, IMP-25, IMP-26, IMP-29 - IMP-31, IMP-33, IMP-35, IMP-37, IMP-40, IMP-41, IMP-43 - IMP-45, IMP-48 VIM-1 - VIM-11, VIM-13 - VIM-18, VIM-20, VIM-28, VIM-30, VIM-36 - VIM-38, VIM-43 SPM-1 GIM-1 NDM-1 AIM-1 SIM-1 FIM-1	[104] [243] [243] [117] [184] [184] [104]

Интересно, что приобретенная резистентность к антисинегнойным бета-лактамам у *P. aeruginosa* может реализоваться с участием природной бета-лактамазы AmpC. Являясь природной для *P. aeruginosa* бета-лактамазой расширенного спектра, в условиях гиперпродукции в сочетании с активацией эффлюкса и угнетением поринов, AmpC может обеспечивать резистентность к антисинегнойным цефалоспорином и карбапенемам.

Устойчивость к фторхинолонам

Приобретенная резистентность к антибиотикам группы фторхинолонов у *P. aeruginosa* может быть связана с тремя механизмами: (1) модификация мишени действия антибиотика; (2) функционирование систем эффлюкса; и (3) ферментативная инактивация антибиотика.

Мишенью действия фторхинолонов являются ферменты топоизомеразы (топоизомераза II (гираза) и топоизомераза IV), играющие важную роль в репликации, транскрипции, рекомбинации и репарации ДНК. Мутации, происходящие в генах этих ферментов, ведут к их структурным изменениям и, следовательно, нечувствительности к фторхинолонам. У *P. aeruginosa*, как и у других грамотрицательных бактерий, мутирует в первую очередь ген гиразы (в отличие от грамположительных бактерий, у которых первоначально повреждается ген топоизомеразы IV) [11]

Вторым механизмом резистентности *P. aeruginosa* к фторхинолонам является эффлюкс-зависимое выведение антибиотика из бактериальной клетки. Данный механизм реализуется за счет 4 систем эффлюкса семейства RND: MexAB-OprM, MexCD-OprJ, MexEF-OprN, MexXY-OprM и дополнительных систем: MexHI-OpmD и MexVW-OprM [12].

В исследованиях Henrichfreise и соавт. и Tomas и соавт. у клинических изолятов *P. aeruginosa*, резистентных к фторхинолонам, описаны мутации в генах репрессоров, регулирующих экспрессию систем эффлюкса MexAB-OprM и MexCD-OprJ. Активация системы эффлюкса MexXY-OprM у резистентных к фторхинолонам изолятов происходит также за счет возникновения инактивирующих мутаций в гене репрессора MexZ. Однако описаны случаи резистентности к фторхинолонам и нормального уровня экспрессии MexXY-OprM, даже при отсутствии мутаций в гене mexZ [12].

Устойчивость к аминогликозидам

Приобретенная резистентность *P. aeruginosa* к аминогликозидам обусловлена тремя механизмами: (1) модификация мишени действия антибиотика (действие рРНК-метилазы); (2) инактивация антибиотика аминогликозид-модифицирующими ферментами (АМФ); (3) функционирование систем эффлюкса.

Мишенью действия антибиотиков группы аминогликозидов является 30S субъединица рибосом. Ферменты рРНК-метилазы осуществляют метилирование рРНК, находящейся в составе 30S субъединицы рибосом, обеспечивая высокий уровень резистентности бактерии к клинически значимым аминогликозидам: гентамицину, тобрамицину и амикацину [13]. У *P. aeruginosa* описаны несколько 16S рРНК-метилаз: RmtA, RmtB, RmtD, ArmA [84-88]. Установлено, что продукция RmtD сочетается с продукцией МБЛ типа SPM-1, а продукция ArmA – с МБЛ типа IMP-1

Резистентность к полимиксинам

Основным механизмом резистентности *P. aeruginosa* к полимиксинам (колистину и полимиксину В) является модификация мишени действия. Антибактериальное действие полимиксинов основано на электростатическом связывании положительно заряженной полипептидной части антибиотика и отрицательно заряженного липополисахарида (ЛПС) наружной мембраны грамотрицательных бактерий, а также на взаимодействии «липидного хвоста» полимиксина и жирных кислот липида А. Связываясь с ЛПС, антибиотик вытесняет мембраностабилизирующие ионы магния и кальция, которые соединяют соседние молекулы липида А и укрепляют наружную мембрану.

Это нарушает барьерную функцию наружной мембраны, что ведет к потере периплазматических белков и поступлению в периплазматическое пространство веществ, для которых клеточная стенка ранее была непроницаема, в том числе и полимиксина [14]. Предполагалось, что полимиксин В нонапептид (РМВН (от англ. «Polymyxin B nonapeptide»)) – часть молекулы полимиксина без «липидного хвоста» – не обладает антибиотической активностью, однако, в исследованиях Lu и соавт. (2014) и Zhang и соавт. (2000) было показано, что РМВН не теряет способности повреждать наружную мембрану. Такое объяснение механизма действия полимиксинов предполагает, что эта структура является главной мишенью антибиотика, и нарушение её проницаемости ведет к гибели бактериальной клетки. Следовательно,

модификация наружной мембраны (а именно ЛПС) приводит к развитию резистентности к полимиксинам.

Список литературы

1 Козлов, Р.С. Исследовательская группа SMART. Антибиотикорезистентность грамотрицательных возбудителей осложнённых интраабдоминальных инфекций в России. Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия /Р.С. Козлов, А.В. Голуб, А.В. Дехнич. – М: Новое знание, 2015. – 227-234 с.

2 Лазарева, А.В. *Pseudomonas aeruginosa*: патогенность, патогенез и патология // А.В. Лазарева, И.В. Чеботарь, О.А. Крыжановская, В.И. Чеботарь, Н.А. Маянский // Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. – М: Мир, 2015. – Т. 17, № 3. – 170–186 с.

3 Чиркин, А.А. Практикум по биохимии: учеб. пос. для вузов / АА. Чиркин – М: Новое знание, 2002 – 108 с.

4 Эйдельштейн, М.В. Антибиотикорезистентность нозокомиальных штаммов *Pseudomonas aeruginosa* в стационарах России: результаты многоцентрового эпидемиологического исследования «МАРАФОН» в 2013–2014 гг. / М.В. Эйдельштейн, М.В. Сухорукова, Е.Ю. Скленева, Н.В. Иванчик, А.В. Микотина, Е.А. Шек, А.В. Дехнич, Р.С. Козлов и исследовательская группа «МАРАФОН» // Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. – 2017. – Т. 19, № 1. – С. 37–41.

5 Лазарева, А.В., *Pseudomonas aeruginosa*: патогенность, патогенез и патология. Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия / А.В. Лазарева, И.В. Чеботарь, О.А. Крыжановская, В.И. Чеботарь, Н.А. Маянский. – М: Медицина, 2015. -186 с.

6 Stover C.K., Pham X.Q., Erwin A.L., et al. Complete genome sequence of *Pseudomonas aeruginosa* PAO1, an opportunistic pathogen. Nature / Stover C.K., Pham X.Q., Erwin A.L. – California: Developments in Soil Science, 2000. – 964 p.

7 The European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing. – 2015. – №5. URL: <https://dvgmu.ru/images/data/pages/298/Kfz8MMFkDpU0s3Tf.pdf>

8 The Clinical Laboratory Standards Institute (CLSI). Available at. – 2007. - №27. URL: <https://microbiolab-bg.com/wp-content/uploads/2015/05/CLSI.pdf>

9 Rostami S., Sheikh A. F., Shoja S., et al. Investigating of four main carbapenem-resistance mechanisms in high-level carbapenem resistant *Pseudomonas aeruginosa* isolated from burn patients / Rostami S., Sheikh A. F., Shoja S. – J Chin: Med Assoc, 2018. – 127-132 p.

10 Wołkowicz T., Patzer J. A., Kaminska W., Gierczynski R., Dzierzanowska D. Distribution of carbapenem resistance mechanisms in *Pseudomonas aeruginosa* isolates among hospitalised children in Poland: Characterisation of two novel insertion sequences disrupting the *oprD* gene. J Glob Antimicrob Resist. – 2016. – №7:119-125. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Distribution-of->

[carbapenem-resistance-mechanisms-in-Wołkowicz-Patzer/814ae5b33aeef580eac7247f0f9c1da11b37a8d1](https://doi.org/10.14496/antimicrobagentschemother.14.1211-1221)

11 Тихомиров, Д.С. Мультиплексная ПЦР как новый метод определения генов устойчивости к карбапенемам. Гематология и трансфузиология / Д.С. Тихомиров, С.А. Катрыш, Ю.А. Савочкина [и др.] // Клиническая медицина. – 2014. - №59. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/multipleksnaya-ptsr-kak-novyy-metod-opredeleniya-genov-ustoychivosti-k-karbapenemam/viewer>

12 Muller C., Plesiat P., Jeannot K. A two-component regulatory system interconnects resistance to polymyxins, aminoglycosides, fluoroquinolones, and β -Lactams in *Pseudomonas aeruginosa* // Antimicrob Agents Chemother. – 2010. – №55:1211-1221. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/A-Two-Component-Regulatory-System-Interconnects-to-Muller-Plésiat/efb68afdb45be69b683e296dcd5313de9d6a0328>

13 Sanbongi Y., Shimizu A., Suzuki T., et al. Classification of OprD sequence and correlation with antimicrobial activity of carbapenem agents in *Pseudomonas aeruginosa* clinical isolates collected in Japan. Microbiol Immunol. – 2009. – №53(7):361-367. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00284-020-02148-3>

14 Maseda H., Sawada I., Saito K., et al. Enhancement of the mexAB-oprM efflux pump expression by a quorum-sensing autoinducer and its cancellation by a regulator, MexT, of the mexEF-oprN efflux pump operon in *Pseudomonas aeruginosa*. Antimicrob Agents Chemother. – 2004. – 48(4):1320-1328. URL: https://www.researchgate.net/publication/8652421_Enhancement_of_the_mexAB-oprM_Efflux_Pump_Expression_by_a_Quorum-Sensing_Autoinducer_and_Its_Cancellation_by_a_Regulator_MexT_of_the_mexEF-oprN_Efflux_Pump_Operon_in_Pseudomonas_aeruginosa

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБНАРУЖЕНИЮ И ИДЕНТИФИКАЦИИ *PSEUDOMONAS AERUGINOSA* В ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ, ВОДЕ, СТОЧНЫХ ЖИДКОСТЯХ)

Ткачева Т.С., Гатауллина Э.Ф.,
Бибарцева Е.В., канд.мед.наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет»

В последние годы возрастает значение *P. aeruginosa* в патологии человека. Обнаружение *P. aeruginosa* в объектах окружающей среды сигнализирует одновременно об эпидемическом (как патоген) и санитарном (как индикатор биологического загрязнения) неблагополучии.

Известны острые кишечные инфекции псевдомонадной этиологии водного происхождения и различные формы заболеваний (отиты, поражения кожного покрова) у купающихся в бассейнах, септические заболевания грудных детей с летальным исходом в результате купания в питьевой воде централизованного водоснабжения, содержавшей *P. aeruginosa*.

Методические рекомендации не распространяются на патологический материал при внутрибольничных инфекциях и на предметы окружения больных, воздух больничных помещений, лекарственные средства, методы исследования которых на *P. aeruginosa* существенно отличаются от методов, применяемых при исследованиях окружающей среды [1].

Исследование объектов окружающей среды на *Ps. aeruginosa* состоит из трех этапов:

1. Накопление *P. aeruginosa* в жидкой среде обогащения,
2. Выделение *P. aeruginosa* на плотной селективнодифференциальной среде,
3. Идентификация *P. aeruginosa* с использованием ограниченного набора наиболее надежных тестов [2].

Исследования на *P. aeruginosa* может быть качественным и количественным.

Качественное исследование является сигнальным и применяется при исследовании объектов, в которых обнаружение *P. aeruginosa* имеет существенное эпидемиологическое значение или гигиеническое: пищевых продуктов детского питания (питательных смесей), минеральных вод и напитков в расфасовке в торговой сети, соусов, майонезов, винегретов, высокопитательных пищевых продуктов, употребляемых без термической обработки (пастеризованного молока, овощных блюд, продуктов, в которых при нарушении правил хранения и сроков использования можно предполагать интенсивное размножение *P. aeruginosa*) мясных полуфабрикатов, термическая обработка которых может быть недостаточной для уничтожения *P. aeruginosa*, смывов с оборудования, посуды, рук обслуживающего персонала предприятий

общественного питания, столовых, буфетов, кафе, ресторанов и др., а также при необходимости возможно быстрого проведения анализа при угрожающей эпидобстановке.

Количественное определение является основным при исследовании объектов окружающей среды, в которых степень обсемененности *P. aeruginosa*, как и индекс фекальных кишечных палочек и сальмонелл, характеризует санитарное состояние объекта и уровень его эпидемической опасности: воды источников водоснабжения, питьевой воды централизованного водоснабжения, рекреационных вод - прибрежных пляжных акваторий, плавательных бассейнов и т.п., пищевых продуктов, подлежащих термической обработке, в которых высокий уровень обсемененности *P. aeruginosa* может повлечь при нарушениях условий хранения нежелательные органолептические изменения, а также продукцию токсинов за счет декарбоксилирования и дезаминирования аминокислот продукта; сточных жидкостей при оценке качества биологической очистки и обеззараживания.

В зависимости от вида и химического состава продукта ход первого этапа исследования может быть различным как по отбору и объему проб, так и по выбору сред обогащения. Последующие этапы однотипны по применению СДС и тестов идентификации независимо от исследуемого объекта [3].

Первый этап исследования

Для объектов, бедных питательными ресурсами (воды различных категорий) обеспечивают развитие *P. aeruginosa* при исключении или затруднении развития грам-положительной и дистрофной грамотрицательной микрофлоры, применяя концентрат среды Бонде с кристаллическим фиолетовым.

В объектах, в которых наличие питательных веществ сочетается с богатым набором сопутствующей микрофлоры, конкурирующей с *P. aeruginosa* (сточные жидкости), посев производят в среду с ТТХ и ингибирующим красителем, температура инкубации 42 °С для сточных жидкостей.

В объектах, обеспечивающих *P. aeruginosa* полноценным питанием (пищевые продукты, кроме соков и напитков), основным является торможение развития сопутствующей микрофлоры, для чего достаточно введения в исследуемый объект или его взвесь трифенилтетразолий хлорида (таблица 1).

Таблица 1 – Объемы исследуемых объектов и применяемые среды

Объекты	Объемы при исследовании		Среда	Инкубация	
	качественном	количественном		Т°	длительность
1.	-	летом: 2x100,0; 2x10,0; 2x1,0	концентрат среды Бонде	37°	20 ч

		осенью, зимой, весной: 5x100,0			42 ч
2.	500,0	4x100,0; 5x20,0	то же		то же
3.	-	4x100,0; 5x20,0	то же		то же
4.	500,0	-	концентрат среды	42°	20 ч
			Бонде		42 ч
5.	3x500,0	-	то же	37°	42 ч
6.	-	2x0,1; 2x0,01; 2x0,001; 2x0,0001	среда с ТТХ	42°	24 ч 42 ч
7.	-	2x10,0; 2x1,0; 2x0,1; 2x0,01	то же	42°	24 ч 42 ч
8.	100,0	-	то же, удвоен. концен.	37°	24 ч 42 ч
9.	100,0	2x100; 2x10,0; 2x1,0	8% р-р ТТХ	37°	24 ч 42 ч
10.	100,0 и 10,0 взвеси цельной	2x100,0; 2x10,0; 2x1,0 декантированной взвеси	то же	37°	то же
11.	100,0	-	то же	37°	то же
12.	100,0	2x100,0; 2x10,0; 2x1,0; 2x0,1 декантированной взвеси	то же	37°	то же
13.	100,0	2x100; 2x10,0; 2x1,0	среда с ТТХ	37°	то же

1) Посев 1,0 мл и последующих разведений производится в 10,0 мл неконцентрированной среды Бонде.

Объекты: 1. Вода поверхностных водоемов, 2 - вода централизованного водоснабжения и плавательных бассейнов, 3 - вода грунтовая, артезианская и минеральная каптажная, 4 - вода индивидуального пользования, 5 - вода минеральная из торговой сети (3 объема одновременно), 6 - сточная жидкость

нативная 7 - суточная жидкость после биологической очистки, 8 - сточная жидкость после обеззараживания, 9 - пищевые продукты жидкие, богатые животными белками, 10 - то же, плотные (10% взвесь), 11 - детские питательные смеси, 12 - растительные и смешанные продукты, полуфабрикаты, винегреты, плотные (10% взвеси), 13 - то же жидкие (соки, напитки, соусы) [4].

Второй этап исследования

Второй этап исследования унифицирован вне зависимости от исследуемого объекта.

Из среды обогащения производят высев на среду "блеск". Для высевок из больших объемов объекта для каждого объема используют одну чашку со средой, для высевок из меньших объемов можно посев производить на $\frac{1}{2}$ чашки, что особенно удобно при количественных исследованиях в двух рядах (по два одинаковых объема на чашку).

Высевы следует производить с расчетом получения максимального количества изолированных колоний: минимальное количество посевного материала, захватываемого разогнутой или тщательно стряхнутой петлей, распределяют первоначально в виде макроколонии 1x4 см у борта чашки, затем наносят остаток материала частыми многочисленными штрихами по поверхности среды.

Засеянную среду помещают в термостат при 37 °С на 24-42 часа, с предварительным просмотром через 24 часа.

Металлический блеск колоний *P. aeruginosa* - явление уникальное, обнаруживаемое, как правило, только у этого микроба, но не у других видов псевдомонад. При принятой концентрации ТТХ среда бактерицидна для всех грам-положительных и большинства грам-отрицательных бактерий и лишь некоторые ТТХ-резистентные штаммы клебсиелл, серратий, энтеробактерий могут развиваться на среде "блеск" в виде темно-красных разного размера, лишенных блеска, или выпуклых блестящих ярко-красных колоний. Колонии *Ps. aeruginosa* либо сплошь покрыты золотистым налетом, либо содержат многочисленные вкрапления, иногда окружены светло-красным ободком или бесцветным "венчиком". Часто колонии *P. aeruginosa* принимают веретенообразную форму, как бы распространяясь по вдавлению в агаре от штриха петлей. Появление блеска можно наблюдать уже через 20-22 часа инкубации при 37 °С, но максимального развития феномен достигает через 42-44 часа. Даже при отсутствии блеска колонии *P. aeruginosa* на этой среде можно различить по более светло-красной окраске и характерной (см. выше) форме.

При наличии множественного роста колоний с золотистым блеском достаточно отобрать для последующего исследования 1-2 наиболее типичных колонии. При росте единичных колоний с блеском или с золотистыми вкраплениями следует отбирать все типичные колонии, но не более 5-6. Только при отсутствии колоний с металлическим блеском или вкраплениями отбирают наиболее типичные по форме и цвету (плоские шероховатые, с неровными краями, веретенообразные, светло-красные) колонии.

При предположении массивного обсеменения объекта *P. aeruginosa* (сточные жидкости, белковые пищевые продукты после просроченного срока годности и органолептически недоброкачественные) исследование может быть начато непосредственно со второго этапа, т.е. с посева исследуемого объекта на среду "блеск" как при качественном, так и при количественном исследовании. При последнем материал распределяется шпателем по поверхности среды [5].

Третий этап исследования

Отобранные на среде "блеск" наиболее типичные колонии с золотистым блеском, или при отсутствии таковых, колонии с золотистыми вкраплениями, а при отсутствии последних - характерные по форме и цвету колонии без блеска, отсевают макроколониями (бляшками) на среду Кинг-А в чашке (можно поместить на одной чашке от 12-18 до 24 макроколоний), которую помещают на 22-24 часа при 37 °С.

После инкубации при 37 °С в течение 22-24 часов и, особенно после дополнительного хранения чашки при комнатной температуре 18-20 часов, макроколонии *P. aeruginosa*, как правило, имеют характерную уплощенную, шероховатую форму с неровными краями и кружевным венчиком в результате ограниченного роения, реже - гладкую с ровными краями. Образующийся феназин, результат сочетания цианина, рубрина и меланина, имеет, в зависимости от преобладания того или иного пигмента, буроватый оттенок с вариантами от сине-зеленого до коричнево-красного, диффундирует в агар.

При наличии продуцирующей феназин колонии характерной формы исследование можно считать законченным с положительным результатом. При наличии феназин-положительной колонии не типичной формы, но дававшей на среде "блеск" золотистый налет, также определяется наличие *P. aeruginosa*.

Посев на среду с мальтозой макроколониями (бляшками) в количестве до 12-18 на чашке. После инкубации при 37 °С 16-18 ч определяется результат: цвет не изменен - реакция отрицательна, пожелтение макроколонии и подлежащей среды - реакция положительна.

Мальтоза - отрицательные колонии засевают одновременно в нитратную среду с уколом до дна пробирки иглой не короче 6 см в среду $\text{O}_2\Phi$, (оксидация-ферментация).

В нитратной среде после инкубации при 42 °С *P. aeruginosa* развивается в толще всей среды и продуцирует обильное количество свободного азота в виде пены на поверхности среды и иногда - пузырьков газа в толще среды.

В среде $\text{O}_2\Phi$ после инкубации 16-18 часов при 37 °С для *P. aeruginosa* характерны положительная оксидация (пожелтение верхней части среды) и оранжевое окрашивание нижних $\frac{2}{3}$ столбика. Положительные оксидация и ферментация - пожелтение всего столбика, отрицательные оксидация и ферментация - малиновая окраска верхней части столбика и оранжевая нижних $\frac{2}{3}$.

Условные критерии качества

1.1. Для *P. aeruginosa* отсутствуют общепринятые нормативные документы. Приводимые ниже величины позволяют наметить лишь ориентировочные параметры, основанные на:

а) многочисленных, хотя и разрозненных данных зарубежных источников,

б) материалах Московского НИИ гигиены им. Эрисмана и некоторых других научных и практических лабораторий СССР.

1.2. Нормирование *P. aeruginosa* осложняется их двойственной ролью как индикаторных и патогенных микроорганизмов, что требует отдельного подхода к параметрам как с санитарной, так и с эпидемиологической позиций. В зависимости от объекта, в одних случаях *P. aeruginosa* должен рассматриваться как индикатор, в других - как патоген.

1.3. Предлагаемые параметры являются критериями определения качества объектов окружающей среды и основой для коллективной разработки нормативов содержания *P. aeruginosa* в этих объектах. Они могут быть также использованы как сигнальные для проведения мероприятий по выявлению причин, приведших к нарушению рекомендуемых параметров, и их устранения.

1.4. *P. aeruginosa* должны отсутствовать в:

1.4.1. Воде центрального водоснабжения в 1000,0 мл при обязательной дифференциации от других видов псевдомонад и от аэромонад (аспект эпидемиологический).

1.4.2. Воде индивидуального пользования (вода графинов, бачков, цистерн) - в 100,0 мл (аспект эпидемиологический).

1.4.3. Воде бассейнов - в 100,0 мл (аспект эпидемиологический).

1.4.4. Сточной жидкости после биологической очистки - в 10,0 мл, но не более 10% содержания в нативной сточной жидкости одновременного изъятия проб (аспект санитарный).

1.4.5. Сточной жидкости после обеззараживания - в 100,0 мл (аспект эпидемиологический и санитарный).

1.4.6. Молоке пастеризованном - в 100,0 мл (аспект эпидемиологический).

1.4.7. Детских питательных смесях - в 100,0 мл (аспект эпидемиологический).

1.4.8. Мясе, рыбе - в 10,0 мл 10% взвеси (аспект эпидемиологический).

1.4.9. Полуфабрикатах мясных, рыбных - в 1,0 мл взвеси (аспект эпидемиологический).

1.4.10. Растительных продуктах, полуфабрикатах, используемых без термической обработки - в 25,0 г (аспект эпидемиологический).

1.4.11. Напитках, соках, воде минеральной в расфасовках из торговой сети - в трех емкостях, взятых на выбор из серии, но не менее, чем в 100 мл (аспект эпидемиологический).

1.4.12. Свежемороженых растительных продуктах - в 25,0 г.

1.4.13. Смывах с рук, посуды, инвентаря предприятий общественного питания. Наличие *P. aeruginosa* свидетельствует об антисанитарной обстановке адекватно проценту положительных проб.

1.5. Количественный учет *P. aeruginosa* имеет значение в объектах окружающей среды, в которых этот микроорганизм имеет индикаторное значение и может играть решающую роль при различиях в индексах других показателей санитарной обстановки.

1.5.1. Вода поверхностных водоемов, водохранилищ, проточных водоемов, озер, прудов, прибрежных морских биотопов. В зависимости от уровня содержания в таких водах *P. aeruginosa* можно различать следующие градации:

1.5.1.1. В воде, санитарная характеристика которой соответствует ГОСТам 17.1.3.03.-77, 17.1.5.02-80, при содержании БГ КП от 500 до 10000 мк в 1000 мл, *P. aeruginosa* обнаруживается в среднем не более чем в 50 % исследованных проб и уровень обсемененности составляет до 10 мк/л. Однако, как и находки сальмонелл в такой воде, их обнаружение может иметь эпидемическое значение. Известны случаи обнаружения в такой воде при низком уровне БГ КП и энтерококков, *Ps. aeruginosa* и сальмонелл.

1.5.1.2. В воде, не соответствующей ГОСТам 17.1.3.03-77, 17.1.5.02-80 (содержание БГ КП выше 10000 мг в 1000 мл), *P. aeruginosa* обнаруживается в 100% исследованных проб и индекс составляет от 10 до 100 мк/л. В этих условиях обнаружение *P. aeruginosa* приобретает уже определенное эпидемическое значение, особенно при использовании такой воды в рекреационных целях.

1.5.1.3. При резком повышении уровня обсемененности воды общепринятыми индикаторами (БГ КП и энтерококки) утрачивается сопряженность между БГ КП, *P. aeruginosa* и энтерококком: увеличение индекса БГ КП может сопровождаться снижением индекса энтерококков и *P. aeruginosa* или только *P. aeruginosa*, при корреляционном сдвиге индекса энтерококков, а иногда все три индекса возрастают, причем взлет отдельных показателей может превосходить одновременный рост других индикаторных микроорганизмов. В условиях такого возрастания индексов наличие *P. aeruginosa* приобретает уже четко выраженное эпидемическое значение и известны биотопы, в которых обнаружение *P. aeruginosa* при такой общей высокой обсемененности совпадало с находками сальмонелл.

1.5.2. Вода грунтовая, артезианская, минеральная каптажная. Основные положения, изложенные в п.1.5.1. с подпунктами, приложимы и к подземным водам. Качественный учет должен сопровождаться тщательной идентификацией *P. aeruginosa*, т.к. в таких водах очень часто обнаруживаются псевдомонады других видов, не имеющие медицинского и санитарного значения. То же относится и к количественному учету, причем такие воды могут считаться благополучными при отсутствии *P. aeruginosa* в объеме не менее 1000 мл, т.е. при индексе 1,0 уже необходимо тщательное полное бактериологическое и химическое исследование воды.

Список литературы

1 Методические рекомендации. Обнаружение и идентификация *Pseudomonas aeruginosa* в объектах окружающей среды /пищевых продуктах, воде, сточных жидкостях/. МЗ СССР, Москва 1984г.

2 Мисетов, И. А. Микробиология: метод. указания к лаб. занятиям / И. А. Мисетов, Г. П. Алехина; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. профессор образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. микробиологии. - Оренбург : ГОУ ОГУ, 2008. - 80 с.

3 Микробиологические основы диагностики инфекционных заболеваний. А.М. Смирнова, А.Ф.Подлевский. БПВ, Ленинград, Медицина 1979

4 Миронов, А. Ю. II Всероссийская учебно-научно-методическая конференция заведующих кафедрами микробиологии с вирусологией и иммунологией высших медицинских учебных заведений / А. Ю. Миронов, А. А. Воробьев // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии, 2004. - N 1. - С. 110-111.

5 Каримов, И.Ф. Физиология роста микроорганизмов: учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлениям подготовки 06.03.01 Биология / И. Ф. Каримов [и др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ, 2015. - 260 с.

СТРАТЕГИЯ ПОИСКА ИНФОРМАЦИИ В БИБЛИОТЕКЕ НА ПРИМЕРЕ ТЕМЫ: ИДЕНТИФИКАЦИЯ *PSEUDOMONAS AERUGINOSA* В ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Бибарцева Е.В., канд.мед.наук, доцент,
Ткачева Т.С., Гатауллина Э.Ф.

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

В настоящее время работа научных библиотек учебных заведений, в том числе и высших, очень разносторонняя, тесно связанная с научной деятельностью, образовательным процессом. Научная библиотека Оренбургского государственного университета обеспечена достаточно высокой материально-технической базой. Различные программные средства позволяют автоматизировать библиотечно-библиографические процессы учебного заведения. Особо следует отметить сформированность библиотечного фонда. 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.

Например, при написании научной студенческой работы посвященной исследованию *Pseudomonas aeruginosa*, в связи с актуальностью изучения роли в возникновении внутрибольничной инфекции, информационно-поисковые возможности электронного каталога библиотеки являются очень значимыми.

Обнаружение *P. aeruginosa* в объектах окружающей среды сигнализирует одновременно об эпидемическом (как патоген) и санитарном (как индикатор биологического загрязнения) неблагополучии.

Исследование объектов окружающей среды на *P. aeruginosa* состоит из трех этапов. На первом этапе происходит накопление *P. aeruginosa* в жидкой среде обогащения. Следующий этап включает выделение *P. aeruginosa* на плотной селективнодифференциальной среде. На третьей, завершающей ступени осуществляется идентификация *P. aeruginosa* с использованием ограниченного набора наиболее надежных тестов [2].

Исследования на *P. aeruginosa* может быть качественным и количественным.

Качественное исследование является сигнальным и применяется при исследовании объектов, в которых обнаружение *P. aeruginosa* имеет

существенное эпидемиологическое значение или гигиеническое: пищевых продуктов детского питания (питательных смесей), минеральных вод и напитков в расфасовке в торговой сети, соусов, майонезов, винегретов, высокопитательных пищевых продуктов, употребляемых без термической обработки (пастеризованного молока, овощных блюд, продуктов, в которых при нарушении правил хранения и сроков использования можно предполагать интенсивное размножение *P. aeruginosa*) мясных полуфабрикатов, термическая обработка которых может быть недостаточной для уничтожения *P. aeruginosa*, смывов с оборудования, посуды, рук обслуживающего персонала предприятий общественного питания, столовых, буфетов, кафе, ресторанов и др., а также при необходимости возможно быстрого проведения анализа при угрожающей эпидобстановке.

Количественное определение является основным при исследовании объектов окружающей среды, в которых степень обсемененности *P. aeruginosa*, как и индекс фекальных кишечных палочек и сальмонелл, характеризует санитарное состояние объекта и уровень его эпидемической опасности: воды источников водоснабжения, питьевой воды централизованного водоснабжения, рекреационных вод - прибрежных пляжных акваторий, плавательных бассейнов и т.п., пищевых продуктов, подлежащих термической обработке, в которых высокий уровень обсемененности *P. aeruginosa* может повлечь при нарушениях условий хранения нежелательные органолептические изменения, а также продукцию токсинов за счет декарбоксилирования и дезаминирования аминокислот продукта; сточных жидкостей при оценке качества биологической очистки и обеззараживания. Приведенные материалы в исследованиях ряда авторов подтверждают эпидемическое значение обнаружения *P. aeruginosa* при питьевом и бытовом водопользовании. [3].

Данные по теме исследования отчасти получены благодаря эффективной работе справочно-поискового аппарата. Содержание библиографического фонда отражается в электронном каталоге, который постоянно совершенствуется, образуя единый информационно-поисковый сервис. Следует отметить отдельно возможность пользования электронной научной библиотекой лицам с ограниченными возможностями.

Таким образом, созданная качественная электронная информационно-образовательная среда обеспечивает комфортное обслуживание пользователей, предоставляет качественные информационные услуги. Студенты и преподаватели должны иметь возможность выбирать вид информации и пользоваться ею удаленно в любое время, так как современные пользователи не всегда могут довольствоваться только печатными изданиями.

Список литературы

1. Болдырев, П.А. Состояние, проблемы и перспективы развития научной библиотеке ОГУ [Электронный ресурс] / Болдырев П. А. // Формирование рыночного хозяйства: теория и практика : сборник научных статей / под ред. профессор М. Г. Лапаевой. - Оренбург, 2014. - Вып. XV. -

С. 44-48. Режим доступа:
http://artlib.osu.ru/web/books/article_all/5019_20140918.pdf.

2 Методические рекомендации. Обнаружение и идентификация *Pseudomonas aeruginosa* в объектах окружающей среды /пищевых продуктах, воде, сточных жидкостях/. МЗ СССР, Москва 1984г.

3 Иванова, Л. В. Обоснование значимости показателя *Pseudomonas aeruginosa* при оценке качества питьевой воды / Л. В. Иванова, Т. З. Артемова, Е. К. Гит, А. В. Загайнова, Т. Н. Максимкина, А. В. Красняк, С. С. Корнейчук // Гигиена и санитария. - 2013. - №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obosnovanie-znachimosti-pokazatelya-pseudomonas-aeruginosa-pri-otsenke-kachestva-pitievoy-vody>

ПРОБЛЕМА ЗАГРЯЗНЕНИЯ МОЛОКА ИНГИБИРУЮЩИМИ ВЕЩЕСТВАМИ И МЕТОДЫ ИХ ОБНАРУЖЕНИЯ

**Давыдова О.К., канд.биол.наук, доцент,
Беззубова К.А., Долгова Е.В.**

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

Проблема загрязнения молока ингибирующими веществами, в том числе антибиотиками, приобретает с каждым годом все большее значение. Наличие нежелательных соединений химической и биологической природы в пищевых продуктах наряду с патогенными микроорганизмами является значимым риском для здоровья человека. Молоко и молочные продукты могут быть загрязнены многочисленными опасными веществами. Среди потенциально опасных веществ особое место занимают так называемые ингибирующие вещества, которые независимо от их природы тормозят или препятствуют развитию микроорганизмов [1].

Ингибирующие вещества в молоке-сырье, в том числе антибиотики, способны подавлять заквасочную микрофлору, что отрицательно сказывается на технологических процессах производства и органолептических характеристиках кисломолочной продукции. Особенно опасно содержание в сыром молоке остаточных количеств антибиотиков. Они практически не разрушаются при нагревании, а это значит, что их остаточные количества могут обнаруживаться в молочных продуктах, изготовленных из молока, содержащего антибиотики. Употребляя такие продукты, есть риск возникновения аллергических реакций и дисбактериоза, снижается иммунитет за счет образования резистентных штаммов патогенных микроорганизмов. Также постоянное поступление антибиотиков с продуктами питания может оказывать тератогенное, мутагенное и токсическое действие на организм [2].

На проявление ингибирующих свойств молока влияют самые различные факторы. Возможными источниками попадания ингибиторов в молоко являются:

1) Нарушения в браковке молока при лечении животных. Животные так же, как и люди болеют и их приходится лечить, в том числе антибиотиками. Коровы дают молоко круглогодично, что противостоит естественной для их биологической природы, и это вызывает воспалительные процессы в их организме. Одна из серьезных проблем современного животноводства – заболевание дойных коров маститом. Из-за скученности животных, тесноты, часто возникают различные инфекции, которые быстро передаются от одного животного к другому. Так что одним из источников антибиотиков в молоке является лечение и профилактика заболеваний [3].

2) Санитарная обработка доильного и молочного оборудования. Ингибиторы могут попадать в молоко при дезинфекции молочной посуды, доильного и холодильного оборудования, а также самого помещения. Поэтому

правила по применению моющих и дезинфицирующих средств, предусматривают тщательную промывку водой оборудования после его обеззараживания. Для проверки чистоты оборудования рекомендуется также применять методы выявления остаточных количеств дезинфицирующих средств непосредственно на обрабатываемой поверхности, например, при помощи бумаги, смоченной индикаторной жидкостью [4].

3) Использование некачественных кормов и попадание ряда химических веществ с кормом. Молоко может быть также загрязнено остаткам пестицидов, применяемых для наружной обработки коров против эктопаразитов и обработки кормовых культур, лугов и пастбищ. Попадание в молоко ядохимикатов происходит при нарушении регламентов их использования, Задача ветеринарных и зоотехнических специалистов состоит в том, чтобы не допускать попадания химических средств защиты растений и животных, антибиотиков и других бактерицидных веществ в молоко, следить за выполнением санитарных правил по применению этих препаратов и использованию молока от обработанных животных. В кормах содержится большое количество самых разнообразных химических веществ роданидов, фенольных и галогенсодержащих соединений, фитонцидов. Все они в определенном количестве попадают в молоко. Кроме того, инертные химические вещества, поступившие с кормом, в организме животных под действием микробов или ферментов также могут превращаться в ингибиторы. Наличие микотоксинов (токсичных продуктов обмена веществ плесневых грибов) в продуктах питания и кормовом сырье и сегодня является значительной проблемой. После поедания пораженных кормов, микотоксины могут попадать в неизменной или метаболитизированной форме в продукты питания животного происхождения и тем самым вести к экспозиции человека [5].

4) Наличие остаточных количеств антибиотиков, представляющих особую опасность для людей и серьезную проблему для молочной промышленности, поскольку они могут нарушить производственный процесс, ингибируя заквасочную микрофлору, что приводит к серьезным финансовым потерям.

Но наиболее опасны последствия попадания остатков антибиотиков в организм человека, что частично отражено в таблице 1 [6].

Таблица 1 – Негативные последствия антибиотиков [7]

Антибиотики	Примеры негативных последствий
Пенициллин	Аллергическая реакция
Стрептомицин	Токсичное действие на центральную и периферическую нервную систему
Тетрациклин	Вызывает изменение состава крови, повреждение паренхимы печени и токсикоз нервной системы.

В целом, пенициллин, сульфонамиды и тетрациклины это самые часто назначаемые антибиотики (рисунок 1). Основными антибиотиками, на обнаружение которых направлено исследование остаточных количеств, до сих пор остаются β -лактаммы, так как именно они обычно используются в лечении мастита. Однако, с момента открытия в 1945 году тетрациклины также широко применялись для человека и животных. Для животных в том числе для профилактики инфекционных заболеваний, лечения как системных, так и местных инфекций, а также в качестве стимуляторов роста [9].

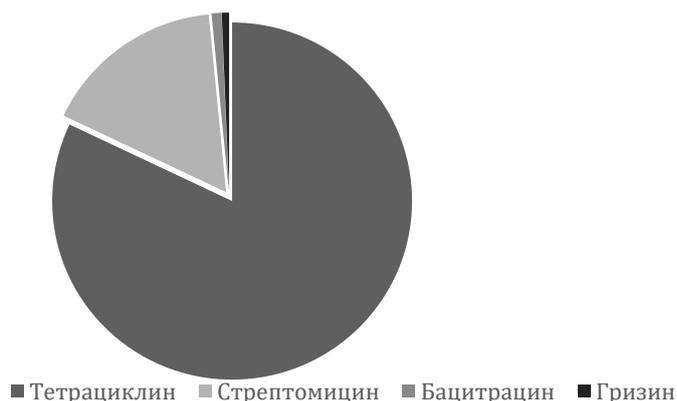


Рисунок 1 –Частота обнаружения остаточных количеств антибиотиков в продуктах животного происхождения [8].

Увеличение числа исследований на наличие тетрациклинов в Европе частично связано с повышением осведомленности об опасных последствиях потребления остаточных количеств антибиотиков в молоке для здоровья и производства молочной продукции. Также возросла осведомленность о том, что сейчас тетрациклины используются чаще, чем в прошлом. Европейская молочная промышленность в настоящее время обязана проводить исследования на наличие тетрациклинов, чтобы соответствовать строгим требованиям стран, в которые они экспортируют свою продукцию, где иногда действуют еще более строгие нормы, чем в Европе (таблица 2). Для получения наиболее надежных результатов используется широкий диапазон исследований, в рамках которых молоко проверяется на содержание всех групп антибиотиков [10].

Таблица 2 – Примеры законодательных ограничений по содержанию остаточных количеств антибиотиков в молоке, мкг/кг

Вещество (группа)		Россия	Южная Африка	США	Международный кодекс
Тетрациклины	Хлортетрациклины	10	100	300	100
	Диоксицилин	10			
	Окситетрациклин	10			
	Тетрациклин	10			

Другим аспектом отсутствия единой политики в отношении применения антибиотиков в аграрном секторе является различие в установленных нормативах содержания антибиотиков в продуктах питания в разных странах. Примером таких «антибактериальных» скандалов являются запреты на импорт того или иного продукта питания, периодически вводимые в разных странах. Например, Россией приостанавливались поставки молочных продуктов из Литвы и Белоруссии из-за наличия в них следов тетрациклина [11].

Нормативы указанных стран (как и большинства европейских) допускают наличие некоторой доли остатков антибиотиков в сырье, а это впоследствии означает возможность их попадания в готовую продукцию, что согласно российским стандартам недопустимо. Однако периодически проводимые тесты выявляют наличие антибиотиков в различных продуктах питания [12].

В связи с тем, что группы применяемых антибиотиков у людей и животных в сельском хозяйстве одинаковы, остаточные количества антибиотиков в пищевых продуктах способствуют появлению устойчивых штаммов и у людей. Соответственно у людей, употребляющих такие продукты, развивается иммунитет к приему антибиотиков, и для получения ожидаемого эффекта при лечении требуются все более сильные препараты и, в конце концов, человек может оказаться незащищенным перед инфекциями и микроорганизмами [13].

Применение молока, содержащего в своем составе ингибиторы, из-за подавления роста молочнокислой микрофлоры приводит к сильному размножению грамотрицательных бактерий и, в конечном счете, выработке нестандартных ферментированных молочных продуктов [14]. В настоящее время требования к содержанию антибиотиков в сыром молоке, сырых сливках и всех молочных продуктах установлены Техническим регламентом Таможенного союза 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013) и являются обязательными для всех субъектов для осуществления их производства и продажи [15]. Данный документ включает приемлемые уровни для четырех групп антибиотиков: хлорамфеникол, группа тетрациклинов, стрептомицин и пенициллин.

Существующие способы определения ингибирующих веществ в молоке включают в себя микробиологические, спектроскопические, хроматографические и электрохимические методы [16-18]. При этом наибольший интерес представляют простые, быстрые и дешёвые микробиологические методы анализа, основанные на обесцвечивании красителей (резазурина, метиленового голубого) в присутствии продуктов жизнедеятельности тест-культур микроорганизмов [19-21].

Так известный метод определения ингибирующих веществ в молоке по стандарту ГОСТ 23454-79 предусматривает использование микроорганизмов *Streptococcus thermophilus*, культивируемых в жидкой питательной среде, на обезжиренном молоке в качестве пробной культуры [22]. В промышленных условиях тестовую культуру готовят из высушенных лиофилизированных штаммов двумя последовательными пересевами, получая сначала

лабораторную, а затем из нее тестовую культуру [20]. Недостатки этого метода при частой пересадке тестовой культуры в заводских лабораториях заключаются в том, что он подвержен риску заражения бактериофагами или другими видами микроорганизмов, поэтому теряет свою активность и не может быть использован для анализа. Продолжительность анализа в целом составляет около 3 часов, поэтому он проводится не чаще одного раза в 10 дней.

Таким образом, использование микробиологических методов анализа для определения ингибирующих веществ в молоке обеспечивает сокращение продолжительности анализа, снижение его трудоемкости, повышение чувствительности и точности пробы.

Список литературы

1. Рыщанова, Р. М. Мониторинг степени загрязнения молока остаточными количествами антибиотиков [Текст] / Р. М. Рыщанова // Сельскохозяйственные технологии. 2019. № 1. С. 33-41.
2. Букаева, Ю. Г. Ингибирующие вещества как информативный показатель качества и безопасности молока и молочной продукции [Текст] / Ю. Г. Букаева // Стратегия развития сельского хозяйства в современных условиях. 2019. № 6. С. 365-369.
3. Подрез, В. Н. Качество молока при использовании разных моющих средств для обработки доильного оборудования [Текст] / В. Н. Подрез // Актуальные проблемы переработки продукции. 2021. № 4. С. 229-232.
4. Тюрин, О. А. Кормовые добавки для коров [Текст] / О. А. Тюрин // Эффективное животноводство. 2016. № 4. С. 36-39.
5. Коба, И. С. Чтобы антибиотики в молоко не попадали [Текст] / И. С. Коба // Эффективное животноводство. 2016. № 1. С. 22-23.
6. Жумабаев, Т. К. Влияние антибиотиков на развитие микроорганизмов при различных температурах хранения молока [Текст] / Т. К. Жумабаев // Инновационный потенциал развития науки. 2020. № 1. С. 33-37.
7. Минаева, Л. П. Контроль антибиотиков в продукции животного происхождения [Текст] / Л. П. Минаева // Вопросы питания. 2018. № 55. С. 191.
8. Матренов, И. С. Изучение антибиотикорезистентности возбудителей мастита у коров [Текст] / И. С. Матренов // Агрофорсайт. 2018. № 4. С. 8-11.
9. Blushen A. Residues and contaminants in milk and milk products / A. Blushen // Challenges Contemp. 1984. № 5. С. 206-235.
10. Илющенко, Р. А. Молочная война [Текст] / Р. А. Илющенко // Молочная река. 2014. № 1. С. 16-18.
11. Манина, З. Ю. Комплексный подход к контролю антибиотиков в молоке // Переработка молока. 2012. № 11. С. 33-37.
12. Гашева, М. А. Определение антибиотиков в молоке – залог качественной продукции [Текст] / М. А. Гашева // Повышение качества и безопасности пищевых продуктов. 2016. С. 50-52.

13. Шевелёва, С. А. Антибиотикоустойчивые микроорганизмы в пище, как гигиеническая проблема [Текст] / С. А. Шевелёва // Гигиена и санитария. 2018. № 4. С. 342-354.

14. Федеральный закон Российской Федерации № 1634 «О внесении изменений в Федеральный закон «Технический регламент на молоко и молочную продукцию» от 14 июля 2010 г. № 311-СФ.

15. Bautois R., Thuah D., Identification and characterization of Streptococcus thermophilus strains by pulsed-field gel electrophoresis // J. Appl. Bacteriol. 1995. V. 79. P. 454-458.

16. Крусь, Г. Н. Методы исследования молока и молочных продуктов [Текст] / Г. Н. Крусь, А. М. Шалыгина, З. В. Волокина. – Москва : Колос, 2000. – 368 с.

17. Кулапина, Е. Г. Современные методы определения антибиотиков в биологических и лекарственных средах (обзор) [Текст] / Е. Г. Кулапина, О. В. Барина, О. И. Кулапина, И. А. Утц, С. В. Снесарев // Антибиотики и химиотерапия. 2009. №54. С. 9-10.

18. Фаращук, Н. Ф. Современные, наиболее употребляемые лабораторные методы исследования антибиотиков [Текст] / Н. Ф. Фаращук, Ю. П. Цюман // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. 2012. №4. С. 58-63.

19. Зайнуллина, А. Р. Создание микробиологического экспресс - метода определения антибиотиков в молоке [Текст] / А. Р. Зайнуллина, Е. В. Петухова, Г. Ю. Яковлева // Вестник технологического университета. 2017. №21. С. 119-122.

20. ГОСТ 23454-79 Молоко. Методы определения ингибирующих веществ. – Москва : Стандартинформ, 2009. – 29 с.

21. Молоко и молочные продукты. Методы микробиологического анализа: ГОСТ 9225-84. Введ. 01.01.86. М.: Стандартинформ, 2009. – 16 с.

22. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарные нормы и правила: СанПиН 2.3.2.1078-01. – Москва : ФГУП «ИнтерСЭН», 2002. – 168 с.

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИСУТСТВИЯ АНТИБИОТИКОВ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

Давыдова О.К., канд.биол.наук, доцент,
Вовк С.В., Шпилова Е.С.

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

В последние годы антибиотики рассматриваются в качестве нового класса загрязняющих веществ в окружающей среде, поскольку они широко используются в медицине, фармацевтике и ветеринарии. Таким образом, важной задачей является создание экспресс-методов обнаружения антибиотиков в различных средах, чтобы вовремя предупредить их распространение и принять меры по их удалению.

Классический подход к обнаружению антибиотиков – это использование микробиологических анализов, в которых используются антибиотикочувствительные виды бактерий для определения их наличия и концентрации. Микробиологические анализы уже с 1950-х годов активно используются для выявления присутствия антибиотиков в различных средах.

Современные микробиологические методы делятся на два крупных раздела:

1) Дисковая диффузия, использующая диски, покрытые исследуемым образцом антибиотика, которые помещаются на чашки с растущими на них бактериями. Наличие ореола вокруг диска указывает на то, что бактерии убиты антибиотиком в диске. Данный способ позволяет идентифицировать определенные антибиотики или классы антибиотиков в зависимости от вида используемых бактерий. Метод был оптимизирован для использования в образцах молока с пределом обнаружения для β -лактамов от 30 до 80 нг/мл. Схема учета результатов дискового метода представлена на рисунке 1 [1].

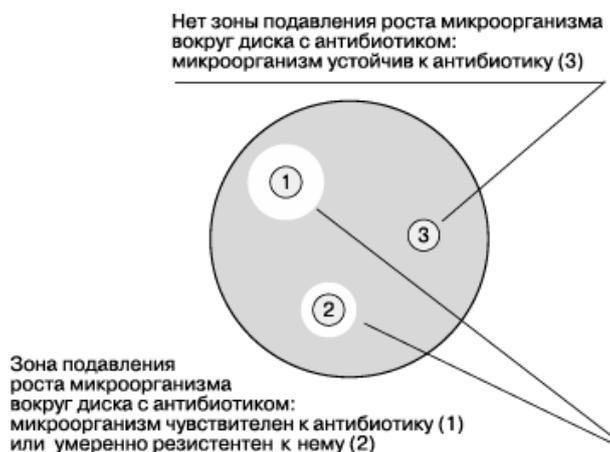


Рисунок 1 – Учет результатов метода дисковой диффузии.

2) Использование определенных бактерий с известной чувствительностью к антибиотикам. Данный метод разработан для получения колориметрических результатов. Эти реакции изменения цвета могут быть количественно проанализированы с помощью спектрофотометрии для определения концентрации антибиотика, присутствующего в образце, и могут иметь чувствительность до 1 нг/мл, но требуют стерильной техники и лабораторного оборудования для совместной инкубации образца с бактериями [1]. Один из вариантов данного метода – это нахождение максимальной подавляющей концентрации антибиотика, который представлен на рисунке 2.

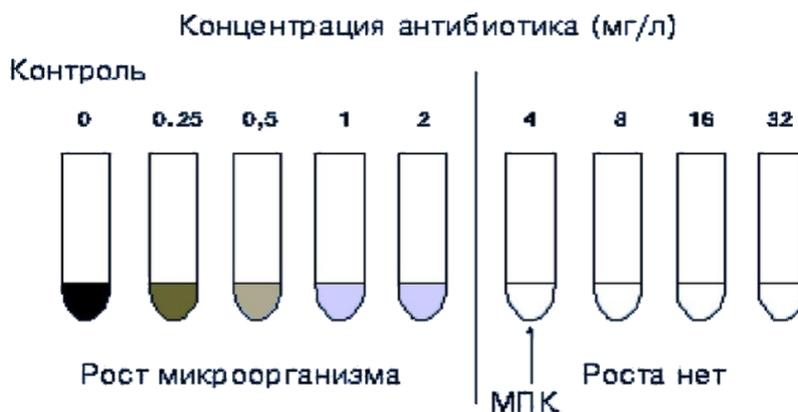


Рисунок 2 – Определение нахождения максимальной подавляющей концентрации антибиотика (МПК).

Многие микробиологические анализы сосредоточены исключительно на антибиотиках семейства β -лактамов, обычно используемых в ветеринарии, и имеют низкую чувствительность за пределами этой категории. Хотя они и могут обнаруживать концентрации антибиотиков меньше 4 нг/мл в семействе β -лактамов, возможности тестов ограничены до 100 нг/мл, если с помощью них будут находить антибиотики из других семейств [2].

Для некоторых микробиологических анализов потребность в лабораторных помещениях снижается за счет микрофлюидики и бумажных технологий, которые надежно работают с нестерильными образцами и в полевых условиях. Микрофлюидный анализ основан на изменении морфологии бактерий, когда в образце присутствуют сублетальные, но не субингибирующие концентрации антибиотиков. Этот метод требует некоторого опыта для реализации, но имеет многообещающую адаптацию в полевых условиях. Капельная микрофлюидика проявляет большую чувствительность, но современные методы сосредоточены на выявлении наличия генов устойчивости к антибиотикам, а не на измерении концентраций антибиотиков.

Таким образом, микробиологические анализы обычно требуют значительного количества стерильного лабораторного оборудования и часто оптимизированы для конкретных антибиотиков, хотя развитие микрофлюидики или бумажных методов расширило их диапазон [3].

В отличие от микробиологических анализов, которые ограничены чувствительностью бактерий к антибиотикам, физические и химические анализы нацелены на определенные свойства молекулы, такие как размер, заряд, характеристики связывания или реактивные свойства, для идентификации антибиотиков в разнообразном образце.

Физические и химические способы обнаружения антибиотиков в водной среде:

1) Физическая очистка влечет за собой отделение антибиотика от других примесей в образце, что позволяет выделить желаемый элемент путем повторного фракционирования. Конечная фракция для очистки антибиотиком анализируется с помощью спектрофотометрии и имеет наименьшую концентрацию аналита в тестовой пробе приблизительно 25 нг/мл [4].

2) Жидкостная хроматография (масс-спектрометрия) адаптирована для количественного определения концентраций антибиотиков в образцах молока, сыворотки, мяса, почвы и воды, а также применяется для анализа проб с месторождений.

Физические методы были успешно оптимизированы для проб окружающей среды, что указывает на то, что они не требуют стерильных исходных материалов и являются отличным инструментом для лабораторного анализа. Однако и очистка, и спектрометрия требуют значительного опыта пользователя и вспомогательной инфраструктуры и включают сложные процедуры или чувствительные технологии, которые нелегко перенести на полевые объекты [5].

3) Поверхностно-усиленная рамановская спектроскопия – позволяет использовать электроды с трафаретной печатью для спектроскопического анализа. Этот метод предлагает высокую чувствительность и портативное быстрое обнаружение. При длине процедуры менее 10 минут данный метод использовался для определения концентрации антибиотиков в пробах воды. Однако метод также требует очистки образца для обогащения антибиотиков относительно других загрязнителей или растворенных веществ в образце [6].

3) Иммуноанализы обеспечивают высокочувствительное специфическое обнаружение антибиотиков в сложных жидких образцах, полагаясь на специфичность взаимодействий между антителами и интересующей молекулой. Иммуноанализы обычно имеют колориметрические выходные данные, но некоторые из них имеют флуоресцентные или хемилюминесцентные результаты, в зависимости от используемой молекулы-репортера. Адаптированы для обнаружения антибиотиков в образцах почвы, продуктов питания и воды. Иммуноанализы могут обеспечить чувствительное обнаружение антибиотиков в образцах с использованием вторичных антител для усиления сигнала и обычно имеют чувствительность ниже 1 нг/мл. Проблемой, ограничивающей использование иммуноанализов для анализа на месте, является их зависимость от спектрофотометров для количественной оценки результатов испытаний. Эти анализы дополнительно требуют умеренного уровня научных знаний для выполнения процедуры, что исключает

участие неподготовленных пользователей в процессе сбора данных [7]. Использование антител обычно также ограничивает иммунологический анализ одним или относительно небольшим количеством антибиотиков в зависимости от специфичности антител, используемых в анализе. Несмотря на эти ограничения было разработано разнообразное множество методов, способных адаптировать иммуноанализы в мультиплексной формате, повышая тем самым эффективность и высокую пропускную способность обнаружения за счет локализации различных антител к различным частям чипа или полосы [8].

4) Аптасенсоры представляют более поздний метод обнаружения антибиотиков, используя датчики аптамеров. Аптамеры представляют собой олигонуклеотиды ДНК или РНК, которые могут связываться с высокой аффинностью со специфическими мишенями. Аптасенсоры, разработанные для обнаружения антибиотиков, делятся на три категории: электрические, флуоресцентные и колориметрические [9]. Более чувствительные аптасенсоры могут иметь чувствительность 5 нг/мл, который идеально подходит для обнаружения следовых количеств антибиотиков в полевых условиях. Кроме того, аптасенсоры требуют относительно небольшое количество времени процедуры: от 30 минут до 2 часов, что полезно для взятия нескольких образцов в полевых условиях. Аптасенсоры, адаптированные для определения концентрации антибиотиков в образцах молока, сыворотки и воды, а также способны эффективно обнаруживать антибиотики в сложных матрицах [10].

Существенным ограничением применения аптасенсоров в этой области является то, что они, как правило, являются одноплексными и поэтому не могут одновременно идентифицировать несколько классов антибиотиков. Кроме того, аптасенсоры в настоящее время требуют значительного количества реагентов и оборудования для обучения и обнаружения [11].

Самым же современным методом обнаружения антибиотиков, основанном на встраивании сконструированных плазмидных конструкций, содержащих последовательности ДНК, чувствительные к антибиотикам, в бактериальные организмы-хозяева, является цельноклеточный биосенсор. Данный метод представляет собой изменение экспрессии генов, вызванное присутствием небольшой молекулы, включая антибиотики. Этот внутренний клеточный ответ на присутствие антибиотиков может быть обнаружен путем слияния чувствительного к антибиотику промотора с репортерной конструкцией [12].

Впервые в 1998 году Корпел и его коллеги генетически модифицировали штамм *Escherichia coli*, объединив генетические элементы, реагирующие на тетрациклин, с опероном люциферазы, создав биосенсор, который реагировал на тетрациклин биолюминесценцией [13].

С тех пор были протестированы и улучшены десятки итераций аналогичных проектов. Выбор промотора, возможно, является наиболее важным аспектом конструкции биосенсора, поскольку этот выбор определяет специфичность, а также чувствительность сенсора.

Цельноклеточные бактериальные биосенсоры обладают рядом преимуществ по сравнению с другими методами обнаружения. Бактериям требуется относительно немного недорогих ресурсов, чтобы оставаться жизнеспособными, а их быстрое размножение делает легко достижимым тестирование с высокой пропускной способностью [14].

Кроме того, бактериальные датчики предоставляют информацию о биодоступности субстратов, которая в контексте отслеживания развития устойчивости бактерий может предлагать более актуальный показатель, чем прямое измерение концентраций в образцах воды или почвы.

Таким образом, в настоящее время нет ответа на вопрос, какие антибиотики наиболее опасны и какие организмы наиболее чувствительны к их воздействию. Нельзя исключать и существование дополнительного токсического действия антибиотиков на нецелевые организмы, которые могут оставаться незафиксированными в случае отдельных препаратов из-за очень низких концентраций.

Разработка новых и совершенствование существующих методик качественного и количественного определения антибиотиков в различных средах являются весьма трудной задачей из-за низких концентраций аналитов и чрезвычайно сложного состава анализируемой матрицы. Многие авторы предлагают различные в этой области подходы, но до сих пор отсутствует информация об официально утвержденных методиках.

В связи с этим, особенно важной остается проблема разработки экспресс-методов обнаружения антибиотиков, чтобы вовремя предупредить и ликвидировать последствия их воздействия на животных и человека.

Список литературы

1. **Капалев, И.С.** Прогрессивные методы очистки сточных вод / И. С. Капалев, В. И. Тарасенко // Молодой ученый. – 2016. – №10. – С. 395-396.
2. **Журавлева, М.В.** Исследование содержания антибиотиков в городских сточных водах / М.В. Журавлева // Роль ботанических садов в сохранении и мониторинге биоразнообразия. – 2015. – С. 516-519.
3. **Данилов-Данильян, В.И.** Новые методы оценки биологической активности антибиотиков в водных объектах / В.И. Данилов-Данильян, С.В. Храменков, В.В. Поройков и др. // Методы анализа и контроля качества воды. – 2012. – С. 5.
4. **Баренбойм, Г.М.** Загрязнение поверхностных и сточных вод лекарственными препаратами / Г. М. Баренбойм // Вода: Химия и Экология. – 2012. – №10. – С. 40-46.
5. **Шаргин, И.А.** Влияние антибиотиков на кисломолочные бактерии / И. А. Шаргин, И. В. Лисеенко // Юный ученый. – 2015. – №2. – С. 120-123.

6. Исхакова, И. О. Инновационные методы очистки сточных вод современного гальванического производства / И. О. Исхакова, В. Э. Ткачева // Вестник технологического университета. – 2016. – №10. – С. 143-146.

7. **Храмцов П.В.** Стереоспецифические взаимодействия. Инструментальные и неинструментальные методы в иммуноаналитике: учебное пособие / П. В. Храмцов, М. Б. Раев, С. А. Заморина; Пермский государственный национальный исследовательский университет. – Электронные данные. – Пермь, 2020. – 105 с.

8. **Гетьман, М.А.** Анализ рисков, связанных с неконтролируемым присутствием остатков лекарственных средств в окружающей среде / М. А. Гетьман, И. А. Наркевич // Ремедиум. – 2013. – С. 40-44.

9. **Gulick, A.M.** Nonribosomal peptide synthetase biosynthetic clusters of ESKAPE pathogens // Nat. Prod. Rep. – 2017. – V. 34. – № 8. – P. 981-1009.

10. **Баренбойм, Г.М.** Загрязнение поверхностных и сточных вод лекарственными препаратами / Г. М. Баренбойм // Вода: Химия и Экология. – 2012. – №10. – С. 40-46.

11. **Ну, J.,** Easley, C.J. A simple and rapid approach for measurement of dissociation constants of DNA aptamers against proteins and small molecules via automated microchip electrophoresis // Analyst. – 2011. – V. 136. – N 17. – P. 3461-3468.

12. **Farrowson J.O.D.** DNA base composition, DNA-DNA homology and long-chain fatty acid studies on *Streptococcus thermophilus* and *Streptococcus salivarius* // J. Gen. Microbiol. 1984. – V. 130. – P. 357-362.

13. **Гудкова, Е.И.** Ускоренные и экспресс-методы определения чувствительности-устойчивости микроорганизмов к антибиотикам / Е. И. Гудкова, А. А. Адарченко, Г. А. Скороход, Т. М. Ласточкина // Медицинский журнал. – 2006. – № 3 (17) – С. 114-116.

14. **Ларионов, Н.М.** Промышленная экология: учебник и практикум для СПО / Н. М. Ларионов, А. С. Рябышенков. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Юрайт, 2018. – 382 с.

КОНВЕРГЕНТНЫЙ ПОДХОД В ПРЕПОДАВАНИИ ДИСЦИПЛИН «БИОИНЖЕНЕРИЯ» И «БИОИНФОРМАТИКА»

Давыдова О.К., канд.биол.наук, доцент,

Никиян А.Н., канд. физ.-мат.наук, доцент

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

300 лет назад, во времена Ньютона, существовала только одна научная специальность – натурфилософия (философия природы) и только один «тип» ученого – натурфилософ, естествоиспытатель, который изучал мир, единую и неделимую природу, непонятую на том уровне знаний и, в частности, поэтому обожествленную. Затем, по мере роста знаний о природе, развития исследовательского инструментария человечество начало искусственно делить единую природу на сегменты для их более легкого понимания, изучения. Так возникли физика, химия, биология, геология и т.д. В результате этих процессов человечество постепенно сформировало узкоспециализированную систему науки и образования, которая существует и успешно функционирует до сегодняшних дней [1].

А вот технологии, наоборот, часто возникали взаимосвязано и способствовали развитию друг друга. Поэтому развитие технологий стало стимулом междисциплинарных связей в науке. И сегодня большинство экспертов сходятся во мнении, что львиная доля инноваций и прорывных результатов рождается именно на стыке наук [2]. Особенно интересные и значимые итоги дает взаимовлияние информационных технологий и биотехнологий.

Возникнув всего несколько десятилетий назад, информационные технологии сразу же приобрели надотраслевой характер, объединив все науки и технологии и став их общей методологической базой. Следовательно, изменился и подход к организации исследовательской работы – от узкоспециального нужно перейти к междисциплинарному методу проведения научных исследований [1]. Теперь ученый, манипулирующий атомами, создавая из них новые лекарственные вещества, уже не может назвать себя просто физиком, химиком или биологом. Этот ученый – тоже естествоиспытатель, каким был Ньютон 300 лет назад, но уже на качественно новом уровне знаний.

Соответственно, и в преподавании различных дисциплин на сегодняшний день требуется иной подход. Таким подходом может стать конвергенция построение целостных учебных дисциплин, в которых интегрируются научные знания и технологические достижения на основе их фундаментальных закономерностей развития и достижений прогрессивного развития человечества.

Цель настоящей работы анализ современного подхода к преподаванию дисциплин «Биоинженерия» и «Биоинформатика» и перспектив их дальнейшего развития.

Быстрое развитие различных областей биологии за последние столетия позволило ученым перейти от простого исследования природных биообъектов к их изменению и усовершенствованию, улучшению их полезных свойств, к созданию совершенно новых биологических объектов, не существующих в природе.

Биоинженерия это применение принципов биологии и инженерных инструментов для создания пригодных для использования человеком жизнеспособных объектов. Сфера деятельности биоинженерии простирается от получения искусственных органов для компенсации сниженных или утраченных физиологических функций (биомедицинская инженерия) до разработки генетически модифицированных организмов, например, сельскохозяйственных растений и животных (генетическая инженерия). Среди задач биоинженерии искусственные белки, выполняющие заданные функции, новые клеточные структуры, обладающие полезными свойствами, и даже целые живые организмы, сконструированные для нужд человека. Спектр научных направлений биоинженерии довольно широк: молекулярное моделирование различных биологических объектов и изучение динамики макромолекул; структурные особенности и взаимодействие макромолекул; дизайн искусственных белков с заданными свойствами, а также синтез и изучение свойств таких белков [3].

Биоинформатика это дисциплина, которая занимается анализом молекулярно-биологических данных с использованием компьютеров. Основные усилия исследователей в этой области направлены на изучение геномов, анализ и предсказание структуры белков, взаимодействий молекул белка друг с другом и другими молекулами, а также моделирование эволюции. Основная цель биоинформационных проектов это использование математических средств для извлечения полезной информации из «шумных» или слишком объемных данных о структуре ДНК и белков, полученных экспериментально [3].

С 2019 г. на химико-биологическом факультете Оренбургского государственного университета осуществляется набор по специальности «Биоинженерия и биоинформатика» со сроком обучения 5 лет. Данный специалитет представляет собой флагманскую программу в области синтетической и инженерной биологии и биоинформатики. Программа формирует у студентов углубленные знания в областях современной вычислительной биологии, геномной инженерии, белковой инженерии, а также клеточной и тканевой инженерии

Только 8 вузов в России готовят специалистов в данной области, среди них Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Тюменский государственный университет, Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Московский физико-технический

институт, Институт биоинформатики на базе Санкт-Петербургского Академического университета (СПбАУ РАН).

Студенты, обучающиеся в рамках программы, изучают способы модификации различных типов живых систем, начиная от создания искусственных генов и организмов, заканчивая искусственными экосистемами. Для успешного освоения программы студенты с самого начала своего обучения выполняют исследовательские проекты в научных лабораториях кафедры биохимии и микробиологии химико-биологического факультета ОГУ, ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук» и ФГБУН «Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза» УрО РАН.

Особенностями специальности являются значительное увеличение цикла математических и естественно-научных дисциплин (математика, информатика, физика, общая и неорганическая химия, аналитическая химия, органическая химия, физическая химия) и общепрофессиональных дисциплин (ботаника, зоология, биохимия, биофизика, биоинформатика, микробиология, иммунология и др. На старших курсах, согласно учебным планам, будут изучаться дисциплины биотехнологического и биоинженерного профиля (генная инженерия, биоинженерия микроорганизмов, растений и животных, клонирование и трансплантация клеток, белковая инженерия и др.). Кроме теоретической подготовки, большое внимание уделено практической составляющей подготовки специалистов. В учебном процессе активно используются деловые игры и проектный подход. Демонстрационный материал представлен с помощью мультимедийной техники и видеофильмов. В помощь студентам созданы электронные учебники и курсы Moodle. С помощью компьютеров проходит обучение, контроль и самоконтроль усвоения материала. В процессе обучения студенты выполняют и защищают курсовые и дипломные (квалификационные) работы. Базой выполнения дипломных работ является кафедра биохимии и микробиологии химико-биологического факультета ОГУ и другие профильные институты.

В России сегодня действуют собственные компании и филиалы компаний, работающих в области автоматического анализа литературных данных по белок-белковым взаимодействиям и сигнальным путям и приложения этого анализа к задаче поиска мишеней для лекарств (GeneGo, США; Ariadne Genomics, США; Biobase, Германия; Biomax, Германия), а также поиска потенциальных лекарств путем анализа взаимодействия белков и малых молекул (Algodign, США) [3] и разработки биофармацевтической продукции (Biocad, Фармасинтез, Р-Фарм). При этом развитие биоинженерии и биоинформатики требует применения новых исследовательских подходов, в качестве которых могут выступать конвергентные технологии.

Конвергентные технологии сегодня это не просто новое научное направление, они представляют собой переход к новой парадигме развития науки и общества путем отказа от узкой специализации в пользу к

междисциплинарным исследованиям. Нано-, био-, инфо-, когнитивные технологии основа развития науки и технологии будущего, перехода на принципиально новые, возобновляемые ресурсы и технологии, созданные по образцу живой природы, с использованием современных технологических достижений. Причем это не просто аддитивное соединение одной технологии с другой, а их конвергенция, взаимопроникновение, ориентация на единую цель [4]. Все это требует тщательного методологического осмысления.

Преподавание дисциплин различного биологического профиля и в частности «Биоинженерии» и «Биоинформатики» с использованием когнитивных технологий могут быть осуществлены учеными и специалистами, владеющими, прежде всего, универсальным знанием, научной культурой и системным мышлением, т.к. само научное знание по своей природе целостно, интегративно и системно, а его разделение на отдельные части чисто условное явление.

Список литературы

1. Ковальчук, М.В. Конвергенция наук и технологий – прорыв в будущее [Текст] / М.В. Ковальчук // Российские нанотехнологии. 2011. Том 6, №1-2. С. 13-23.
2. Ковальчук, М.В. От синтеза в науке – к конвергенции в образовании [Текст] / М.В. Ковальчук // Образовательная политика. 2010. № 11-12. С. 16-21.
3. Баксанский, О.Е. Биоинженерия и биоинформатика: конвергентные технологии [Текст] / О.Е. Баксанский // Сеченовский вестник. – 2015. №1 (19). – С. 50-55.
4. Баксанский, О.Е. Конвергенция естественнонаучного и гуманитарного знания [Текст] / О.Е. Баксанский // Ноосферные исследования. 2021. Вып. 1. С. 88-98.

ПЕРСПЕКТИВЫ «ЗЕЛЕНОГО» СИНТЕЗА НАНОЧАСТИЦ МЕТАЛЛОВ И МЕТОДЫ ИХ ИССЛЕДОВАНИЯ

Давыдова О.К., канд.биол.наук, доцент,
Никиян А.Н., канд. физ.-мат.наук, доцент,
Сенаторова Д.Д., Шкловский Р.А.

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

Исследование механизма синтеза наночастиц представляет большой научный и практический интерес. Свойства, в том числе поверхностные характеристики наночастиц, ответственные за их взаимодействие с окружающей средой, определенным образом зависят от способа их получения. Более того известно, что именно межфазные взаимодействия в нанокompозитах самым существенным образом влияют на их свойства.

Нанотехнологии, направленные на получение наноструктурированных материалов, условно можно разделить на две группы: «снизу вверх» и «сверху вниз». Такая классификация проводится с учетом ключевой стадии, на которой образуется наноструктура. В первой группе используют методы, в которых наночастицы образуются из атомов и молекул, то есть происходит укрупнение исходных частиц до нанометровых размеров; во второй – методы, в которых нанометровые размеры частиц достигаются с помощью размельчения крупных частиц, порошков или зерен. Методы первой группы нанотехнологий в основном базируются на химическом подходе, а второй – на физическом (рисунок 1) [1].



Рисунок 1 – Методы синтеза наночастиц металлов [2].

Однако, несмотря на широкое распространение физико-химических методов синтеза наночастиц, это, как правило, дорогостоящие, трудоемкие способы, сопряженные с риском и потенциальной опасностью для окружающей

среды и живых организмов. [3,4] Таким образом, существует очевидная потребность в альтернативных, экономически эффективных и в то же время экологически чистых методах производства наночастиц металлов.

В настоящее время большое внимание уделяется так называемому «зелёному» синтезу наночастиц с помощью растений и микроорганизмов. Показано, что многие биологические системы, включая растения и водоросли [5], диатомовые водоросли [6], бактерии [7], дрожжи [8] и грибы [9], могут превращать ионы неорганических металлов в металлические наночастицы за счет процесса восстановления, осуществляемого белками и метаболитами, которые содержатся в этих организмах, такими как аминокислоты, моносахара, белки, полисахариды, ферменты, ДНК и РНК [10].

Авторы [11] отмечают, что благодаря биоразнообразию растений можно оптимизировать условия синтеза наночастиц. В частности, для этих целей могут применяться экстракты растений, принадлежащих к различным таксономическим группам (таблица 1).

Таблица 1 – Подборка наночастиц, синтезированных различными растениями. [12]

Растение	Наночастицы	Размер в нанометрах	Форма
<i>Aloe vera</i>	Au & Ag	50 - 350	Сферическая, треугольная
<i>Aloe vera</i>	In ₂ O ₃	5 - 50	Сферическая
<i>Camelia sinensis</i>	Ag, Au	30 - 40	Сферическая, треугольная, неправильная
<i>Citrullus colocynthis</i>	Ag	31	Сферическая
<i>Curcuma longa</i>	Pd	10 - 15	Сферическая
<i>Diopyros kaki</i>	Pt	15 - 19	Кристаллическая
<i>Eucalyptus macrocarpa</i>	Au	20 - 100	Сферическая, треугольная, шестиугольная
<i>Mangifera indica</i>	Ag	20	Сферическая, треугольная, шестиугольная
<i>Rhododendron dauricum</i>	Ag	25 - 40	Сферическая
<i>Psidium guajava</i>	Au	25 - 30	Сферическая
<i>Pyrus sp.</i>	Au	200 - 500	Треугольная, шестиугольная

Наночастицы могут быть синтезированы с использованием различных частей растений, таких как листья, корни, корневища, кора, плоды, цветы [13].

Процедура биосинтез наночастиц с помощью растений не сложна. Растения тщательно промывают водой для удаления загрязнений, после чего либо сушат и измельчают, либо используют в сыром виде, измельчив. Для получения экстракта проводят кипячение в воде, этаноле или другом растворителе).

В качестве прекурсора используют соли металлов. Синтез наночастиц проводят при различных значениях pH и температуры. Во время синтеза нет необходимости добавлять химические стабилизаторы, достаточно смешать экстракт с раствором соли, и химические соединения, присутствующие в экстракте, действуют как восстановители и стабилизирующие агенты.

Судить о завершении синтеза можно визуально, по изменению цвета раствора, частицы регистрируют с помощью УФ-спектрофотометрии и других методов (рисунок 2, таблица 3).

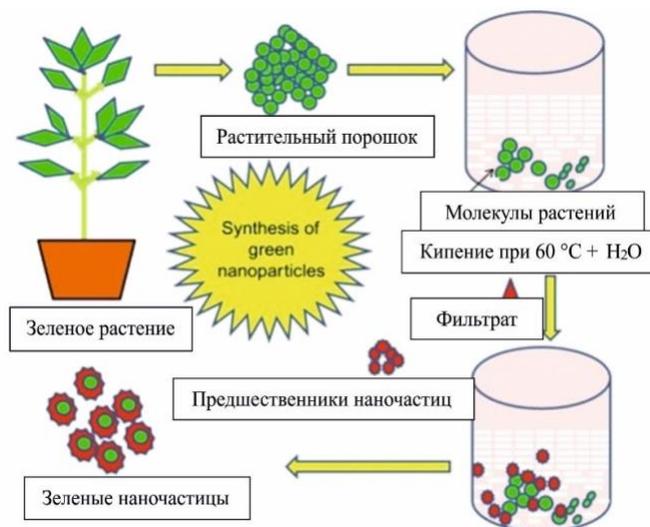


Рисунок 2 – Схема «зеленого синтеза» наночастиц металлов [14].

В последнее время возник интерес ещё к одному методу получения наночастиц металлов, с помощью микроорганизмов.

Поскольку они широко используются как антимикробные препараты, то вдвойне интересно рассмотреть механизм взаимодействия металлических наночастиц с микроорганизмами, как со стороны биосинтеза, так и биоцидности, и даже цитотоксичности по отношению к клеткам разной природы (микробных, раковых и здоровых клеток живых организмов).

Микроорганизмы контактируют с неорганическими водорастворимыми соединениями, содержащимися в почве и водоёмах, эти вещества являются продуктами их питания, и, попадая в клетки принимают активное участие в процессах жизнедеятельности. Потому живые организмы в процессе эволюции научились контактировать с неорганическими солями металлов, вовлекать их в процесс метаболизма, научились справляться с токсичностью многих катионов тяжёлых металлов, переводя их в менее токсичные формы наночастиц.

Микроорганизмы способны аккумулировать неорганические вещества и превращать их в наночастицы металлов путём восстановления катионов и нейтральных атомов этих металлов с последующей их кластеризацией. Химизм этих превращений можно отнести к редокс-реакциям, в которых катионы восстанавливаются ферментами, белками, полисахаридами и другими химически активными составляющими клетки, в результате чего окисляются.

Каждый вид микроорганизмов, природа металла, условия протекания реакции (температура, рН среды, концентрация и прочие) вносят свой вклад в специфику протекания биосинтеза и характеристику образующихся наночастиц (размер, форма, устойчивость), их свойства (антимикробные, лечебные, оптические, каталитические). В зависимости от вида микроорганизмов

биосинтез преимущественно протекает на поверхности клетки или внутри её [2].

Перечень микроорганизмов, подходящих для биосинтеза наночастиц металлов велик, это могут быть грибы, водоросли, актиномицеты, вирусы, бактерии, дрожжи. Но перспективнее всего, вероятно, использование именно бактерий в целях биосинтеза целевого продукта.

В природе бактерии часто попадают в экстремальные условия внешней среды, как и все живые организмы, и проявляют уникальную устойчивость, адаптивность. У них существует и механизм защиты от токсичного действия металлов высокой концентрации. Биологически активные вещества наружной стенки и цитоплазмы клетки бактерии вступают в реакцию с ними и переводят их в форму наночастиц. Взаимодействие происходит и на поверхности, и внутри клетки, и эти реакции зависят от условий протекания, от вида бактерий, от природы металла.

Из всего многообразия бактерий, в литературных источниках для биосинтеза наночастиц металлов использовалась лишь их малая часть. В частности это были *Shewanella odisiensis*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Aeromonas hydrophila*, *Salmonella typhirium*, *Pseudomonas stutzeri* и другие (таблица 2).

Таблица 2 – Бактерии и синтезируемые ими наночастицы металлов [15,16].

Микроорганизм	Размер наночастиц (нм)	Форма	Свойства	Наночастица
<i>Bacillus licheniformis</i> MTCC9555	250	Цветок	Удаление красителей	ZnO
<i>Bacillus megaterium</i> (NCIM232)	45~95	Кубическая	Бактерицидные	ZnO
<i>Lactobacillus plantarum</i> VITES07	7~19	Шарообразная	–	ZnO
<i>Lactobacillus sporogens</i>	5~15	Шестиугольная	Контроль загрязнений	ZnO
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	35~80	Шарообразная	Антиокислительные	ZnO
<i>Rhodococcus pyridinivorans</i> NT2b	100~120	Сферическая	Защита от УФ-излучения	ZnO
<i>Staphylococcus aureus</i>	10~50	Игольчатая	Противомикробные	ZnO
<i>Klebsiella pneumonia</i>	10-15	Шарообразная	Бактерицидные	Au
<i>Bacillus brevis</i>	41-68	Шарообразная	Бактерицидные	Ag
<i>Streptomyces griseoplanus</i>	19-20	Шарообразная	Фунгицидные	Ag
<i>Nocardiosis flavascens</i>	5-50	Шарообразная	Цитотоксические	Ag

<i>Caldicellulosiruptor changbaiensis</i>	<20	Шарообразная	Подавление роста бактериальных пленок	Au
<i>Shewanella loihica</i>	10–16	Шарообразная	Бактерицидные	Cu
<i>Shewanella loihica</i>	1–12	Шарообразная	Разложение красителей	Pd
<i>Micrococcus yunnanensis</i>	53.8	Шарообразная	Противоопухолевые	Au
<i>Mycobacterium</i> sp.	5–55	Шарообразная	Противоопухолевые	Au
<i>Halomonas salina</i>	30–100	Шарообразная	-	Au
<i>Shewanella loihica</i>	2–15	Шарообразная	Разложение красителей	Au
<i>Shewanella loihica</i>	1–10	Шарообразная	Разложение красителей	Pt
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	5-50	Шарообразная	Бактерицидные	Au

Перспективным видится развитие идей микробного синтеза наночастиц металлов с привлечением достижений геной инженерии. Так, в работе [17] были синтезированы металлические наночастицы путем инкубации рекомбинантных *E. coli* на средах с добавлением таких металлов, как Cd, Se, Zn, Pr, Gd, Cs, Sr, Te, Ni, Mn, Fe, Co, Au, Ag, в результате чего были получены наночастицы и их комплексы с различными оптическими, электронными, химическими и магнитными свойствами. Эта и подобные работы [18] открывают безграничные перспективы по биосинтезу наночастиц металлов с помощью бактерий, а потенциально и других микроорганизмов.

Современные аналитические методы оценки характеристик наночастиц позволяют нам оценить размеры и распределение исследуемых нанообъектов, их морфологию, физические свойства (оптические, электрические, магнитные и другие). Эти методы позволяют верифицировать успешность синтеза наночастиц, являются инструментом исследования взаимосвязи условий получения и физических параметров наночастиц, а значит и их свойств, а следовательно и практического применения. Потому появление новых методов микроскопии (зондовая, просвечивающая, атомно-силовая, сканирующая) и других аналитических методов (таблица 3) послужило толчком для развития нанотехнологий в целом.

Таблица 3 Основные методы анализа характеристик наночастиц [10].

Методы	Диапазон размеров наночастиц, нм	Характеристика наночастиц
Атомно-силовая микроскопия	0,5 > 1000	Диаметр, площадь, степень агрегации
Силовая сканирующая микроскопия	40 > 1000	Характеристика агрегации

Сканирующая электронная микроскопия	10 > 1000	Диаметр
Просвечивающий электронная микроскопия	1 > 1000	Диаметр, площадь, объем
Дифракционная рентгеновская	~ 1 нм	Размер
Динамическое светорассеяние	3 > 1000	Характеристика агрегации
Масс-спектроскопия	Зависит от фракции частиц	Элементный состав
Электрофорез	3 > 1000	ξ-потенциал
Проточная хроматография	1 - 1000	Диаметр, объем
Ультрафильтрация	1 - 30	Размеры

Таким образом, несмотря на разработку надежных физико-химических экспериментальных методов синтеза металлических наночастиц с заданной морфологией и размерами [19], в последнее десятилетие все больший интерес привлекает «зеленый» синтез металлических наночастиц с помощью растительных экстрактов и клеток микроорганизмов. Благодаря экономической эффективности и экологичности этот вид синтеза становится более выгоден по сравнению с химическими и физическими методами.

Список литературы

1. **Ремпель, А.А.** Нанотехнологии, свойства и применение наноструктурированных материалов [Текст] / А.А. Ремпель // Успехи химии, 2007. Том 76, №5. С. 474-500.
2. Экологичный «зеленый» биосинтез наночастиц металлов, реальность и потенциал их использования в различных областях медицины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rusnor.org/pubs/articles/15367.html>. – 02.07.2017 г.
3. **Jalgaonwala, R.A.** Natural products from plant associated endophytic fungi / R. Jalgaonwala, B. Mohite, R. Mahajan // J. Microbiol. Biotech. Res, 2011. Vol. 1. P. 21-32.
4. **Savithamma, N.** Effect of nanoparticles on seed germination and seedling growth of *Boswellia ovalifoliolata* an endemic and endangered medicinal tree taxon / N. Savithamma, S. Ankanna, G. Bhumi // Nano Vision, 2012. Vol. 2. P. 61-68.
5. **Макаров, В.И.** Зеленые нанотехнологии: синтез металлических наночастиц с использованием растений [Текст] / В.И. Макаров // Российские нанотехнологии, 2018. Т. 4, № 8. С. 19-28.
6. **Радциг, М.А.** Получение наночастиц золота методом биогенеза с использованием водорослей [Текст] / М.А. Радциг [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева, 2018. № 9. С. 55-62.

7. **Priber, M.** Green synthesis of nanoparticles based on yeast cells / M. Priber [et al.] // *Materials Chemistry and Physics*, 2018. Vol. 3. P. 135-143.
8. **Roco, B.** Nanotechnology: convergence with modern biology and medicine / B. Roco [et al.] // *Current Opinion in Biotechnology*, 2012. Vol. 14, No. 12. P. 1123-1134.
9. **Stepniewska, Z.** Endophytic microorganisms-promising applications in bioremediation of greenhouse gases / Z. Stepniewska, A. Kuzniar // *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 2013. Vol. 97. P. 9589-9596.
10. Зелёный синтез наночастиц металлов с помощью микроорганизмов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.rusnor.org/pubs/articles/15942.html>. – 22.02.2020 г.
11. **Kuamri, M.** Effect of silver nanoparticle (SNPs) on protein and DNA content to tomato seed (*L. esculentum*), cucumber (*Cucumissativus*) and maize (*Zea mays*) / M. Kuamri, A. Mukherjee // *World AcadSciEng Technol.*, 2018. Vol. 1, No. 1. P. 517-522.
12. **Shah, M.** Green Synthesis of Metallic Nanoparticles via Biological Entities / M. Shah [et al.] // *Materials (Basel, Switzerland)*, 2015. Vol. 8, No. 11. P. 7278-7308.
13. **Akhtar, M. S.** Biogenic synthesis of metallic nanoparticles by plant extracts / M. S. Akhtar, J. Panwar, Y. Yun // *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 2013. Vol. 1. P. 591-602.
14. **Naikoo, G.** An Overview of Copper Nanoparticles: Synthesis, Characterisation and Anticancer Activity / G. Naikoo [et al.] // *Current Pharmaceutical Design*, 2021. Vol. 27.
15. **Ovais, M.** Biosynthesis of Metal Nanoparticles via Microbial Enzymes: A Mechanistic Approach / M. Ovais [et al.] // *International journal of molecular sciences*, 2018. Vol. 19, No. 12. P. 4100.
16. **Mohd Y.** Microbial synthesis of zinc oxide nanoparticles and their potential application as an antimicrobial agent and a feed supplement in animal industry: a review / Y. Mohd [et al.] // *J. Animal Sci. Biotechnol.*, 2019. Vol. 10. P. 57.
17. **Park, T.J.** In Vivo Synthesis of Diverse Metal Nanoparticles by Recombinant *Escherichia coli* / T. Park [et al.] // *Angewandte Chemie*, 2010. Vol. 49. P. 7019-7024.
18. **Choi Y.** Recombinant *Escherichia coli* as a biofactory for various single- and multi- element nanomaterials. / Y. Choi [et al.] // *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2018. Vol. 115, No. 23. P. 5944-5949.
19. **Kladko D.V.** Nanomaterial Shape Influence on Cell Behavior. / A.S Falchevskaya., N.S Serov., AY. Prilepskii // *Int J Mol Sci.*, 2021. Vol. 22. P. 5266.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СКОРОСТИ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ НА КИНЕТИКУ ДИФфуЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ЭКСТРАКЦИИ ИОДА КОМПОЗИЦИЕЙ НА ОСНОВЕ ТБФ

Дроконова А.В., Пономарева П.А.

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

Распределение веществ между несмешивающимися фазами определяется их физико-химическими характеристиками. Экстрагирование из водных растворов различных химических соединений основывается на феномене распределения. Извлечение определяемых компонентов с применением специальных веществ – экстрагентов, называется экстракцией [1].

В качестве экстрагента применяют несмешиваемые с водой органические растворители [2].

В настоящее время, экстракцию используют в промышленности, в целях извлечения иода, именно поэтому данная тема является широко рассматриваемой на сегодняшний день.

Целью нашей работы является изучение влияния на процесс экстракции иода из его водных растворов с экстракционной композицией ТБФ-изооктан при площади соприкосновения фаз $7,07 \text{ см}^2$ изменения частоты перемешивания.

В качестве объектов исследования нами выбран водный раствор иода.

«Суть методологии заключается в приготовлении водного раствора иода с точно известной концентрацией определяемого компонента (279 мг/л) и водным показателем рН (2,5) [3].

В качестве экстракционной композиции для извлечения элементарного иода из водного раствора использовался ТБФ в изооктане в соотношении объема 1:10.

Исследование проводилось при трёх скоростях перемешивания (100 об/мин, 150 об/мин, 200 об/мин), с ограниченной площадью контакта фаз – $7,07 \text{ см}^2$.

Отбор аликвоты происходил в интервале от 2 минут до 60 минут.

Остаточная концентрация иода из водного раствора устанавливалась методом иодометрического титрования с концентрацией раствора тиосульфата натрия – 0,01 н и индикатором – CCl_4 [4].

Таким образом, проведено исследование по определению влияния на процесс экстракции иода из его водных растворов с композицией ТБФ-изооктан, с использованием ячейки Льюиса, изменения частоты перемешивания». Результаты измерений представлены в таблице 1-3.

Таблица – 1 Процесс экстракции с частотой перемешивания 100 об/мин и объемом аликвоты 20 мл.

Время, мин.	2	5	10	15	20	30	40	60
Конц., моль/л	0,0010	0,0010	0,0012	0,0012	0,0013	0,0011	0,0010	0,0010

Таблица – 2 Процесс экстракции с частотой перемешивания 150 об/мин и объемом аликвоты 20 мл.

Время, мин.	2	5	10	15	20	30	40	60
Конц., моль/л	0,0011	0,0011	0,0012	0,0012	0,0011	0,0010	0,0010	0,0010

Таблица – 3 Процесс экстракции с частотой перемешивания 200 об/мин с объемом аликвоты 20 мл.

Время, мин.	2	5	10	15	20	30	40	60
Конц., моль/л	0,0010	0,0011	0,0012	0,0013	0,0012	0,0010	0,0010	0,0009

По результатам измерения были построены зависимости от времени в полулогарифмических координатах, представленные на рисунках 1-3.

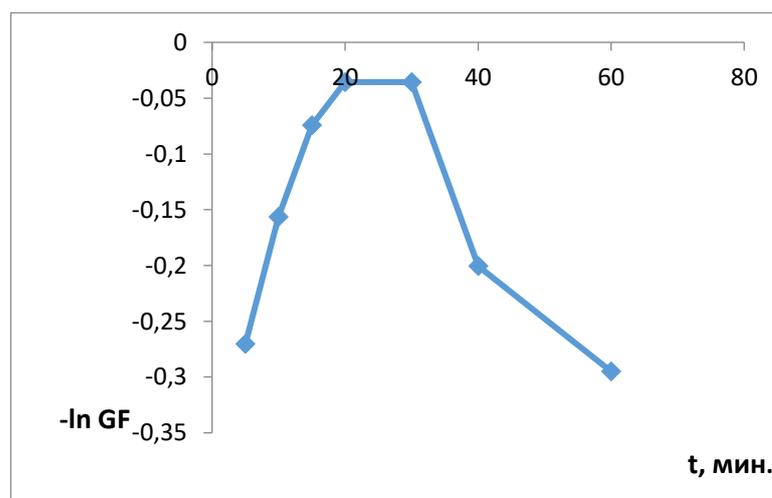


Рисунок 1 – Процесс экстракции при режиме перемешивания 100 об/мин.

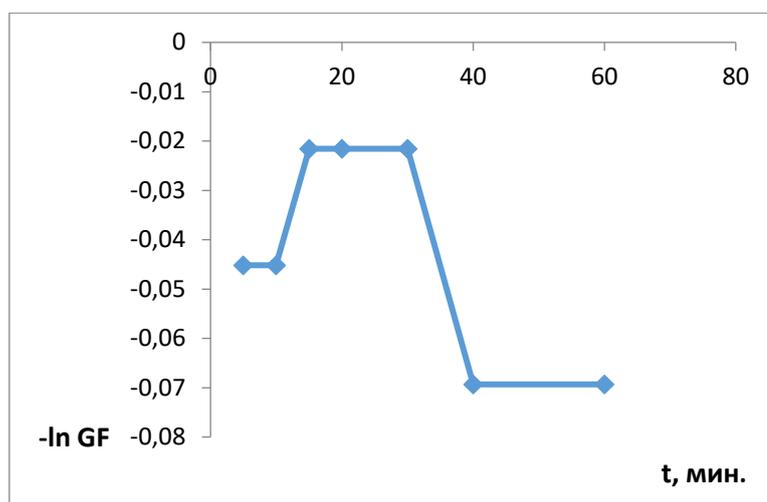


Рисунок 2 – Процесс экстракции при режиме перемешивания 150 об/мин.

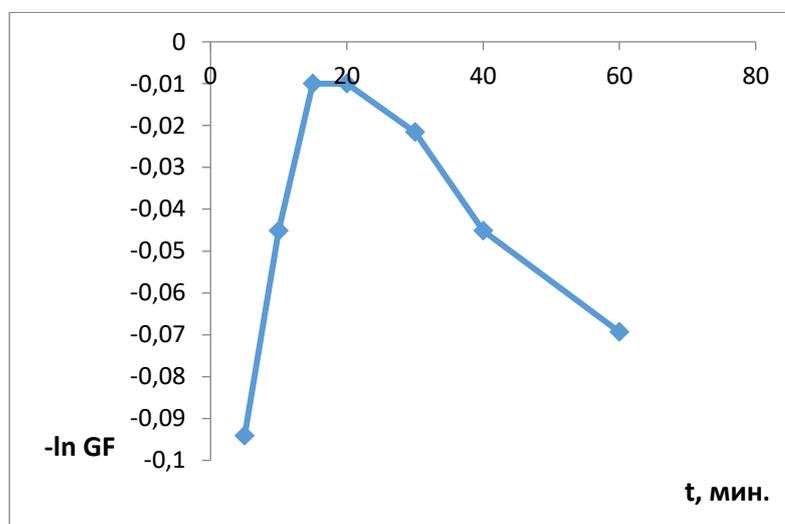


Рисунок 3 – Процесс экстракции при режиме перемешивания 200 об/мин.

Проведя анализ зависимостей, можно сделать следующий вывод:

- характер процесса экстракции меняется в интервале от 15 до 30 мин с момента контакта фаз;
- большое влияние на скорость экстрагирования при площади поверхности контакта фаз – 7,07 см² оказывает частота перемешивания.
- определен механизм экстракции элементарного иода из водных растворов композицией ТБФ-изооктан в диффузионной ячейке. Толщина диффузионного слоя изменяется с увеличением интенсивности перемешивания раствора. Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что скорость процесса экстракции напрямую зависит от скорости диффузии.

Список литературы

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

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

3. Брайнина Х.З., Сапожникова Э.Я. Концентрирование веществ в полярографическом анализе. Определение ионов йода // ЖАХ. 1966. Т.21, Вып.11. С.1342-1347.

4. Кнорре Д. Г., Эмануэль Н. М. Курс химической кинетики. 4-е издание, М.: Высшая школа, 1984. – 463 с.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИОДА

Ершакова Л. В., Степанов А. Д., Пономарева П. А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет»

Иод представляет собой один из важнейших микроэлементов, необходимых человеческому организму. Особенно важно обеспечение его поступления для младенцев, ввиду его активного влияния на развитие мозга ребенка посредством изменения уровня тиреоидных гормонов, основным составляющим компонентом которых и является иод. Иначе говоря, он играет одну из важнейших ролей для функционирования щитовидной железы. Дефицит иода приводит к характерным изменениям гормонального профиля, что в свою очередь вызывает появление затруднений в построении верной последовательности событий нарушения в процессах развития, созревания и функционирования головного мозга.

Таким образом, для функционирования организма без каких-либо патологий уровень иода в организме необходимо поддерживать в пределах нормы, не выходя за границы в сторону избытка либо недостатка. Контроль за уровнем иода в организме, как уже было сказано, несомненно, важен для нормального функционирования и созревания нервных клеток и развития нейронных связей. Так же иод необходим не только для щитовидной железы: он концентрируется в слюнных железах, слизистой оболочке желудка и тонкого кишечника, молочных железах и яичниках, глазах и той части головного мозга, где вырабатывается спинномозговая жидкость. Дефицит иода в любой ткани может вызвать проблемы с этой областью тела и ослабить иммунную систему [3].

По данным Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Оренбургской области на сегодняшний день йододефицитные заболевания являются наиболее распространенными среди населения заболеваниями, относящимися к неинфекционным. Оренбургская область входит в число территорий, с высоким уровнем населения с заболеваниями, вызванных природным недостатком иода.

Знания о структуре воздействия разного уровня содержания иода в организме человека однозначно используются для разработки оптимальных мер реагирования на йоддефицитные заболевания населения, однако формирование адекватных мер профилактики требует не только медицинской и биологической совокупности сведений, но и ставит перед пищевой и фармацевтической промышленностью задачу в увеличении продукции, содержащей иод в своем составе. На данный момент на территории области 43 предприятия выпускают обогащенные иодом пищевые продукты: молочные и хлебобулочные изделия, безалкогольные напитки, яйца и соль¹.

¹ Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Оренбургской области. Профилактика йододефицитных заболеваний [Электронный ресурс]. –

Необходимый иод за исключением морепродуктов, включая морские водоросли, не содержится в большом количестве во многих продуктах питания [12]. Развеивая миф о возможности поддержания достаточного уровня иода с помощью употребления поваренной соли были проведены исследования, показывающие усвоение организмом только 10 % иода, содержащегося в соли [13, 14]. На основании данных исследований в 1833 году было предложено увеличить процент усваиваемой за счет дополнительного йодирования поваренной соли. Лучшей формой дополнительного йода является "зарождающийся иод", или то, что также называют атомарным иодом. Он обладает превосходной абсорбцией благодаря своей молекулярной структуре [15].

Однако помимо пищевой и фармацевтической промышленности иод необходим в металлургии при получении особо чистых металлов; для управления погодой в метрологии; для дезинфекции воздуха в водоподготовке и для обеззараживания в медицине. На сегодняшний день большую популярность в производстве ламп, испускающих свет за счет элемента накала, набирает новое направление разработки ламп, работающих по иодовольфрамовому циклу. Применение иода позволит значительно продлить срок службы обычных ламп накаливания с вольфрамовой спиралью.

На сегодняшний день 99 % известных запасов иода, согласно статистике, располагаются на территориях Японии и Чили, являющимися основными поставщиками его на мировой рынок. Производственные мощности России не позволяют в полной мере покрывать потребности страны. Лидирующим по производству иода федеральным округом Российской Федерации является Южный федеральный округ, в котором за период с 2017 по 2020 год было произведено 98,7 % всех запасов иода в стране. Несмотря на очевидный дефицит иода, его производство снизилось с сентября 2021 года на 25,9 % к уровню сентября прошлого года, что связано с использованием устаревших технологий извлечения иода.

Ввиду неуклонного роста потребности иода [5], поиск наиболее эффективного метода его извлечения из йодсодержащих веществ становится одной из приоритетных задач для химической промышленности.

Из всех способов добычи особо важны те, которые позволяют получать элементарный иод, но также те, результатом процесса которых являются остатки иодидов и иодатов. Целью данного обзора, является систематизация существующих методик получения иода в промышленности, анализ их достоинств и недостатков, а также рассмотрение инновационных способов добычи йода.

Существует несколько классификаций методов извлечения иода:

- 1) По виду извлекаемого соединения различают следующие способы:
 - а) извлечение в виде элементарного иода;
 - б) извлечение в виде соединения

2) По механизму выделения иода из его соединений выделяют:

а) сорбционные методы

б) экстракционные методы

Как уже было описано выше некоторые технологии извлечения иода довольно сильно устарели, к примеру: извлечение иода активированным углем или отдувкой воздухом [4]. У применения данных методик присутствуют довольно существенные недостатки, так для эффективного использования сорбционных методов необходимо использование подходящих сорбентов, эффективных для разбавленных растворов, а отдувка иода создает риск увеличения экологической проблемы газовых выбросов. Таким образом к недостаткам известных методов извлечения иода можно отнести уменьшение скорости сорбции при уменьшении концентрации извлекаемого компонента, что приводит к снижению эффективности извлечения сорбата из растворов с низкой концентрацией.

Иод как химический элемент можно охарактеризовать как элемент, рассеянный в мантии, магмах и породах, образовавшихся из них. В качестве природных источников иода можно использовать морскую и минерализованную воду, однако при выборе морской воды в качестве источника извлечения иода стоит учитывать довольно низкий уровень его содержания и затрудненность накопления иода, вызванную активной деятельностью микроорганизмов. Конечно, его можно найти и в виде минералов, однако они не имеют особой промышленной значимости из-за своей редкости. Оптимальным источником иода являются минерализованные воды, попутно добываемые с нефтяных и газовых месторождений [6].

Главным и наиболее используемыми способами получения иода, является экстракция с помощью четырёххлористого углерода, воздушная десорбция и сорбция с использованием ионообменных смол.

Подробнее рассматривая метод воздушной десорбции, стоит отметить, что упругость паров иода достаточна велика, он не только обладает возможностями возгонки и десублимации, но и способен десорбироваться потоком воздуха над раствором, давление паров над которым всегда присутствует в системе. Давление паров иода над растворами меняется антибатно изменению электрон-донорных свойств элементов в соединении растворителя, в данном случае воды [9]. Диаграмма состояния иода в зависимости от условий представлена на рисунке 1.

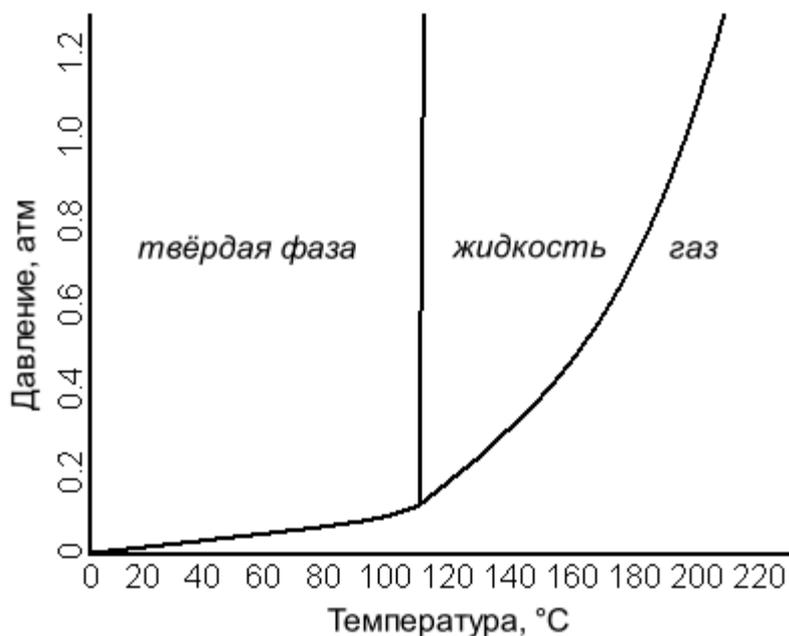


Рисунок 1 – Фазовая диаграмма йода

Для проведения процесса рН раствора уменьшают в пределах от 4 до 6 для уменьшения гидролиза, окисляют иодиды до элементарного иода, а затем проводят десорбцию паров с помощью потоков воздуха. Далее извлекают полученное вещество методами абсорбции химическими компонентами и кристаллизацией [1]. Данный метод применяется наиболее широко, особенно в США, Японии и странах СНГ. Принципиальная схема метода представлена на рисунке 2.

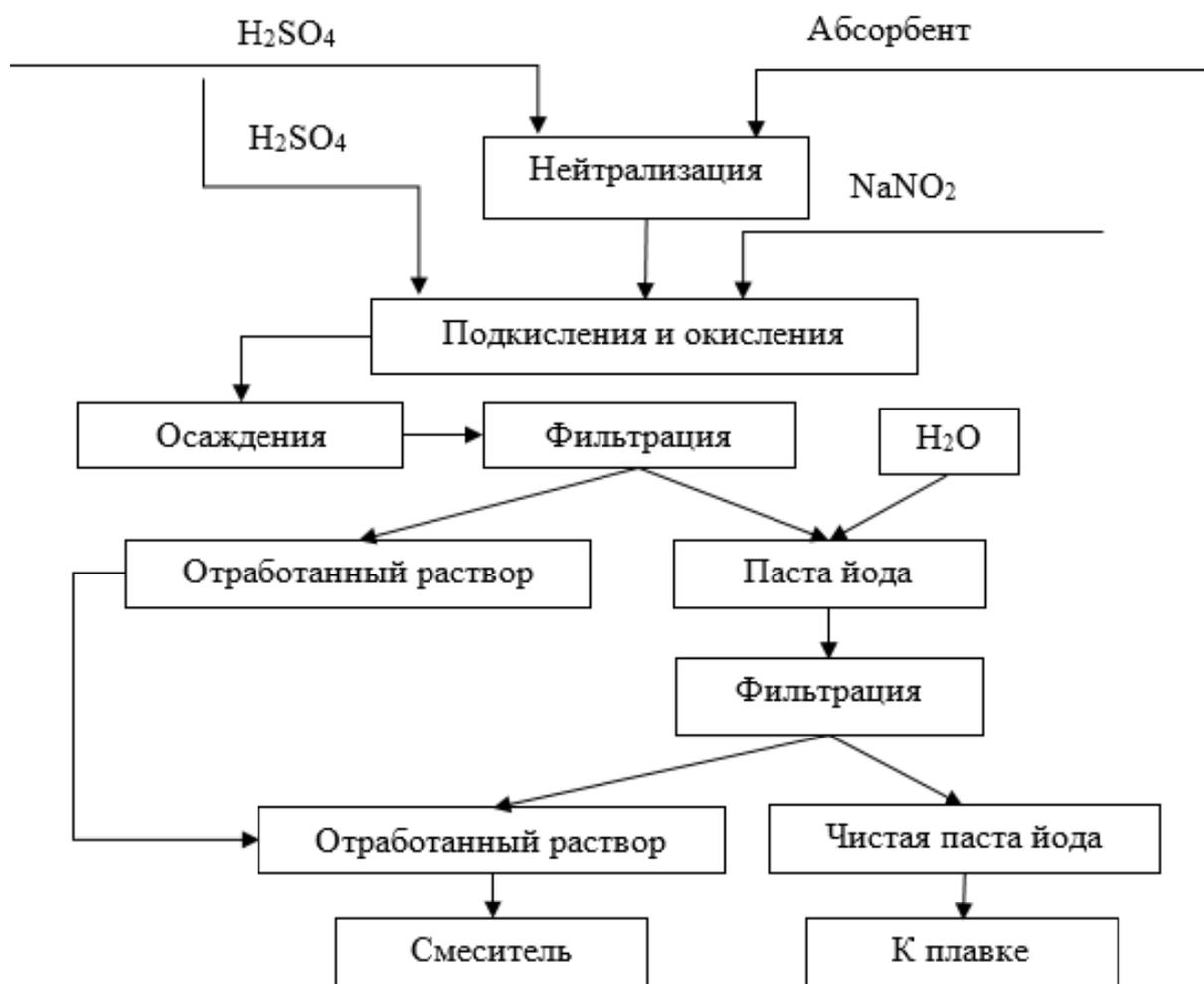


Рисунок 2 – Принципиальная схема метода сорбции иода [10]

Для адсорбции также можно использовать активированные угли, в дальнейшем проводя десорбцию горячей щёлочью. Данный метод возможно включить в технологический процесс используя адсорберы иода, в которых будет происходить фильтрация растворов иода через слой зернистого угля, что делает данный способ низко производительным, громоздким, и крайне трудоёмким [11].

Особым способом сорбции является использование ионообменных смол, обычно применяются смолы АМП и АВ-17-8 [8]. Аппараты, применяемые для данного типа сорбции, имеют более эффективную структуру, чем угольные, за счет чего увеличивается производительность. Выход и степень извлечения продукта довольно высоки, а также существует возможность применения в слабокислой и щелочной среде, в отличие от остальных методов, однако экономическая выгода присутствует только при низкой температуре проведения процесса, так как при повышении выход иода уменьшается.

Если при экстракции использовать смесь реагентов, проявляется особый эффект, который характеризуется повышением коэффициента распределения между двух фаз. [7]. Если же использовать индивидуальные разбавители, что особенно эффективно при извлечении йода, происходит обычное распределение по физическим законам [2]. Лучше всего в данном методе

применять растворители, не взаимодействующие с водой: четырёххлористый углерод, с которым достигается максимальная эффективность процесса.

Основным преимуществом метода экстракции главным образом является возможность извлечения иода даже из очень разбавленных растворов, а также качественное и количественное выделение вещества в чистом виде.

В процессе данного обзора были рассмотрены основные методы извлечения иода в промышленности и в лабораторных условиях, что даёт возможность визуализировать полученные данные в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Достоинства и недостатки методов

Название метода	Достоинства	Недостатки
Воздушно-десорбционный	<ul style="list-style-type: none"> - наиболее широко применяется в промышленности; - экономическая выгода; - малая трудоёмкость; - возможность автоматизации; - компактность оборудования 	<ul style="list-style-type: none"> - зависим от среды пробы; - для работы необходима постоянная подача воздуха
Угольно-адсорбционный	<ul style="list-style-type: none"> - не требуется поток газа; - пассивная безнапорная фильтрация 	<ul style="list-style-type: none"> - низкая производительность; - малая возможность автоматизации; - громоздкость; - трудоёмкость;
Ионнообменный	<ul style="list-style-type: none"> - возможность автоматизации; - возможность использования в любой среде; - компактность; - малая трудоёмкость; - высокое качество продукта 	<ul style="list-style-type: none"> - экономически выгоден только при низкой температуре процесса; - качество зависит от используемых ионитов
Экстрационный	<ul style="list-style-type: none"> - возможность использования даже в очень разбавленных пробах; - возможность подбора условий для проведения процесса в любой среде и температуре; - возможность получения особо чистых реактивов 	<ul style="list-style-type: none"> - применяется в основном в лабораторных условиях; - малая возможность автоматизации; - трудоёмкость; - наукоёмкость

Список литературы

1. Абдуллаев М. Ш., Ахмедов М. И., Омардибиров О. М. Перспективы производства йода из подземных вод в РФ // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. – 2009. – № 55. – С. 195 – 197.
2. Вишнякова, К. Ю. Пономарева П. А. Применение метода изомолярных серий при изучении экстракции йода из водных растворов композицией ТБФ-изооктан // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: Материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием), Оренбург, 04–06 февраля 2015 года. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2015. – С. 1172-1176.
3. Дедов И. И. Результаты эпидемиологических исследований йоддефицитных заболеваний в рамках проекта «Тиромобиль» // Пробл. эндокринол. 2005. – Т. 51 – № 5. – С. 32–36.
4. Кнезенко В. И., Стасиневич Д. С. Химия и технология брома, йода и их соединений. – М.:Химия, 1995, С.7–10.
5. Малкина, С. М., Климушкин А. В. Его величество йод // Инновационная наука. – 2020. – № 1. – С. 92–94.
6. Пономарева, П. А. Возможность применения экстракционного метода при комплексном извлечении йода из пластовых вод // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием), Оренбург, 25–27 января 2021 года, – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2021. – С. 2807–2813.
7. Пономарева, П. А. Равновесие экстракции йода смесью индивидуальных экстрагентов ароматического и алифатического ряда // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием), Оренбург, 25–27 января 2021 года. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2021. – С. 2814–2819.
8. Самтанова Д. Э. Сорбционное извлечение йода и брома из пластовых минерализованных вод при помощи ионнообменных смол // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6
9. Сторонкин А. В., Лилич Л. С. Химия и термодинамика растворов . // Ленинград: Изд-во ЛГУ им. А. А. Жданова, 1964. – 264 с.
10. Умбаров И. А., Тураев Х. Х., Набиев Д. А. Процессы выделений йода из концентратов // Universum: технические науки. – 2019. – №10-2 (67). – С. 48-51.
11. Шилин В. А., Гордиенко А. Б., Шилина А. С., Милинчук В. К. Адсорбция молекулярного йода из газоаэрозольных сред и водных растворов новым типом алюмосиликатного сорбента // Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика. – 2012. – №4. – С. 56–66.
12. Орлин Н. А. Об исследовании йодированной поваренной соли // Успехи современного естествознания. – 2008. – № 6. – С. 154-155.

13. Сметанина, К. А. Целительные свойства йода // Молодой ученый. — 2015. — № 23 (103). — С. 289-291.
14. Delange F., de Benoist B. Risk of ПН after correction of iodine deficiency by iodized salt // Thyroid. - 1999. - №6. - С. 545-556.
15. Roti E, Uberti ED. Iodine excess and hyperthyroidism // Thyroid. - 2001. - №11(5). - С. 493-500.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СОЛЕВОГО ФОНА НА РАВНОВЕСНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЭКСТРАКЦИИ ИОДА КОМПОЗИЦИЕЙ НА ОСНОВЕ ТБФ

Зитханова Е.А. , Пономарева П.А.

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

На сегодняшний день экстракция считается одним из самых ведущих методов разделения и концентрирования элементов, так как он имеет высокую степень извлечения и не требует дорогостоящего и сложного аппаратного оформления[1]. Экстракция является процессом извлечения вещества из раствора с применением подходящего растворителя, который не смешивается с исходным раствором. Одним из самых распространенных и наглядных примеров экстракции органическими растворителями является извлечение молекулярного иода из водного раствора[1-3].

Целью нашей работы является изучение влияния солевого фона на равновесные параметры экстракции иода композицией ТБФ-изооктан.

В качестве объектов исследования нами выбран водный раствор иода.

Сущность метода заключается в приготовлении водного раствора иода, который имеет исходную концентрацию, равную 10,56 моль/л и оптимальное значение рН, которое равно 2.

В качестве экстракционной композиции был использован трибутиловый эфир фосфорной кислоты в изооктане в соотношении 1:10 по объему.

Эксперимент проводился при 5°C и 10°C. Время эксперимента составило 200 минут.

Результаты представлены на рисунках 1 и 2.

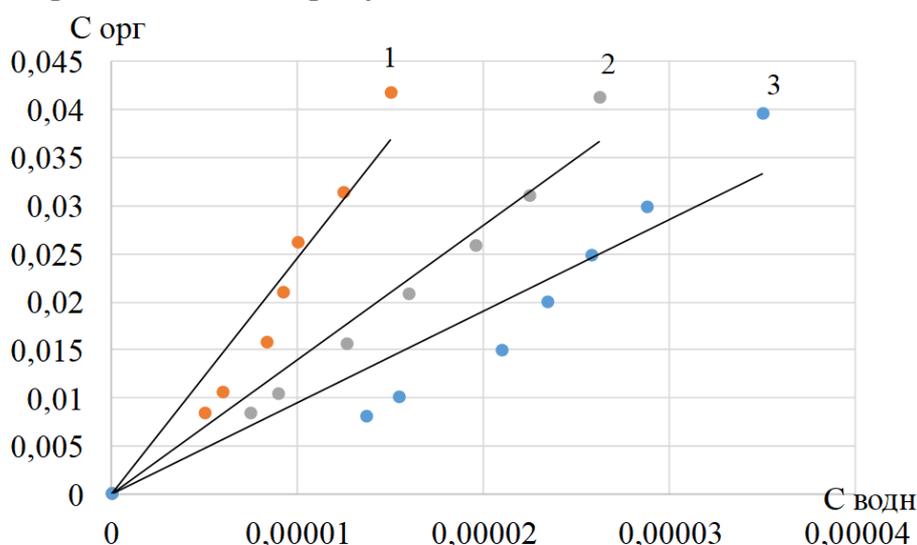


Рисунок 1 – Зависимость концентрации органической фазы от концентрации водной фазы в системе $I_2 - H_2O - \text{ТБФ} - \text{изооктан}$ при 5°C с минерализацией 0 моль/л (1), 0,5 моль/л (2) и 0,75 моль/л (3) соответственно.

Данные зависимости корректно отображаются уравнениями прямой.

Коэффициенты аппроксимации R^2 для данной серии опытов составляют 96 %.

90–

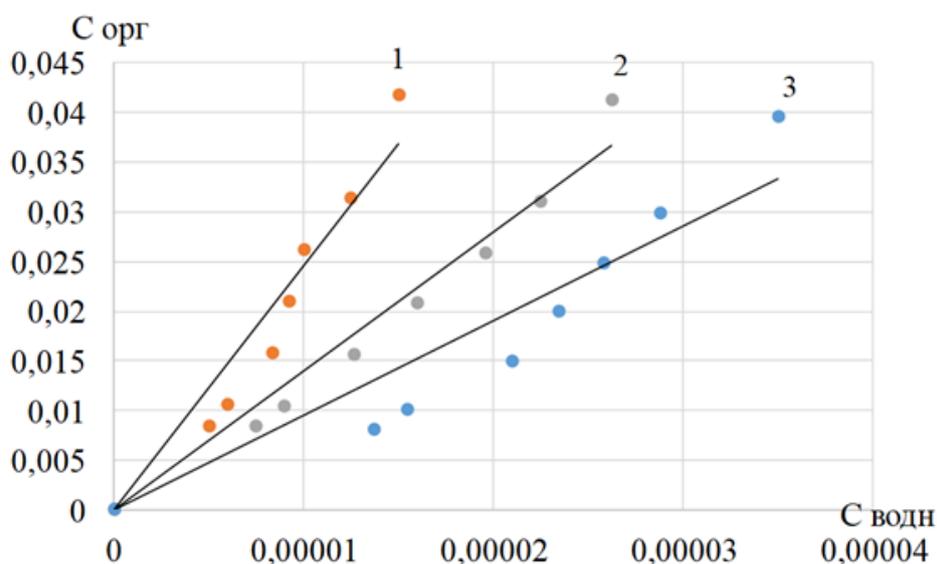


Рисунок 2 – Зависимость концентрации органической фазы от концентрации водной фазы в системе $I_2 - H_2O - TB\Phi - \text{изооктан}$ при $10^\circ C$ с минерализацией 0 моль/л (1), 0,5 моль/л (2) и 0,75 моль/л (3) соответственно.

Данные зависимости также корректно отображаются уравнениями прямой. Коэффициенты аппроксимации R^2 для данной серии опытов составляют 95–98 %.

Линейный вид приведенных изотерм экстракции указывает на постоянство коэффициента распределения и, как правило, свидетельствует о физическом характере извлечения компонента. Наклон полученных зависимостей дает возможность вычислить коэффициент распределения.

Вычисленные физико-химические параметры исследуемого процесса приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические параметры процесса экстракции

$T, ^\circ C$	$C(CI-), \text{ моль/л}$	D	$R, \%$
5	0,00	2271,89	99,13
	0,50	1302,5	98,49
	0,75	851,49	97,71
10	0	2705	99,27
	0,5	1435,74	98,63
	0,75	984,76	98,01

Проанализировав полученные результаты, мы можем сделать следующие предварительные выводы:

- процесс экстракции описывается довольно высокими значениями коэффициента распределения. В зависимости от минерализации исходного модельного раствора иода значения коэффициента распределения меняются в

пределах от 851 до 2271;

- при возрастании минерализации наблюдается понижение значения коэффициента распределения, что указывает на ухудшении экстракции;

- с ростом температуры, в целом по различным показателям минерализации, происходит общее увеличение коэффициента распределения, что еще раз свидетельствует о физическом или диффузионном характере распределения.

Список литературы

1. Кузьмин, Н.М., Золотов, Ю.А. Концентрирование следов элементов / Н.М. Кузьмин, Ю.А. Золотов. -Москва: Наука, 1988. - 268 с.

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

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

УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ К ДЕЙСТВИЮ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Кагарманова Э. Р., Укенов Б. С., канд. биол. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет»

Южный Урал - это зона геохимических аномалий, где все компоненты имеют высокое содержание тяжелых металлов (ТМ) в почве. Геохимическая аномалия - это участок земной поверхности, имеющий повышенное содержание каких-либо химических элементов. По степени опасности ТМ находятся на втором месте. Загрязнение окружающей среды ТМ связано с их обильным применением в промышленном производстве. Из-за несовершенных систем очистки ТМ попадают в окружающую среду и тем самым загрязняют и отравляют её [2].

В растения ТМ поступают через корневую систему из почвы и воздушных потоков. Наиболее пагубным действием ТМ на растения является угнетение их роста, что в первую очередь связано с их влиянием на деление и растяжение клеток. В ряде работ представлено, что бактерии, которые относятся к группам PGPR (plant growth-promoting rhizobacteria, ризобактерии, стимулирующие рост растений) и PGPB (plant growth-promoting bacteria, бактерии, стимулирующие рост растений), могут повысить устойчивость растений к стрессу, вызванному ТМ [6; 7]. Бактерии *Bacillus subtilis* обладают способностью адаптации к изменениям окружающей среды, могут продуцировать биологически активные вещества, которые способствуют образованию устойчивости к различным физическим и химическим факторам (рисунок 1).

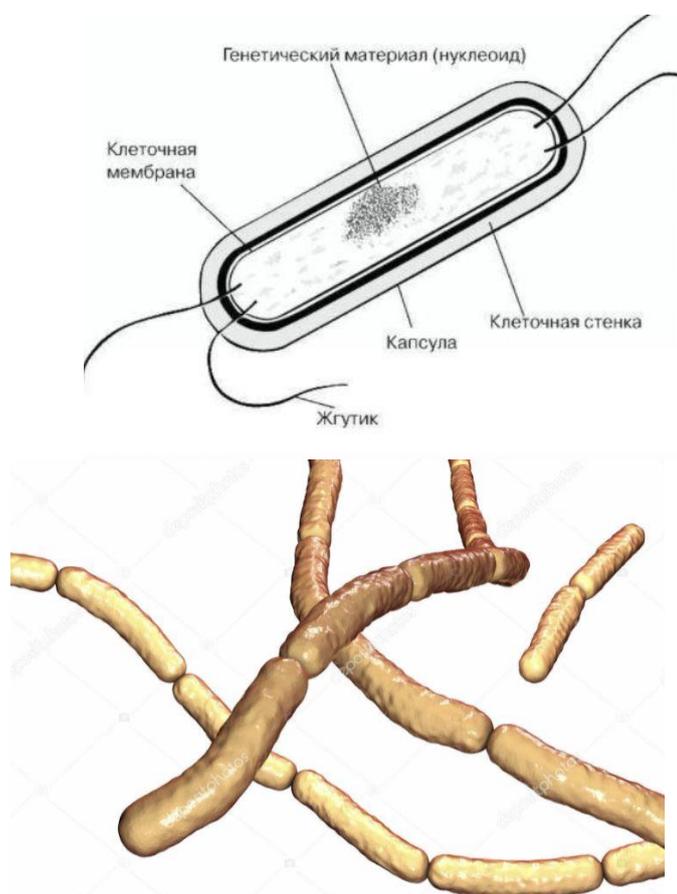


Рисунок 1 - Строение *Bacillus subtilis*

Оренбургская область является одним из ведущих в сельскохозяйственном отношении регионов Урала, основная часть посевов Оренбургской области - твердые сорта пшеницы [5]. В результате применения огромного количества удобрений, ядохимикатов и других веществ происходит загрязнение пахотных почв. Почвы также загрязняются посредством промышленных выбросов [1; 4]. Растения обладают устойчивостью к большому количеству ТМ в почве, но увеличение концентрации до критических значений может привести к негативным последствиям [3].

В рамках исследования были отобраны образцы почвы с пахотных участков на глубине 30 см. В качестве объектов исследования были выбраны пахотные почвы Сакмарского района Оренбургской области и Ишимбайского района дер. Исякаево, которая являлась контрольным образцом. Исследования проводились на растениях пшеницы и горчицы. Перед проращиванием семена растений промывали в мыльной воде, ополаскивали, стерилизовали 96 %-ным этанолом в течение 3 мин, затем трижды ополаскивали в дистиллированной воде. Семена обрабатывали 36-часовой культурой клеток бактерий (штамм B572), выращенной на среде YPD (1 % пептона, 1 % глюкозы, дистиллированная вода), в термостате при 37 °С, а у контрольных растений - обрабатывали дистиллированной водой.

Обработка семян пшеницы и горчицы клетками *B. subtilis* стимулировала рост корней и побегов. Растения пшеницы были более восприимчивы к

инокуляции клетками бактерий, чем семена горчицы. Показатели роста побегов инокулированных бактериями растений пшеницы были больше необработанных, но разница отличалась в зависимости от почвы. Длина побегов инокулированных семян пшениц, выращенных на почве Сакмарского района Оренбургской области, была на 4,4 % больше, чем в контрольной группе. Однако, длина корней показала обратный результат: сумма длин корней у контрольной пшеницы была на 23,8 % больше, чем в экспериментальной группе растений. Длина побегов инокулированных семян горчицы, выращенных на почве Сакмарского района Оренбургской области, была на 5,6 % больше, чем в контрольной группе. Длина корней горчицы экспериментальной группы была на 8,2 % больше, чем в контрольной группе, что связано с фитопатогенностью самой горчицы.

В нашем исследовании было показано, что эндофитная бактерия *V. subtilis* способна повышать устойчивость пшеницы и горчицы к действию ТМ. Разнообразные сельскохозяйственные культуры на инокуляцию исследованными штаммами бацилл могут реагировать по-разному. Это связано с тем, что данные бациллы - типичные представители ризосферы растений пшеницы, которые способны легко колонизировать их корни, образуя вокруг них биопленку. Они продуцируют стимуляторы роста, повышают содержание питательных веществ в доступной для растений форме, подавляют фитопатогенные микроорганизмы. Вероятно, этим можно объяснить более выраженное стимулирующее действие бактерий на проростках пшеницы при росте в почве, в сравнении с проростками горчицы.

Растения пшеницы и горчицы, инокулированные эндофитными бактериями, были более устойчивы к ТМ, чем необработанные растения ($I > 100$). Однако, ростостимулирующий эффект был разным и зависел от количества ТМ в почве: чем выше индекс загрязнения почвы, тем ниже эффективность бактерии.

Список литературы

1. Гусев, Н. Ф. Роль пищевых растений в профилактике заболеваний / Н. Ф. Гусев, О. Н. Немерешина, А. В. Филиппова. - LAP LAMBERT Academic Publishing. Saarbrucken, Deutschland, 2012. - 372 с.
2. Джувеликян, Х. А. Загрязнение почв тяжелыми металлами. Способы контроля и норматирования загрязненных почв : учебно-методическое пособие для вузов / Х. А. Джувеликян, Д. И. Щеглов, Н. С. Горбунова. - Воронеж, 2009. - 21 с.
3. Федорова, Д. Г. Аккумуляция тяжелых металлов в листьях *Sorbus aucuparia* L. в условиях городской среды (на примере г. Оренбурга) / Д. Г. Федорова. - Вестник Нижневартковского государственного университета, 2020. - № 1. - С. 55-60.
4. Немерешина, О. Н. Оценка содержания тяжёлых металлов в тканях *Polygonum aviculare* L. на техногенно загрязнённых территориях / О.

Н. Немерешина, А. А. Шайхутдинова. - Экология и промышленность России, 2012. - С. 46 - 49

5. Филиппова, А. В. О возможности использования осадков бытовых сточных вод для производства безопасной сельскохозяйственной продукции / А. В. Филиппова, А. А. Мелькова. – Оренбург : Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2009. - С. 198 - 201

6. Hao, Y. Mitigative effect of *Bacillus subtilis* QM3 on root morphology and resistance enzyme activity of wheat root under lead stress / Y. Hao, H. Wu, Y. Liu, Q. Hu // *Advances in Microbiology*. - 2015. - Vol. 5. - P. 469 - 478

7. Reed, M. L. E. Growth of canola (*Brassica napus*) in the presence of plant growth-promoting bacteria and either copper or polycyclic aromatic hydrocarbons /M. L. E. Reed, B. R. Glick // *Canadian Journal of Microbiology*. - 2005. - Vol. 51(12). - P. 1061-1069

КАЛЬЦИЙСОДЕРЖАЩИЕ ПРЕПАРАТЫ В КОРМЛЕНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПТИЦЫ

¹ Казаев К.А., ² Сальникова Е.В., д-р биол. наук, канд. хим. наук, доцент
^{1,2} Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет»
¹ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН, г.Оренбург

Кальций – один из наиболее важных химических элементов в рационе сельскохозяйственной птицы. Он необходим для формирования костной ткани на этапе активного роста цыплят, имеет важное значение в функционировании сердечной и нервной тканей, является одним из звеньев биохимии иммунной системы, участвует в регуляции репродуктивных функций птицы, оказывает большое влияние на активность в крови широкого спектра соединений: ферментов, эритроцитов, гемоглобина, фосфора [1].

В рацион сельскохозяйственной птицы кальций наиболее часто вносят в форме известняка. В нем содержание CaCO_3 варьируется от 28 до 37 % [2]. Использование данной формы источника кальция выгодно малой стоимостью сырья и большим количеством его месторождений. К примеру, авторы источника [3] пришли к заключению, что использование местных известняков (Каратаганское месторождение, содержание CaCO_3 от 33,5 до 37,4 %) позволило повысить сохранность поголовья бройлеров на 2 %, яйценоскость несушек на 6,4 %; при этом стало возможным снизить затраты на 5,8 %.

Устричная скорлупа наряду с яичной скорлупой также являются частыми формами, применяемыми в кормлении сельскохозяйственной птицы, причем зачастую их вносят в рацион в экструдированном виде, поскольку это облегчает усвояемость продуктов пищеварительной системой птицы. Согласно источнику [4] использование 8 % экструдированной яичной скорлупы по сравнению с 4 и 8 % известняка и 4 и 8 % устричной раковины имеет наибольшую чистую прибыльность и наиболее низкие производственные затраты на фермерских предприятиях.

Современное кормопроизводство активно использует фосфорсодержащие препараты в совокупности с кальцием, так как в биохимических процессах (кальциево-фосфорный обмен) эти два элемента чрезвычайно взаимосвязаны. Фосфор является структурным элементов костной системы птиц, наряду с кальцием участвует в формировании и росте цыплят, имеет важное значение как катализатор и составная часть АТФ и АМФ [5].

Монокальцийфосфат с химической формулой $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ содержит 16 % кальция (зависит от способа производства). Эта добавка в данный момент преобладает на рынке кормовых премиксов, способствует сбалансированию рационов кур-несушек по Са и Р. Использование данного премикса дает возможность увеличить массу птицы на 6-15 % по сравнению с контрольной группой [6].

Дикальцийфосфат с химической формулой $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ активно используется при выращивании мясной птицы и использование его в составе комбикорма дает прирост массы птиц на 5,8 %, что является значимым результатом [7].

Перспективным является использование в качестве премикса пероксида кальция CaO_2 , поскольку мясо откормленных таким образом бройлеров отличается лучшими потребительскими характеристиками. В частности, повышается удельное содержание аминокислот в мясе: аспарагиновая кислота на 1,48 %, глутаминовая кислота на 0,99 %, пролин на 5,31 %, аланин на 5,34 %, валин на 4,39 %, изолейцин на 5,25 %, лейцин на 2,92 %, гистидин на 3,60 % [8].

В построении костной ткани в первые недели жизни цыплят чрезвычайно важную роль играет комбинация микроэлементов кальций-марганец. Кальций в правильной пропорции отвечает за прочность костной ткани, при этом марганец регулирует формирование органической матрицы. Марганец также способствует отложению кальция в костной ткани. Источник [9] указывает на положительный опыт применения комбинации кофакторов минерального обмена (цитрата марганца и кальция) с увеличением массы птиц опытных групп до 16 % по сравнению с контрольной группой.

Использование многовековых донных отложений (сапропелей) с высоким содержанием солей кальция, железа и фосфора, а также углеводов, витаминов, каротиноидов и многих ферментов, позволяет, практически не вкладывая денежных средств, получить большой прирост по большинству морфологических показателей цыплят и взрослых птиц. Например, авторы работы [10] установили, что модернизированный наноразмерный сапропель в зависимости от дозы в корме способен повысить живую массу цыплят бройлеров до 29,9 %, при этом улучшаются биохимические показатели крови: содержание неорганического фосфора повышается до 10,5 %, а общего кальция до 21,4 %. Адсорбционные свойства этого материала полезны и извлечением из ЖКТ птицы таких опасных металлов, как кадмий и свинец.

Биологически активные добавки, полученные с помощью последних достижений нанотехнологической отрасли, также предоставляют широкие возможности для улучшения показателей поголовья. Например, согласно источнику [11], использование механоактивированной формы глюконата кальция в рационе бройлеров позволило повысить яичную продуктивность на 4,2-8,0 % по сравнению с контролем. При этом затраты корма (на 10 яиц) удалось снизить на 4,1-7,0 %, а затраты на производство 1 кг яичной массы в среднем до 5,15 %.

Поиск и разработка новых источников кальция, ускоряющих рост и повышающих продуктивность сельскохозяйственной птицы идут уже давно, но очевидно, что будущее за высокотехнологичными органическими высокоэнергетическими формами доступного кальция. Также имеет потенциал использование недорогих полимерных подложек, например, лигнина, что

позволяет более успешно регулировать поступление функциональных элементов без вреда для ЖКТ сельскохозяйственной птицы, а также позволяет повысить рентабельность фермерского хозяйства.

Список литературы

1. Вертипрахов, В.Г. Биохимические и морфологические показатели крови цыплят-бройлеров при разном уровне кальция в рационе / В.Г. Вертипрахов, А.А. Грозина, Н.В. Овчинникова, М.В. Кощеева // Птицеводство. – 2020. – № 5-6. – С. 57-62.

2. Набоков, З.И. Хороший источник кальция и фосфора / З.И. Набоков, М.Х. Хаткова // Эффективное животноводство. – 2017. – № 3(133). – С. 22-23.

3. Эргашев, Д.Д. Эффективность использования местного известняка в рационе яичных кур / Д.Д. Эргашев, Ш.Э. Базаров, Ф.С. Амиршоев // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2017. – № 2(42). – С. 50-53.

4. Islam, MA, Nishibori, M. Use of extruded eggshell as a calcium source substituting limestone or oyster shell in the diet of laying hens. // Vet Med Sci. – 2021 Sep; 7(5):1948-1958. – 2021 May 25.

5. Егоров, И.А. Использование дефторированного фосфата и монокальцийфосфата в комбикормах для цыплят-бройлеров и кур-несушек / И.А. Егоров, Е.Н. Андрианова, Е.Н. Григорьева // Птицеводство. – 2020. – № 4. – С. 27-32.

6. Герасимова, В.М. Кормовая добавка - монокальцийфосфат / В.М. Герасимова, А.А. Румянцева, К.А. Максимова // Modern Science. – 2020. – № 12-3. – С. 38-41.

7. Андрианова, Е.Н. Кормовые фосфаты отечественного производства в кормлении цыплят-бройлеров / Е.Н. Андрианова, И.А. Егоров, Л.М. Присяжная [и др.] // Птицеводство. – 2016. – № 3. – С. 20-23.

8. Преображенская, С.М. Ветеринарно- санитарная оценка применения пероксидов при откорме цыплят-бройлеров / С.М. Преображенская, И.Г. Серегин // Мясная индустрия. – 2007. – № 8. – С. 64-67.

9. Иванов, А.А. Рост, развитие и формирование скелета цыплят-бройлеров при включении в рацион кофакторов минерального обмена / А.А. Иванов, А.Н. Ильяшенко // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2011. – № 4. – С. 114-130.

10. Семакина, Е.В. Разработка и использование инновационной наноразмерной кормовой добавки на основе органо-минерального сапропеля / Е.В. Семакина, Д.В. Ежкова, В.О. Ежков // Фундаментальные и прикладные проблемы повышения продуктивности животных и конкурентоспособности продукции животноводства в современных экономических условиях АПК РФ : Материалы Международной научно-практической конференции, Ульяновск, 12–15 января 2015 года. – Ульяновск: Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия им. П.А. Столыпина, 2015. – С. 297-300.

11. Ковалевский, В.В. Интенсификация производства инкубационного яйца и мяса цыплят-бройлеров при использовании механоактивированного кальция глюконата: специальность 06.02.08 "Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов": автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Ковалевский Виктор Владимирович. – Кинель, 2013. – 16 с.

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЦВЕТОВЫХ ПАРАМЕТРОВ В КАЧЕСТВЕ МЕТОК ПРИ АНАЛИЗЕ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В ГЛИНАХ

Каныгина О.Н., д-р физ.-мат. наук, профессор,
Кушнарева О.П.

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

Введение

Оценка цветовых характеристик оптических изображений позволяет получить дополнительную информацию о структуре и свойствах исследуемых образцов, а также выявить отклики на внешнее воздействие, потому, как метод является простым, наглядным и неразрушающим

Изучение колориметрических параметров изображений позволяет определять визуальные цветовые различия между образцами через составляющие аддитивной цветовой модели RGB (R – red (красный), G – green (зеленый), B – blue (голубой)). Благодаря методу RGB-оценки можно учесть структурные различия как в отдельных зонах образца, так и внутри них. Метод колориметрической градации способен дать информацию о положении границ фронтов фазовых или структурных превращений материалов. RGB-система позволяет точно идентифицировать цвет по значениям цветовых координат и определить количество каждой составляющей колориметрической системы в составе рассматриваемого цвета [1]. Цветовые характеристики успешно применялись авторами [2] при исследовании структурных превращений в природных глинах и глинистых минералах, протекающих при внешних воздействиях, в том числе и воздействии СВЧ-полей.

Микроволновое излучение (СВЧ-поле) является одним из эффективных способов воздействия на неметаллические материалы на структурном уровне, при котором осуществляется преобразование энергии микроволнового электромагнитного поля в тепловую форму, что отражено в большом числе публикаций, например, [3].

В современной колориметрии действует несколько цветовых моделей различной целевой направленности. К задачам структурных исследований наиболее пригодны модели XYZ и $L^*a^*b^*$. В пространстве CIE L^*a^*b , величина L обозначает яркость (luminosity), a - величину красно-зеленой составляющей, a^*b - величину желто-синей составляющей. Таким образом, Lab — это аббревиатура названия двух цветовых пространств - CIELAB (CIE 1976 L^*a^*b) и Hunter Lab (Hunter L, a, b). Цветовая модель CIE L^*a^*b в настоящее время является международным стандартом.

Изображение в цветовой модели RGB состоит из трех каналов: синего (B), красного (R) и зеленого (G). При смешении всех трех цветовых компонентов получается белый цвет (W_{ISO}). К белому относят объекты со значениями индекса белизны $W_{ISO} > 40$. Варианты этого цветового пространства отличаются

оттенками основных цветов, цветовой температурой, разными показателями гамма-коррекции. Сумма трех основных цветовых составляющих при максимальной насыщенности дает белый цвет и принята за единицу.

Целью настоящей работы является изучение возможности использования цветовых характеристик глинистых минералов в качестве дополнительной научной информации при анализе мезоструктурных трансформаций в полиминеральной глине, подвергнутой обработке в СВЧ-поле.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследования были выбраны природные глины Оренбургской области, различающиеся минеральными составами: монтмориллонитовая а (М) и полиминеральная глина с высоким содержанием оксидов железа (К). Химический состав глин представлен в работах [4,5].

Для каждого вида глин методом ситового анализа получены по две фракции с размером частиц D_1 (от 630 до 160 мкм) и D_2 (менее 160 мкм).

Для полиминеральной (К) глины, кроме того, была проведена магнитная сепарация и выделена фракция, содержащая магнитные компоненты (ПМ).

Источником микроволнового поля служил магнетрон. Пробы образцов – порошки массой 40 г, рассыпанные в фарфоровые чашки, подвергали микроволновому облучению (частота 2.45 ГГц, мощность 700 Вт) в течение 600 с. Образцы помещали на вращающуюся пластину для усреднения условий нагрева.

Оценку цветовых параметров Red, Green, Blue, коэффициентов отражения белизны и желтизны проводили по оптическим изображениям методами колориметрической градации. Изображения поверхностей получали с помощью типового микроскопа с цифровым окуляром высокого разрешения в диапазоне увеличений от 10 до 1000 крат. Значения Red, Green, Blue определяли с помощью программы ImageJ, находящейся в свободном доступе. Коэффициенты белизны и желтизны оценивали по формулам (1) и (2) соответственно в соответствии с методиками по ГОСТ [6,7,8]:

$$W_{ISO} = 100 - Y_1 \quad (1)$$

$$Y_1 = R - B \quad (2)$$

где R и B – коэффициенты отражения поверхности исследуемой пробы в красной и синей областях спектра, в процентах.

Коэффициенты отражения (K_O) оценивали по формуле (3):

$$R_0 = (R + G + B)/3 \quad (3)$$

Результаты эксперимента и их обсуждение

Изображения частиц полиминеральной глины до и после СВЧ-воздействия показаны в таблице 1 при увеличении для частиц фракции $D_1 - 25$, для $D_2 - 35$.

Таблица 1 – Изображения частиц полиминеральной глины двух фракций до и после СВЧ-воздействия.

		исходная	Магнитная примесь	Глина без магнитных примесей
1	Б ез СВЧ- воздейс твия			
	П осле СВЧ- воздейс твия			
2	Б ез СВЧ- воздейс твия			
	П осле СВЧ- воздейс твия			

После обработки полученных изображений с помощью программы ImageJ, были рассчитаны значения цветовых параметров RGB и коэффициента отражения (КО) образцов полиминеральной глины для фракций с размером

частиц D_1 (от 630 до 160 мкм) и D_2 (менее 160 мкм). Значения RGB параметров представлены в таблице 2, они выражены в процентах; значения коэффициентов отражения показаны в таблице 3.

Таблица 2 – Значения параметров RGB для образцов полиминеральной глины. %

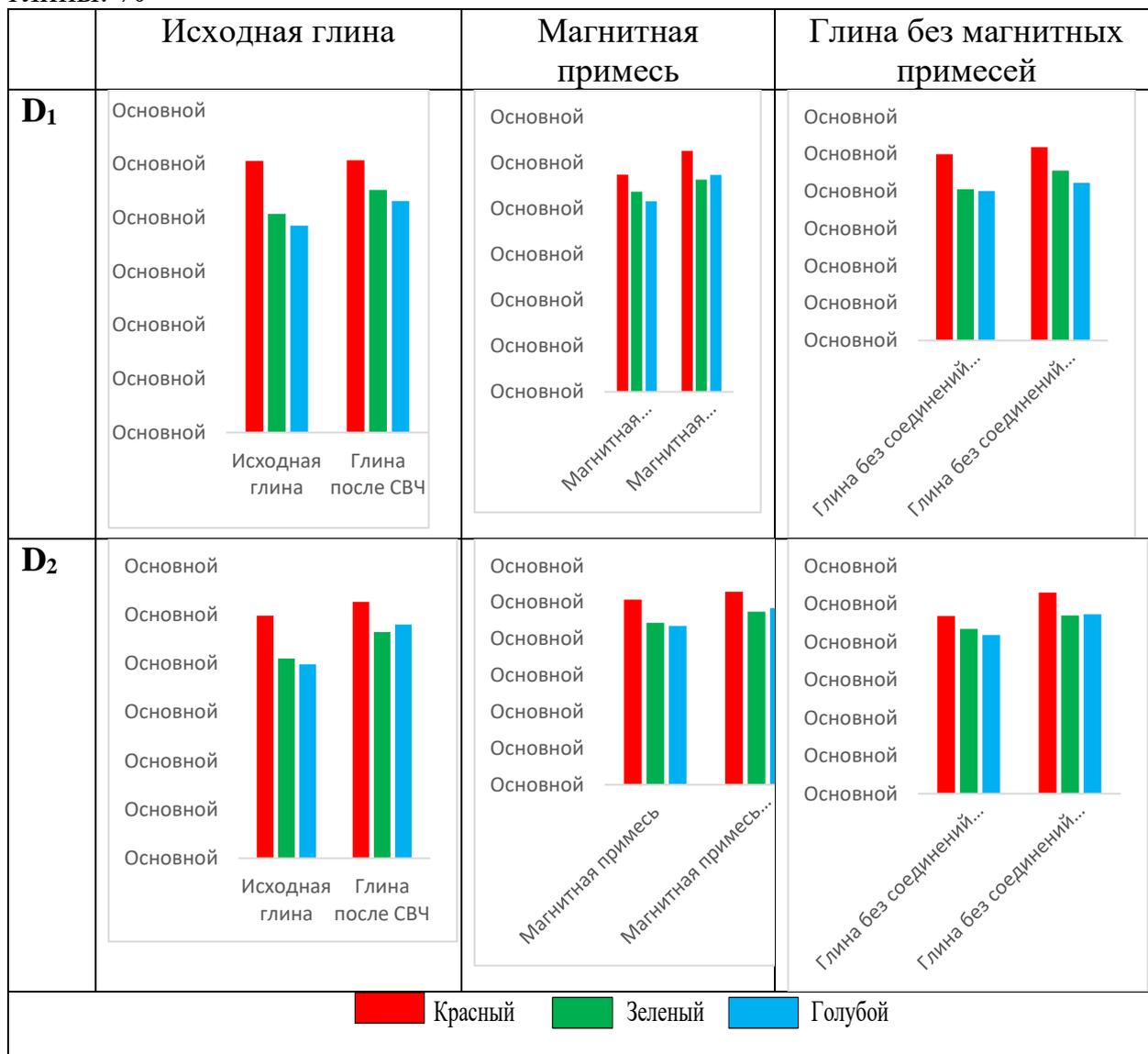


Таблица 3 – Значения коэффициентов отражения для образцов полиминеральной глины

	Коэффициент отражения, %					
	Без СВЧ-воздействия			После СВЧ-обработки		
	Исходный образец	Магнитная примесь	Глина после удаления магнитных примесей	Исходный образец	Магнитная примесь	Глина после удаления магнитных примесей
D₁	41	45	44	47	51	48
D₂	43	47	45	52	55	53

По данным результатам колориметрического анализа для обеих фракций глин во всех случаях преобладает красный цвет (это гематит Fe_2O_3). Однако после магнитной сепарации разница между красным и двумя другими цветами сокращается (для зеленого параметра на 32%, а для синего параметра еще более существенно – на 50%), что связано с относительным уменьшением содержания гематита. Этот факт может быть использован в качестве контроля процесса магнитной сепарации.

После СВЧ-обработки значения красного компонента возросли. По изображениям глины тоже видно, что порошки приобрели кирпично-красный цвет, частицы глины уплотнились, порошки стали более однородными. Очевидно, в СВЧ-поле прошли полиморфные превращения, часть магнетита превратилась в гематит, частицы красного цвета. Особенно это заметно для фракций $d \leq 160$ мкм, для глины, прошедшей магнитную сепарацию это повышение составило более 13%. Можно сделать вывод, что чем меньше размер частиц, тем больше интенсивность мезоструктурных (полиморфных) изменений. Это согласуется с опубликованными ранее результатами [3]. В данном случае красный компонент можно использовать как экспресс-маркер для установления факта морфологических и полиморфных превращений в глине.

Коэффициенты отражения для всех образцов, независимо от размера, до СВЧ-воздействия имеют близкие значения (около 45%), чуть более высокий этот показатель для магнитных компонентов, выделенных из мелкой фракции. СВЧ-обработка привела к росту значений КО для всех образцов, но для мелкой фракции увеличение более выражено (например, для фракции D_1 значения КО после СВЧ-обработки стали на 5% больше, для фракции D_2 – на 8%). Очевидно, что для фиксации фактов микроструктурных превращений значения КО могут быть использованы в качестве меток.

Изображения образцов монтмориллонитовой глины до и после СВЧ-воздействия представлены в таблице 4 при увеличении для частиц фракции D_1 – 25, для D_2 – 35. Микроволновая обработка для монтмориллонитовой глины проводилась в течение 3 и 10 минут.

Таблица 4 – Изображение образцов монтмориллонитовой глины до и после СВЧ – воздействия

СВЧ- воздействие, мин	D ₁	D ₂
0		
3		
10		

Видна разница между полученными фотографиями для двух фракций. В крупнодисперсной фракции D₁ частицы имеют преимущественно осколочную форму, в пробах с частицами D₂ наблюдаются агломераты частиц, строение которых зависит от режима обработки порошка в СВЧ-поле. Самые мелкие агломераты наблюдаются в исходных порошках. С увеличением времени воздействия СВЧ поля агломераты стали более однородными по размерам.

Изображения монтмориллонитовой глины также обработаны с помощью программы ImageJ, были рассчитаны значения цветовых параметров RGB и коэффициента отражения (КО) для фракций с размером частиц D₁ (от 630 до 160 мкм) и D₂ (менее 160 мкм). На рисунке 1 значения КО показаны диаграммой.

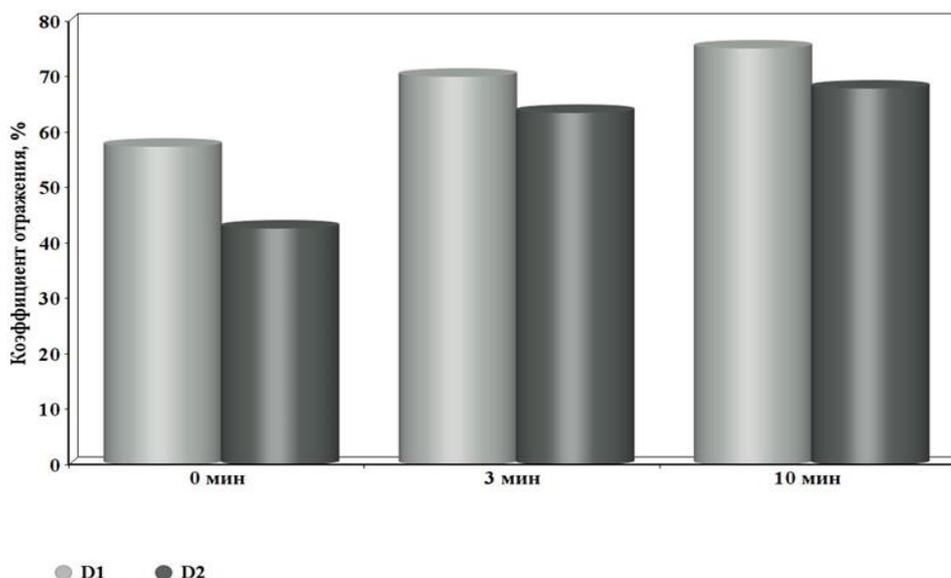


Рисунок 1 – Значения КО для двух фракций при СВЧ – воздействии

Можно сделать вывод, что чем меньше размер частиц, тем больше интенсивность структурных изменений.

Увеличение дисперсности порошков примерно в 5 раз привело к снижению значений КО почти на 15%. Влияние СВЧ-поля проявилось в увеличении значений коэффициентов отражения: для фракции D₁ – на 12,6 и 17,7%, для фракции D₂ - на 20,8 и 25,3% соответственно. Очевидно, увеличение удельной поверхности частиц мелкодисперсной фазы является эффективным фактором воздействия СВЧ-поля на мезоструктуру. Коэффициент отражения может служить своеобразной меткой при анализе воздействия СВЧ- поля на мезоструктуру монтмориллонит содержащей глины, чувствительность которой растет с увеличением диспергирования частиц.

В таблице 5 приведены вариации значений цветовых параметров для монтмориллонитовой глины.

Таблица 5 – Изменения цветовых параметров для образцов монтмориллонитовой глины при СВЧ-воздействии

СВЧ- воздействие, мин	Red,%		Green,%		Blue,%	
	D ₁	D ₂	D ₁	D ₂	D ₁	D ₂
0	57,6	43,2	58,1	44,7	56,9	40,1
3	70,1	64,2	70,7	65,2	69,4	61,0
10	75,4	68,3	75,4	68,7	74,8	67,1

Если коэффициент отражения при уменьшении размеров частиц существенно снижался, то различия в значениях цветовых параметров практически одинаковы как внутри каждой фракции, так и после воздействия СВЧ-поля. Близкие значения красного, зеленого и голубого компонентов придают порошкам серые тона, поэтому они неэффективны в качестве меток для анализа структурных превращений монтмориллонитовой глины.

Сравнивая изменения колориметрических параметров для глин, имеющих существенные отличия по химическому составу, можно сделать вывод о том, что в качестве показателя, отражающего структурные и фазовые изменения в этих глинах, происходящие при СВЧ-воздействии, для полиминеральной глины можно использовать изменение RGB-параметров, а для монтмориллонит содержащей глины – коэффициентов отражения КО.

Установленная взаимосвязь между величинами цветовых характеристик и структурными трансформациями может служить источником дополнительной информации о влиянии СВЧ-воздействия на глинистые минералы. К достоинствам колориметрического анализа следует отнести и то, что данный метод отличается простотой аппаратного оформления, экспрессностью, возможностью визуального детектирования и хорошей воспроизводимостью.

Список литературы

1. Иванов Д.В., Алгоритмические основы растровой машинной графики/ Иванов Д.В., Карпов А.С., Кузьмин Е.П., Лемпицкий В.С., Хропов А.А.// БИНОМ. Лаборатория знаний, Интернет-университет информационных технологий - ИНТУИТ.ру, 2007.

2. Четверикова А.Г., Каныгина О.Н. Метод колориметрической градации в RGB-пространстве как способ регистрации структурных изменений в керамическом материале // Измерительная техника. 2016. № 6. С. 44–47.

3. Каныгина, О. Н. Фазовые превращения в природной глине, обусловленные воздействием микроволнового излучения в воздушной и влажной средах / Каныгина О. Н., Филяк М. М., Четверикова А. Г. // Неорганические материалы, 2018. - Т. 54, № 9. - С. 955-960. .

4. Кушнарева, О. П. Спекание керамики из природных глин Оренбуржья // Кушнарева О. П., Анисина И. Н., Каныгина О. Н. // Университетский комплекс как региональный центр развития образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф., 31 янв.-2 февр. 2018 г. / М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. дан. - Оренбург: ОГУ, 2018. - . - С. 2551-2556

5. Структурно-морфологические особенности монтмориллонита, обработанного высокочастотным микроволновым полем. // А.Г. Четверикова, О. Н. Каныгина, М.М. Филяк, С.А. Огерчук// Физика и химия обработки материалов. 2019, №3.С.5-12.

6. ГОСТ 13068-67. Колориметрия. Термины, буквенные обозначения. - Введ. 1968 – 01 – 01. – М.: Изд-во стандартов, 1967. – 15 с.

7. ГОСТ 16873-92. Пигменты и наполнители неорганические. Методы определения цвета и белизны. – Введ. 1993-07-01. - Москва: Стандартинформ, 2007. – 8 с.

8. ГОСТ 26066–83. Каолин обогатённый. Метод определения желтизны. – Введ. 1983-12-28. - Москва: Изд-во стандартов, 1984. – 5 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВСПЫШКИ МОТОРНЫХ МАСЕЛ В ОТКРЫТОМ ТИГЛЕ ПО ГОСТ 4333-87

**Кораблева С.С., Левенец Т.В., канд.хим.наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет»**

Температурой вспышки нефтепродукта называется температура, при которой пары нефтепродукта, нагреваемого в строго определенных условиях, образуют с окружающим воздухом смесь, вспыхивающую при поднесении к ней пламени.

Температура вспышки характеризуется качеством используемого сырья и нефтепродукта, служит для определения марки испытуемого нефтепродукта, характеризует фракционный состав, указывая на наличие или отсутствие в маслах легких фракций. Это самая низкая температура, при которой пары нагреваемого моторного масла при определенных условиях образуют смесь с воздухом, взрывающуюся при поднесении пламени (первая вспышка). При температуре вспышки моторное масло еще не воспламеняется.

Если в моторных маслах присутствуют легкие испаряющиеся продукты (низкая температура вспышки), то это является причиной большого угара масла, т.е. причиной значительных потерь масла от испарения при их работе в области высоких температур.

Для выбора моторного масла следует знать, что чем ниже его температура вспышки, тем интенсивнее оно испаряется и сгорает на высокотемпературных поверхностях, и загрязняет двигатель продуктами горения, такими как зола, сажа и т.д. Более качественным является моторное масло, имеющее более высокое значение температуры вспышки. У современных моторных масел температура вспышки превышает 200 °С, обычно она равна 210–230 °С и выше.

Целью нашей работы является определение температуры вспышки в открытом тигле моторных масел Лукойл, Shell, Rolf и сравнение полученных значений с заявленной производителем и паспортом безопасности [2-10].

В качестве объектов исследования нами выбраны масла синтетические: Лукойл 5W-40, Shell 5W-40, Rolf 5W-40; полусинтетические: Лукойл 10W-40, Shell Helix 10W-40, Shell Motor Oil 10W-40, Rolf 10W-40; минеральные: Лукойл 15W-40, Rolf 15W-40.

Выбранные виды масел были исследованы в лаборатории.

Сущность метода заключается в нагревании пробы нефтепродукта в открытом тигле с установленной скоростью до тех пор, пока не произойдет вспышка паром (температура вспышки) нефтепродукта над его поверхностью от зажигательного устройства [1].

В ходе работы получены результаты, представленные в таблице 1:

Таблица 1 – Результаты определения температуры вспышки линейки моторных масел Лукойл, Shell, Rolf.

№	Моторное масло	Температура вспышки (экспериментальная), °С	Температура вспышки (заявленная производителем), °С	Температура вспышки (паспорт качества), °С
1	Лукойл 5W-40	235	225	225
2	Лукойл 10W-40	223	214	214
3	Лукойл 15W-40	228	221	221
4	Shell 5W-40	242	237	237
5	Shell Helix 10W-40	220	215	215
6	Shell Motor Oil 10W-40	210	211	211
7	Rolf 5W-40	235	230	230
8	Rolf 10W-40	235	228	228
9	Rolf 15W-40	224	221	221

Два результата испытаний, полученные в двух разных лабораториях, признаются достоверными (с 95%-ной доверительной вероятностью), если расхождение между ними не превышает 16 °С.

Таким образом, определение температуры вспышки линейки моторных масел Лукойл, Shell, Rolf совпадают с температурой вспышки, заявленной производителями и соответствует значениям, представленным в паспортах безопасности исследуемых образцов. Для определения качества выбранных нефтепродуктов необходимо изучение других свойств, что определяет перспективность данного исследования.

Список литературы

1. Кунавина Е. А., Кочулева Т. Р. Анализ нефти и нефтепродуктов: учеб. пособие – Оренбург: 2018г.
2. Паспорт Безопасности Вещества. Директива 1907/2006/ЕС Helix HX8 Synthetic 5W-40. Версия 1.2; Дата Ревизии 13.10.2015. Дата печати 15.10.2015.
3. Паспорт Безопасности вещества (материала) Helix HX7 10W-40 Редакция документа 1.2; Дата вступления в силу 30.04.2013. Паспорт безопасности вещества (материала) согласно директиве ЕС 2001/58/ЕС.
4. Паспорт Безопасности Shell Motor Oil 10W-40 Версия 1.1; Дата Ревизии 10.12.2018. Дата печати 11.12.2018
5. Техническое описание продукта Лукойл Люкс Синтетическое 5W-40 [Электронный ресурс] / ООО «ЛЛК-Интернешнл». – Москва, 2020. – Режим доступа: https://catalog.lukoilmasla.ru/u/product_document_file/4365/tds_327_1_ru_s_lukoil_luxe_sinteticheskoe_5w-40_17.03.2020.pdf. – 29.12.2021.
6. Техническое описание продукта Лукойл Люкс 10W-40 [Электронный ресурс] / ООО «ЛЛК-Интернешнл». – Москва, 2020. – Режим доступа:

https://catalog.lukoilmasla.ru/u/product_document_file/4367/tds_762_1_rus_lukoil_luxe_10w-40_05.08.2020.pdf

7. Техническое описание продукта Лукойл Стандарт 15W-40 [Электронный ресурс] / ООО «ЛЛК-Интернешнл». – Москва, 2020. – Режим доступа:https://catalog.lukoilmasla.ru/u/product_document_file/4388/tds_572_1_rus_lykoil_standart_15w-40_22.07.2020.pdf

8. Технический паспорт. Синтетическое моторное масло ROLF GT 5W-40 SN/CF. ООО «РОЛЬФ ЛУБРИКАНТС ГМБХ» - Москва.

9. Технический паспорт. Моторное масло ROLF DINAMIC SAE 10W-40. ООО «РОЛЬФ ЛУБРИКАНТС ГМБХ» - Москва.

10. Технический паспорт. Моторное масло ROLF OPTIMA SAE 15W-40. ООО «РОЛЬФ ЛУБРИКАНТС ГМБХ» - Москва.

РОЛЬ КУРСА «АНАЛИЗ ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ» В ФОРМИРОВАНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ-ХИМИКОВ

Кушнарeva О.П.

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

Одной из основных задач высшего образования является подготовка специалистов высокого уровня по всем основным направлениям деятельности в соответствии с потребностями государства и общества. [1]

Обучение специалистов по направлению 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия в нашем университете проводится и организовано согласно современным стандартам, в которых деятельность университетов основана на компетентностном подходе, подразумевающим в качестве главной задачи подготовку выпускников, обладающих сформированными профессиональными компетенциями [2].

При подготовке студентов по профилю «Аналитическая химия» значительное место в общем объеме учебных дисциплин отведено курсам аналитической направленности, одним из них является дисциплина «Анализ пищевого сырья», изучение которой учебным планом предусмотрено в девятом учебном семестре.

В соответствии с образовательной программой подготовки специалистов химиков при изучении дисциплины «Анализ пищевого сырья» студенты должны овладеть следующими профессиональными компетенциями:

ПК*-1 Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках;

ПК*-2 Способен проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук;

ПК*-4 Способен определять способы, методы и средства решения технологических задач в рамках прикладных НИР и НИОКР;

ПК*-7 Способен использовать аналитические методы исследования в анализе различных объектов.

Изучение методов анализа и исследования пищевых систем, их компонентов, пищевых и биологически активных добавок, вредных веществ – главная цель этой дисциплины. В процессе изучения этого курса у студентов формируются представления об основных требованиях; предъявляемых к пищевому сырью; об основных технологических процессах переработки пищевого сырья; о методах выделения основных нутриентов пищевых продуктов и методах их количественного определения [3,4].

Эта дисциплина тесно взаимодействует с биохимией, органической, неорганической, аналитической, физической, коллоидной химией и другими областями знаний.

Значительное количество аудиторных часов отводится для проведения лабораторных занятий, на которых формирование профессиональных компетенций происходит в наибольшей степени.

К девятому семестру студенты уже обладают серьезной теоретической и практической подготовкой, которая позволяет им осуществить выполнение исследований, предусмотренных планом лабораторных работ.

На первом лабораторном занятии преподаватель предлагает студентам определиться с выбором какого-либо пищевого продукта и совместно с ними обсуждает план работы до конца семестра.

В качестве объектов исследования студенты самостоятельно решают, какие пищевые продукты они будут изучать – это могут быть молочные продукты (творожные изделия, йогурты, молочные коктейли и т.п.), мясные (колбасы, сосиски, полуфабрикаты), кондитерские изделия, детское питание, напитки (соки, газированные напитки), чай, крупы, мука, хлебобулочные изделия, фрукты, овощи и многое другое. Выбор объекта для изучения рабочими группами из 2-3 человек основан на личном интересе студентов. Достаточно часто предпочтение отдается знакомым продуктам, иногда ребята решают провести сравнение одного и того же продукта, изготовленного различными производителями, и все чаще наблюдается интерес к продукции предприятий пищевой промышленности Оренбургской области. Нередко сопоставляют продукты из различных ценовых категорий, приобретенные в различных торговых точках или сетевых магазинах.

Следующий этап – составление плана исследования, обсуждение объема и последовательности работы при проведении анализа. Обычно предполагается исследование, включающее в себя определение основных макронутриентов – белков, углеводов, жиров. В некоторых случаях добавляется установление содержания витаминов, минеральных веществ, органических кислот, ферментов. Определяющим фактором являются возможности лаборатории и оснащенность кафедры.

После этого пятикурсники включаются в подбор методик анализа, приготовление необходимых растворов, комплектуют посуду и оборудование. Сначала студенты проводят информационный поиск, при этом используются методические указания, лабораторные практикумы, часто задействуются гостовские методы анализа. В последние годы большая часть этой работы осуществляется с использованием электронных ресурсов и системы госстандартов, например, www.gostinfo.ru, www.rst.gov.ru/portal/gost.

На этапе подготовки к проведению исследования студенты самостоятельно выполняет необходимые расчеты, готовят растворы, при необходимости устанавливают точные концентрации приготовленных растворов, подбирают необходимую посуду и оборудование. Для каждой микрогруппы в учебной лаборатории выделяется рабочее место, которое сохраняется за студентами до окончания работы.

Непосредственное выполнение запланированных анализов проводится на последующих лабораторных занятиях. В основном студенты работают

самостоятельно, преподаватель осуществляет общее руководство, обеспечивает безопасную работу, при необходимости оказывает помощь, в основном методического характера.

Учитывая то, что студенты имеют хорошую практическую подготовку, проведение анализов не вызывает затруднений. Все операции выполняются осознанно, с четким пониманием используемых методов, получаемые значения хорошо согласуются с литературными данными и информацией, указанной производителем на упаковке продукта.

После завершения исследовательского этапа студенты обрабатывают экспериментальные результаты, делают выводы и оформляют проделанную работу. Итоговый отчет выглядит как отчет по курсовой работе, выполненный в соответствии с требованиями, предъявляемыми к студенческим работам. В структуре отчетов обязательно присутствуют такие разделы, как содержание, введение, две главы (теоретическая и практическая), заключение и список использованных источников.

В теоретической части обычно приводятся сведения о сырье, используемом для производства изучаемого продукта, даются технологические схемы, представляется информация о химическом составе продукта, о возможных дефектах и пороках, иногда студенты включают сюда исторические факты или данные о биологической роли этих продуктов в питании человека. Работа над этой частью отчета студентами проводится самостоятельно, содержание теоретической главы обсуждается с преподавателем приблизительно в середине семестра.

В практической (экспериментальной) главе дается характеристика объекта исследования, обосновывается выбор методов и описание использованных методик. Затем по каждому проведенному анализу представляются весь экспериментальный материал - результаты построения калибровочных графиков, данные, полученные при выполнении работы (массы, объемы и т.п.), расчеты по формулам.

В заключении подводятся итоги, проводится сравнение практических результатов с нормативными и справочными данными, а также с информацией на упаковке, указанной производителем. Использованные источники обязательно перечисляются в списке литературы, сюда помимо учебников и нормативных документов включаются ссылки на интернет-ресурсы.

Финальным этапом служит защита отчетов о работе, которая проходит в форме выступления перед студенческой группой с презентацией полученных результатов и ответами на вопросы. Проведение защиты обычно намечается на последнее по расписанию лабораторное занятие.

Таким образом, после выполнения всей запланированной работы, студенты помимо осуществления увлекательного и в основном, самостоятельного исследования, значительно приближаются к овладению профессиональными компетенциями.

Ребятам приходилось планировать свою работу и выбирать адекватные методы решения учебно-исследовательских задач, перед ними стояла

необходимость проводить патентно-информационные исследования в области анализа пищевого сырья; им предстояло определять способы, методы и средства решения поставленных задач в рамках назначенного исследования, а использование аналитических методов работы привело их в итоге к получению окончательных результатов.

Дополнительным вознаграждением для студентов, по их мнению, (был проведен опрос), явилось развитие навыков самостоятельного экспериментирования, возможность для некоторых студентов использования полученных результатов в подготовке выпускной квалификационной работы, повторение теоретических сведений о методах аналитической химии (через несколько месяцев предстоит сдача выпускного государственного экзамена) и улучшение межличностных отношений внутри студенческой группы.

Список литературы

1. Доклад Правительства Российской Федерации Федеральному Собранию Российской Федерации о реализации государственной политики в сфере образования, Москва, 2020. - <http://static.government.ru/media/files/.pdf>
2. Портал федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/92/91/4>
3. Лакиза, Н. В. Анализ пищевых продуктов: [учеб. пособие] /М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. — 188 с.
4. Величко, Н.А. Пищевая химия: учеб. пособие /Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2010. – 204 с.
5. Белых А.С. Педагогика высшей школы: учебное пособие. – Луганск: Изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2018 – 248 с.

АДСОРБЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ МОНТМОРИЛЛОНИТОВОЙ ГЛИНЫ ПО ОТНОШЕНИЮ К НЕФТЯНЫМ ЗАГРЯЗНЕНИЯМ

Каныгина О.Н., д-р физ.-мат. наук, профессор, Кушнарера О.П.,
Туркина Д.Е., Огай В.А.

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

Введение

Очистка сточных вод от нефти и нефтепродуктов является одной из трудно решаемых экологических и технологических проблем. Обеспечение нормативных требований к качеству очистки нефтесодержащих сточных вод невозможно без применения сорбционных методов с использованием сорбентов различного типа. Сорбционная очистка воды является одним из наиболее эффективных методов, которая успешно применяется для удаления из водных сред нефти и нефтепродуктов. Применяют сорбенты природного происхождения, важным преимуществом которых является их доступность и низкая стоимость. Также существуют синтетические сорбенты - органические и неорганические, которые имеют высокую поглотительную способность, но их использование требует больших материальных затрат. Монтмориллоновая глина относится к природным сорбентам и ее преимуществом является доступность [1].

Монтмориллонит является основным порообразующим компонентом бентонитовой глины (больше 60-70%) и входит в группу смектитов, гидратированных алюмосиликатов, состоящих из двух тетраэдрических и расположенной между ними одной октаэдрической сетки [2].

Монтмориллонит состоит из Si-O тетраэдрических сеток, сочлененных посередине с Al-OH октаэдрической сеткой. Ввиду изоморфных замещений Al^{3+} на Mg^{2+} и Fe^{2+} в октаэдрических сетках и небольшой доли изоморфных замещений Si^{4+} на Al^{3+} в тетраэдрических, слой монтмориллонита имеет отрицательный заряд порядка 0,3-0,6 Кл, который нейтрализуется обменными межслоевыми гидратированными катионами Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} и другими. Атомная структура монтмориллонита представлена на рисунке 1.

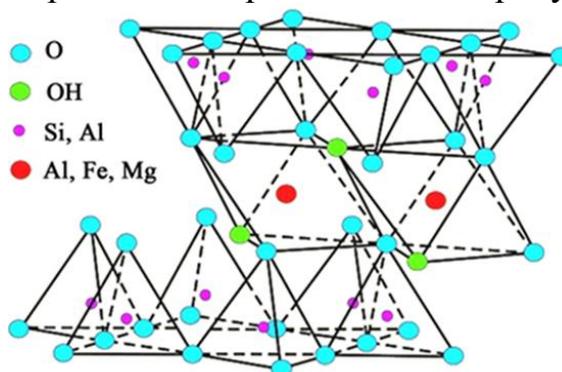


Рисунок 1 – Атомная структура монтмориллонита

Кристаллы монтмориллонита несовершенны и имеют малый размер. В

структуре вода расположена между силикатными слоями и определяет величину межслоевого пространства в 0, 1, 2, 3, 4 слоя молекул воды. Кроме воды между слоями имеются обменные катионы, из-за которых слои обладают отрицательным зарядом [4]. Активными центрами монтмориллонита могут быть обменные катионы, поверхностные и объемные гидроксильные группы, а также кислород тетраэдрической решетки [5].

Высокая сорбционная емкость монтмориллонита объясняется тем, что в его кристаллах обмен ионами происходит не только на внешней поверхности, но и внутри кристаллической решетки в полостях между кремнекислородными тетраэдрическими слоями [5]. Явление адсорбции обусловлено избытком поверхностной энергии, которая возникает из-за нескомпенсированного действия межмолекулярных сил в поверхностном слое на границе раздела фаз [6].

Подобное строение приводит к лабильности структуры монтмориллонита, делает доступным для адсорбции внешние и внутренние поверхности в кристаллитах и обеспечивает сорбционную способность по отношению к тяжелым металлам, радионуклидам и другим опасным для здоровья человека антропогенным компонентам [3]. Усредненная структурная формула монтмориллонита может быть записана следующим образом [4]:



Использование монтмориллонитовых глин для очистки нефтесодержащих сточных вод описывается в литературе, в частности, в работе [9] предлагается способ, включающий коагуляцию, сорбцию и флотацию в водной дисперсии воздуха в присутствии гидрофобизированного адсорбента в виде твердых частиц бентонитовой глины.

Объекты и методы исследования

В работе было проведено исследование сорбционной способности монтмориллонит содержащей глины Оренбургской области по отношению к нефтяным загрязнениям.

Химический состав глины представлен на рисунке 2 [1].



Рисунок 2 – Химический состав монтмориллонитовой глины

Подготовка глины состояла в следующем – образцы природной глины распределялись на бумаге слоем толщиной 1 - 1,5 см и просушивались при комнатной температуре в течение пяти дней; затем измельчались в фарфоровой ступке и просеивались через лабораторное сито с размером ячеек 160 мкм.

В качестве загрязнителя использовалась товарная нефть Байтуганского месторождения, которое находится на границе Самарской (Камышлинский и Клявлинский районы) и Оренбургской (Северный район) областей. Показатели нефти приведены в таблице 1 [9].

Таблица 1 – Физико-химические показатели товарной нефти

№	Наименование показателя	Метод испытаний	Результат испытаний
1	Температура нефти при условиях измерения объема, °С		33,7
2	Давление нефти при условиях изменения объема, Мпа		3,38
3	Плотность нефти при температуре и давлении в условиях изменения объема кг/м ³	МИ 2153 – 2001	885,8
4	Плотность нефти при 20 °С, кг/м ³	МИ 2153 – 2001	894,8
5	Плотность нефти при 15 °С, кг/м ³	МИ 2153 – 2001	898,3
6	Массовая доля воды, %	ГОСТ 2477 – 65	0,06
7	Массовая концентрация хлористых солей, мг/дм ³ (%)	ГОСТ 21534 – 76	43,00
8	Массовая доля механических примесей, %	ГОСТ 6370 – 83	0,01
9	Массовая доля серы, %	ГОСТ 1437 – 75	2,88
10	Давление насыщенных паров, кПа (мм.рт.ст.)	ГОСТ 1756 – 2000	55 (412,538)
11	Выход фракций, % – при t до 200 °С – при t до 300 °С – при t до 350 °С	ГОСТ 2177 – 1999	17,00 33,00 49,00
12	Массовая доля парафина, %	ГОСТ 11851 – 85	2,91
13	Массовая доля сероводорода, млн ⁻¹ (ppm)	ГОСТ 50802 – 95	284
14	Массовая доля метил- и этилмеркаптанов в сумме, млн ⁻¹ (ppm)	ГОСТ 50802 – 95	14,98
15	Массовая доля органических хлоридов, млн ⁻¹ (ppm)	АСТМ D 4929 – 99	0,42

Лабораторные испытания проводились по следующей схеме:

В три конические колбы вносили по 50 см³ дистиллированной воды, затем

в первую колбу добавили 4 см³ нефти, во вторую – 2 см³ и в третью – 1 см³. После этого колбы тщательно встряхивали с использованием магнитной мешалки в течение 30 минут, а затем оставили при комнатной температуре в шкафу на две недели для окончательного смешивания воды с нефтью.

По истечении этого времени в колбы с анализируемой водой поместили навески подготовленной монтмориллонитовой глины массой 10 г, растворы с глиной перемешали при помощи магнитной мешалки в течение 20 мин и оставили на сутки, через сутки перемешивание повторили. Затем испытуемые растворы были отфильтрованы через предварительно взвешенные бумажные фильтры, предназначенные специально для очистки масла в двигателях внутреннего сгорания. Диаметр пор у этой бумаги составляет от 50 до 100 мкм, что в наибольшей степени соответствует выполнению нашей задачи – на поверхности бумаги задерживаются частицы глины с адсорбированной нефтью, а несвязанная нефть и водная фаза пройдут сквозь поры.

Определение остаточного содержания нефти в воде проводили флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02» (М 01-05-2012).

Флуориметрический метод основан на экстракции нефтепродуктов гексаном, очистке при необходимости экстракта с последующим измерением интенсивности флуоресценции экстракта, возникающей в результате оптического возбуждения. Метод отличается высокой чувствительностью (нижняя граница диапазона измерений 0,005 мг/дм³), экспрессностью, малыми объемами анализируемой пробы и отсутствием значимых мешающих влияний липидов. Методика определения нефтепродуктов флуориметрическим методом изложена в нормативных документах [7].

Результаты эксперимента и их обсуждение

Для оценки эффективности очистки воды от нефтяных загрязнений был выполнен расчет, показывающий содержание нефти в исходных пробах. Определение массы нефти проводилось на основании данных по плотности нефти из таблицы 1 (плотность исследуемой нефти составляет 894,8 кг/дм³); чтобы получить сопоставимые с данными флуориметра значения, концентрации были пересчитаны на мг/дм³.

После внесения глины, перемешивания, отстаивания и фильтрования было проведено флуориметрическое определение остаточной концентрации нефти в воде по методике [7].

Для расчета концентрации нефтепродуктов в пробе воды (X, мг/дм³) была использована формула:

$$X = \frac{C_{\text{изм}} \cdot V_{\text{г}} \cdot K_1}{V_{\text{пр}}}$$

где $C_{\text{изм}}$ – массовая концентрация нефтепродуктов в гексановом экстракте пробы, мг/дм³;

$V_{\text{г}}$ – объем гексана, взятый для экстракции, см³ (10 см³);

$V_{пр}$ – объем пробы, см³;
 K_1 – коэффициент разбавления экстракта (соотношение объемов мерной колбы и аликвоты экстракта). Если экстракт не разбавляют, то $K_1 = 1$.

В таблице 2 представлены расчеты по концентрации нефти в исходных образцах, а также данные по содержанию нефти после обработки растворов глиной.

Таблица 2 – Содержание нефти в пробах воды

Образец	Исходные образцы			Образцы после обработки глиной	
	Объем нефти, см ³	Масса нефти, г	Концентрация нефти, мг/ дм ³	Концентрация нефти, мг/ дм ³	Остаточное содержание нефти, %
1	4	3,579	71,600	0,664	0,93
2	2	1,789	35,800	0,328	0,92
3	1	0,895	17,900	0,224	1,25

Остаточное содержание нефти в воде после обработки глиной составляет 0,92 – 1,25% от исходного.

Применение глины для очистки позволило получить воду с концентрацией нефтепродуктов, приближающейся к предельно допустимой концентрации (ПДК нефти в воде объектов культурно-бытового пользования и хозяйственно-питьевого назначения для нефти классов 3, 4 - не более 0,1 мг/дм³, для нефти классов 1, 2 - не более 0,3 мг/дм³; по СанПиН 2.1.5.980).

В дальнейшем планируется продолжить исследования по этому направлению, предполагается провести изучение адсорбционных свойств монтмориллонитовой глины после активации органическими кислотами и воздействия СВЧ-поля.

Список литературы

1. Каньгина, О. Н. К вопросу о сорбционной очистке воды монтмориллонит содержащей глиной / О. Н. Каньгина, А. Г. Четверикова, А. Д. Стрекаловская, О. В. Варламова // Вестник ОГУ. – 2014 – № 9 (170). – С. 161-163.
2. Белоусов, П.Е. Bentonитовые глины России и стран ближнего зарубежья / П.Е. Белоусов, В.В. Крупская // Георесурсы. – 2019. – Т. 21. - №3. – С. 79 – 90.
3. Белоусов, П.Е. Количественные методы определения содержания монтмориллонита в бентонитовых глинах / П.Е. Белоусов, Б.В. Покидько, С.В. Закусин, В.В. Крупская // Георесурсы. – 2020. – Т. 22. - №3. – С. 38 – 47.
4. Осипов, В.И. Глины и их свойства. Состав, строение и формирование свойств / В.И. Осипов, Б.А. Соколов. – М.: ГЕОС, 2013. 576 с.

5. Вязенцев, А.И. Установление кинетических закономерностей сорбции ионов Cu^{2+} нативными и магний-замещенными формами монтмориллонитовых глин / А.И. Вязенцев, С.В. Королькова, Н.А. Воловичева // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2010. – Т. 10. – №1. – С. 115 – 119.

6. Васильев, Н.Г. Активные центры поверхности слоистых силикатов / Н.Г. Васильев, В.В. Гончарук // Синтез и физико-химические свойства неорганических и углеродных сорбентов. - К.: Наукова думка, 1986. - С. 58-72.

7. ПНД Ф 14.1:2:4.128-98. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природной, питьевой и сточной воды флуориметрическим методом на анализаторе жидкости "Флюорат-02". М.:1998.

8. Бобрышева, С. Н. Очистка промышленных технологических и сточных вод от нефти и нефтепродуктов флотационным методом с применением модифицированных глин бентонитового класса / С. Н. Бобрышева, М. М. Журов // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы: сб. ст. по материалам IV Всерос. междунар. науч.-практ. конф., 9–10 окт. 2013 г. / ФГБОУ ВПО Воронежский ин-т ГПС МЧС России. – Воронеж, 2013 – С. 267–270.

9. Геонедра. <https://geonedra.ru/2018/bajtuganskoe-mestorozhdenie-samarskay/>

ИССЛЕДОВАНИЕ МОЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ КОМПОЗИЦИОННОГО СОСТАВА НА ОСНОВЕ КАОЛИНОВОЙ ГЛИНЫ ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ НЕФТЕПРОДУКТАМИ

Кушнарева О.П., Огай В.А., Туркина Д.Е.

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

Введение

В процессе добычи, транспортировки, переработки и хранения нефти неизбежно происходит образование и выпадение осадков. Это связано с физико-химическими свойствами нефти, климатическими и температурными условиями, а также конструктивными и технико-эксплуатационными особенностями оборудования.

Образовавшиеся осадки серьезно затрудняют работу оборудования – происходит сокращение полезного объема, увеличиваются энергозатраты на перекачку продуктов, возрастает риск возникновения коррозионных разрушений, осложняются работы по обследованию состояния емкостей и другого оборудования.

Для удаления отложений с оборудования в нефтяной промышленности существует достаточно много различных способов [1, 2]. Один из первых методов – *ручная очистка* резервуаров, в настоящее время практически не используется из-за неэффективности и высокой опасности. При *механической очистке* используют различные переносные технические средства, бульдозеры, мини-тракторы. Этот метод не способен полностью удалить отложения, часто возникают повреждения днища резервуара и его также считают устаревшим и неэффективным. Более рациональным и эффективным приемом борьбы с нефтяными отложениями является *гидравлический*, который основан на подаче струи воды или нефти под высоким давлением. Используют подходы к очистке, базирующиеся на *использовании тепловой энергии*, за счет подогретой нефти или «острого пара». Одним из новаторских приемов является воздействие на осадки *акустического поля*. Экологичным и высокоспецифичным является *биотехнологический*, в котором применяются углеводородокисляющие микроорганизмы, для которых АСПО (асфальтосмолопарафиновые отложения) служат питательным субстратом. Совмещенная зачистка нефтяных резервуаров проводится *химико-гидравлическим* способом, осуществляемым с помощью химических реагентов и гидравлических устройств, при этом химические реагенты подаются под высоким давлением и это облегчает процесс разрушения нефтяного шлама.

Технические химические средства для удаления и растворения осадков содержат органические растворители, различные оксиалкилированные продукты, щелочи, электролиты, спирты, кислоты и другие компоненты. Многие из них высокоэффективны, технологичны, не являются взрыво- и

пожароопасными. Однако применение их достаточно дорогостоящее и требует последующей очистки сточных вод.

Одним из перспективных материалов, которые могут быть использованы для удаления нефтяных загрязнений являются природные глинистые минералы, например, каолины, что обусловлено их химической стойкостью, низкой стоимостью и доступностью. Кроме того, использование моющих составов на их основе не создает дополнительной загрязняющей нагрузки на окружающую среду.

Имеются разработки моющих составов на основе каолина для очистки металлических поверхностей от остатков нефтепродуктов и механических примесей [3, 4, 5]. Эти средства не вступают в химические реакции с нефтепродуктами, обладают антикоррозионными свойствами, могут быть многократно использованы в оборотном цикле, обладают малой степенью токсичности.

На территории Оренбургской области располагается одно из наиболее крупных каолиноносных месторождений в стране – Кiemбаевское. Изучение возможности использования этого ресурса для создания средств для удаления нефтяных загрязнений представляется нам перспективным и актуальным.

Каолин (каолинит) или китайская глина представляет собой полимерную кремнеорганическую основу, содержащих кислород и гидроксильные группы, которые могут формировать сорбционные центры [6].

Каолинит имеет слоистую структуру. Каждый из слоев состоит из одной кремнекислородной тетраэдрической сетки (Т) и одной алюмокислородно - гидроксильной октаэдрической сетки (О), сочлененных водородными и молекулярными связями в единый слой так, что вершины тетраэдров примыкают к вершинам октаэдров (рис. 1). Все вершины кремнекислородных тетраэдров направлены в одну сторону – по направлению к середине структурного слоя

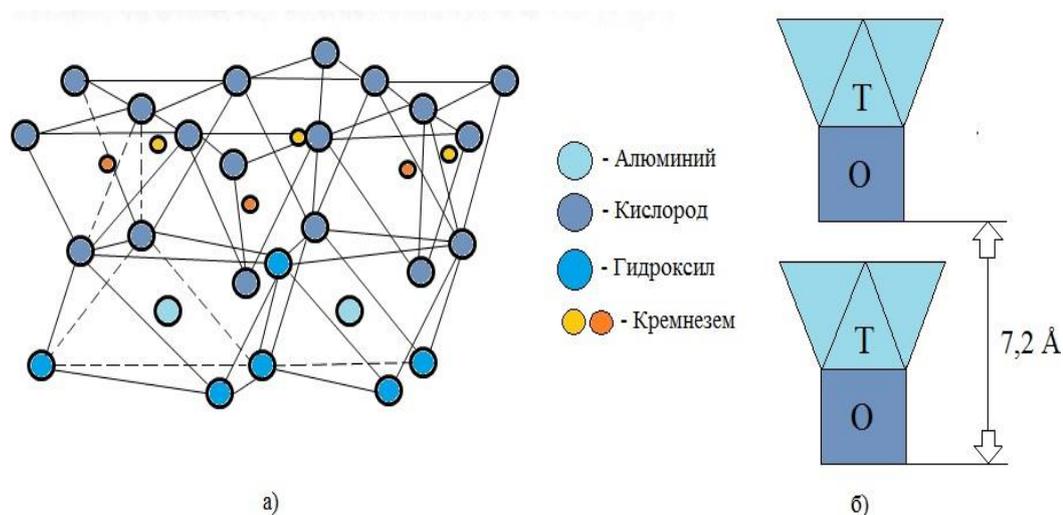
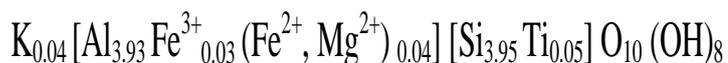


Рисунок 1 – Структура каолинита: а – атомная; б – схематическая. [6].

Усредненную структурную формулу каолинита можно записать следующим образом:



Объекты и методы исследования

В нашей работе была исследована моющая способность состава на основе каолиновой глины Киембаевского месторождения Оренбургской области по отношению к загрязнениям нефтепродуктами.

Химический состав каолиновой глины представлен в таблице 1 (масс %):

Таблица 1 – Химический состав каолиновой глины

Глина	п.п.п.	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Σ, %
Каолин	9,61	57,46	0,90	1,53	11,00	8,21	3,93	2,04	3,04	99,72

Для абразивных моющих средств решающее значение имеет дисперсность, т.е. гранулометрический состав используемых глинистых минералов [7, 8]. Подготовка и обработка глины включала в себя просушивание, измельчение и просеивание каолина до состояния порошка с размером частиц менее 160 мкм и активацию уксусной кислотой.

Природную глину распределяли на горизонтальной поверхности слоем толщиной 1-1,5 см, просушивали при комнатной температуре в течение 5 дней, затем проводили удаление гигроскопической влаги в сушильном шкафу при температуре 105-110 °С в течение 1,5 часов. После этого производили измельчение в фарфоровой ступке и просеивание при помощи лабораторного металлического сита с размером ячеек 160 мкм.

Для проведения активации полученные порошки массой 100 г смешивали 6 %-й уксусной кислотой в массовом соотношении 1:1, затем проводили перемешивание в течение 60 мин, полученную массу сушили в сушильном шкафу при температуре 120–140 °С в течение 4–5 ч и измельчали в фарфоровой ступке до состояния порошка и снова просеивали через сито. [9].

Для очистки металлической поверхности от нефтепродуктов мы использовали композиционное средство, имеющее следующий состав, масс. %:

Подготовленные и активированные порошки каолиновой глины – 65-80;

Карбонат натрия – 4-15;

Вода – до 100.

Подготовленные компоненты растворили в подогретой до 30-40 °С воде и перемешивали в течение 30 минут до получения однородной маслянистой пасты светло-серого цвета. Средство хорошо удерживалось на вертикальных и потолочных поверхностях.

В качестве загрязняющих материалов в условиях лабораторных

испытаний были использованы дизельное топливо и литол. Дизельное топливо получают путем перегонки керосино-газойлевых фракций, основой литола служит нефтяное масло.

Испытания проводились с использованием металлической пластины размером 150x70x2мм, изготовленной из нержавеющей стали марки AISI 430. Выбор именно этого материала обусловлен тем, что на сегодняшний день это наиболее широко применяемая коррозионностойкая ферритная хромистая сталь общего назначения, в которой сочетаются: высокая прочность и высокие механические свойства; высокая коррозионная стойкость, в том числе атмосферная. Кроме того, сталь AISI 430 обладает высокой жаростойкостью и является экологичной.

Исследования осуществлялись при помощи гравиметрического анализа.

В кристаллизатор, наполненный нефтепродуктом, помещалась металлическая пластина, предварительно взвешенная на аналитических весах с точностью до 0,0001 г. Время нахождения образца в среде нефтепродукта, составляло для дизельного топлива одну неделю, для литола – две недели; образование осадка происходило при комнатной температуре (20 - 22°C), для предотвращения окислительных процессов кристаллизатор был изолирован от попадания воздуха.

По прошествии времени загрязнения пластины извлекались из кристаллизатора, помещались на фильтровальную бумагу до прекращения стекания нефтепродукта с поверхности пластины и взвешивались.

Поверхность очищалась с помощью глиняной пасты, состав наносился вручную при помощи кисти, толщина слоя составляла 2 мм, время экспозиции - 40 минут. После этого остатки смывались струей воды.

Результаты и их обсуждение

Очищающую способность определяли весовым методом по разности массы металлической пластины с нанесенным загрязнением, до и после очистки и рассчитывали по формуле:

$$\text{Ст. оч.} = \frac{P_3 - P_0}{P_3 - P_4} \cdot 100\%,$$

где Ст.оч. – степень очистки, %;

P_3 – масса образца с нанесенным загрязнением, г;

P_0 – масса образца после очистки, г;

P_4 – масса образца до нанесения загрязнения, г.

Степень очистки металлической поверхности, загрязненной дизельным топливом, составила 90,51%, для литола – 82,57%.

Полученные данные свидетельствуют, что предложенное моющее

средство обеспечивает качественную очистку поверхности от нефтепродуктов при невысоких температурах и не создает трудностей при утилизации. Даже однократная обработка поверхности позволила достичь высоких показателей по степени очистки.

Работу по изучению моющих свойств каолиновой глины планируется продолжить, предполагается провести испытания моющих составов с использованием бикарбоната натрия, а также рассмотреть моющие свойства по отношению к другим нефтяным загрязнителям.

Список литературы

1. Чурикова, Л. А. Обзор современных методов очистки резервуаров от нефтяных остатков / Л. А. Чурикова, Е. А. Конашева, А. Т. Утегалиев. // Технические науки в России и за рубежом : материалы V Междунар. науч. конф. (г. Москва, январь 2016 г.). — Москва : Буки-Веди, 2016. — С. 71-75.

2. Гималетдинов, Г. М. Очистка и диагностика резервуаров для нефти и нефтепродуктов : учеб. пособие / Г. М. Гималетдинов. – Уфа : Монография, 2011. – 295 с

3. Патент № 2172770 С2 Российская Федерация, МПК С11D 3/12, С11D 1/72, С11D 1/83. Чистяще-моющая паста (варианты) : № 99118280/04 : заявл. 24.08.1999 : опубл. 27.08.2001 / Т. Ф. Моисеева.

4. Авторское свидетельство № 1724661 А1 СССР, МПК С09С 1/40, С04В 33/08, С09С 1/42. Способ получения алюминий-каолинита : № 4807846

5. Патент № 2216581 С1 Российская Федерация, МПК С11D 3/14, С11D 3/10, С11D 3/12. Моющее средство для очистки металлической поверхности : № 2002123670/

6. Осипов, В.И. Глины и их свойства. Состав, строение и формирование свойств В.И./ Осипов, В.Н. Соколов – М.: ГЕОС. 2013. 576 с.

7. Плетнёв М.Ю. Поверхностно-активные вещества и композиции. Справочник.- М.: 2002.- 500 с.

8. Вахнина О.Н. Моющие и чистящие средства. - Екатеринбург, 2008.

9. Ходосова, Н. А. Оценка сорбционной способности природных и кислотноактивированных алюмосиликатов различной структуры / Н. А. Ходосова, К. А. Пряженцева, С. А. Зотова // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. – 2016. – № 1. – С. 130-136.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЯБЛОЧНОГО СОКА

Кушнарера О.П., Подуруева А.А.

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

Введение

В России на рынке потребления безалкогольных напитков соковая продукция по объемам потребления занимает третье место после бутилированной воды и сладких газированных напитков. Потребление сока на одного жителя страны в 2020 году составляло более 15 литров [1]. Это вызвано тем, что все больше покупателей расценивают соки как натуральный и здоровый продукт питания и источник полезных веществ, в первую очередь витаминов.

Соком называют жидкий пищевой продукт, который несброжен, но способен к брожению и получен из доброкачественных, спелых фруктов и (или) овощей, которые должны быть свежими или сохраненными свежими, либо высушенными с помощью физического воздействия на плоды, в которых исходя из особенностей способа получения такого сока сохранена пищевая ценность, физико-химические и органолептические свойства [2].

Традиционно, самым распространенным соком в нашей стране является яблочный сок. В работе [3] представлены результаты анализа литературных и экспериментальных данных по содержанию пищевых и биологически активных веществ в яблочном соке. Как наиболее значимые вещества выделяются пищевые волокна - в первую очередь, пектины; простые сахара (глюкоза, фруктоза); минеральные элементы (калий, фосфор, железо, хром); органические кислоты - яблочная, лимонная, винная, щавелевая, янтарная, салициловая; витамин С; полифенольные соединения – хлорогеновые кислоты.

Основными факторами, оказывающими влияние на качество яблочного сока являются:

- *сырье* - плоды должны быть зрелыми, иметь хорошую окраску, приятный вкус и аромат, недопустимо использование подгнившего сырья;

- *технологическая обработка* – все этапы, начиная от приемки и мойки сырья и заканчивая фасовкой и стерилизацией готового сока, оказывают решающее воздействие на формирование качества соков, поэтому совершенно недопустимо нарушение технологических условий и требований;

- *упаковка, условия хранения и транспортирования* – необходимо полностью исключить или максимально снизить протекание физических (температура, влажность, деформация, сорбция влаги, десорбция паров), химических (самоокисление, бомбаж), биохимических (под действием ферментов), биологических (вызываются жизнедеятельностью микроорганизмов, насекомых и грызунов), микробиологических (брожение, гниение, плесневение) процессов.

Учитывая заметную роль яблочного сока в питании человека, а также возрастающие требования к качеству пищевых продуктов наше исследование, безусловно, представляется актуальным.

Целью работы является определение физико-химических и органолептических показателей яблочного сока.

Данное исследование проводится в рамках подготовки выпускной квалификационной работы.

Объекты и методы исследования

В российских магазинах представлено огромное разнообразие видов и сортов яблочного сока; нами для исследования были выбраны четыре образца различной ценовой категории, пользующиеся потребительским спросом [4]. В качестве продукта, изготовленного местными производителями, был взят яблочный сок, выпускаемый Саракташским консервным заводом.

Первичные сведения об образцах, полученные на основании информации от производителей, указанной на упаковке, представлены в таблице 1:

Таблица 1 – Характеристика объектов исследования

Образец сока	Изготовитель	Упаковка	Состав сока	Дополнительная информация
«Добрый»	АО «Мултон» г. Санкт-Петербург, ул. Софийская 14	Тетрапак	Яблочный сок осветленный, восстановленный	«Без консервантов», «Без красителей»
«То, что надо»	ООО «Ярцевский комбинат алкогольных и безалкогольных напитков». Смоленская обл., г. Ярцево,	Тетрапак	Яблочный сок, сахар, регулятор кислотности-лимонная кислота, вода	
«Rich»	АО «Мултон» г. Санкт-Петербург, ул. Софийская 14.	Тетрапак	Яблочный сок осветленный, восстановленный	
«Noyan»	РА г. Ереван, ул. Амиряна 15/2.	Стеклянная бутылка	Яблочный сок осветленный, восстановленный	«Без добавления сахара», «Без консервантов», «Без красителей»
«Саракташский»	ПК «Саракташский консервный завод» Оренбургская обл., пос. Саракташ, ул. Калинина, 5	Стеклянная бутылка	Сок яблочный, концентрированный	

Указанная производителями энергетическая ценность соков составляет от 42 до 47ккал/100 г продукта; срок годности для всех образцов 1 год; рекомендованные условия хранения - при температуре от 0 до 25°C и относительной влажности воздуха не более 75%, в защищенном от попадания

прямых солнечных лучей месте; вскрытую упаковку хранить при температуре от 2 до 6 °С не более суток.

Выполнение исследований осуществлялось с использованием известных и надежных методик.

Определение органолептических показателей производилось в соответствии с утвержденным ГОСТ [5].

Определение содержания витамина С выполняли йодометрическим методом [6], основанном на способности аскорбиновой кислоты легко переходить из окисленной в восстановленную форму.

Показатель кислотности определяли с помощью потенциометра марки рН – 150М. Дополнительно для установления содержания крахмала была поставлена качественная реакция с йодом.

Результаты эксперимента и их обсуждение

Определение прозрачности и консистенции осуществляется визуальным методом; при оценке вкуса устанавливают его характерность для определенной группы продуктов, наличие специфических вкусовых характеристик и посторонних вкусов; при описании цвета отмечают его однородность и отклонения от цвета, характерного для данной группы продуктов; при диагностике запаха указывают насколько он соответствует характерному аромату, устанавливают наличие посторонних запахов.

В таблице 2 представлены результаты проведенного органолептического анализа.

Таблица 2 – Органолептические показатели образцов сока

Показатели	Внешний вид и консистенция	Вкус	Цвет	Запах
«Добрый»	Прозрачная жидкость	Яблочный вкус, без привкусов, гармоничный по содержанию кислот и сахаров	Бледно-жёлтый	Яркий запах яблок
«То, что надо»	Прозрачная жидкость	Слабый яблочный вкус, без привкусов	Почти отсутствует	Практически не выражен
«Rich»	Прозрачная жидкость	Яблочный вкус, без привкусов, гармоничный по содержанию кислот и сахаров	Светло-жёлтый	Яблочный
«Noyan»	Мутная жидкость,	Сильный яблочный вкус, без привкусов,	Светло-оранжевый	Яблочный

	обнаружен осадок	немного кислый		
«Саракташский»	Мутная жидкость, обнаружен осадок	Яблочный ярко выраженный	Светло-желтый	Яблочный

Результаты определения кислотности и витамина С показаны в таблице 3, в которую дополнительно включена информация о нормах по этим показателям, установленным ГОСТ [7].

Таблица 3 – Физико-химические показатели качества образцов яблочного сока

Показатели	Кислотность, ед рН		Содержание витамина С, мг/%	
	По ГОСТ	Фактически	По ГОСТ	Фактически
«Добрый»	Не более 4,2	4,00	Не менее 0,02	1,452
«То, что надо»		3,09		0,000
«Rich»		3,91		1,025
«Noyan»		4,27		0,441
«Саракташский»		3,28		0,443

По результатам проведения качественной реакции на крахмал установлено, что он содержится во всех образцах.

В итоге проведенных исследований установлено соответствие органолептических показателей четырех образцов сока требованиям нормативных документов. Для образца сока марки «То, что надо» обнаружено то, что он обладает слабым вкусом, практически бесцветен и не имеет характерного яблочного аромата.

Показатель кислотности незначительно повышен в образце сока «Noyan», у остальных производителей эта характеристика не превышает нормативные значения. По содержанию витамина С все образцы, кроме сока марки «То, что надо», отвечают установленным значениям.

В дальнейшем планируется продолжение работы по оценке физико-химических показателей яблочного сока, предполагается определение массовой доли сухих веществ, пектиновых веществ, простых сахаров, органических кислот, железа и калия. Более развернутая информация о качестве соков позволит сделать подтвержденные результатами анализов выводы и сформулировать рекомендации для потребителей.

Список литературы

1. Федеральная служба государственной статистики. <https://rosstat.gov.ru/>
2. ТР ТС 023/2011. Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей. – <http://docs.cntd.ru/document/902320562>
3. Иванова Н.Н., Хомич Л.М., Перова И.Б., Нутриентный профиль яблочного сока/ Вопросы питания. Том 86, № 4, 2017, с. 125-136.

4. Рынок овощных и фруктовых соков (включая соки для детского питания) 2020: статистика потребления в России и регионах. - <https://marketing.rbc.ru/research/41323/>

5. ГОСТ 8756.1-2017.Продукты переработки фруктов, овощей и грибов. Методы определения органолептических показателей, массовой доли составных частей, массы нетто или объема. – 17 с.

6. Коренман Я.И. Практикум по аналитической химии. Анализ пищевых продуктов. – М.: КолосС, 2005. – 288 с.

7. ГОСТ Р 52186-2003 Консервы. Соки фруктовые восстановленные. – 19с.

ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОЕ КИСЛОТНО–ОСНОВНОЕ ТИТРОВАНИЕ НА СЛОЖНЫХ ЭЛЕКТРОДАХ

Макаров А.Г., канд. хим. наук, Аржаных А.С.

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

Среди методов и средств анализа растворов веществ, которыми располагает современная аналитическая химия, заметное место частоте использования занимают электрохимические методы. Электрохимические методы находят широкое применение в экологоаналитических, медико–биологических исследованиях. Они имеют высокую чувствительность, хорошую селективность и экспрессность [1, 2].

Потенциометрия объединяет способы определения всевозможных физико-химических величин и концентраций веществ, базирующиеся на измерении электродвижущих сил обратимых электрохимических цепей, когда рабочий электрод имеет потенциал, близкий к равновесному значению [3]. В настоящее время потенциометрия обширно применяется для определения всевозможных физико–химических величин, в аналитической химии – для определения концентрации веществ в растворах, в автоматических непрерывных методах контроля всевозможных технологических процессов и развивается в нескольких направлениях [4].

Статья посвящена изучению индикаторных свойств сложных электродов на примере потенциометрического кислотно-основного титрования с помощью наличия на сложных электродах скачка потенциала вблизи конечной точки титрования.

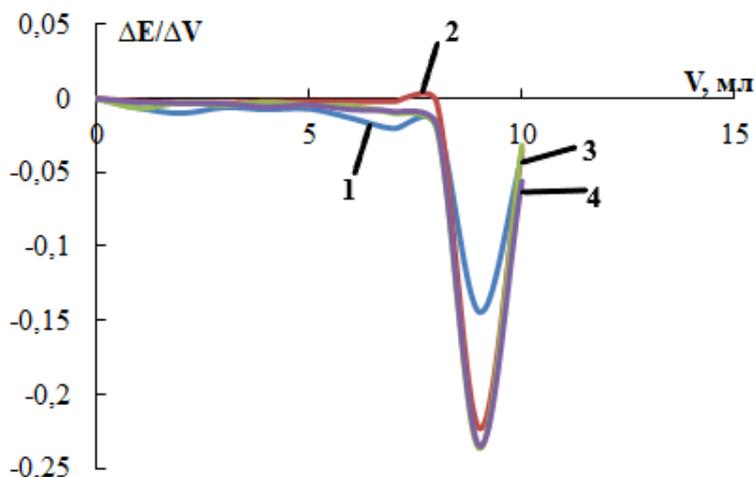
Актуальность работы заключается в практическом интересе для устранения недостатков визуального титрования, применяемого в аналитической химии, методом потенциометрического титрования с халькогенидными индикаторными электродами, позволяющие повысить сходимость и правильность результатов.

Тройные теллуриды и селениды, используемые в качестве объектов исследования, являются полупроводниками с запрещенной зоной в видимом и инфракрасном диапазонах и могут быть полезны для оптических, электронных технологий и технологий преобразования энергии [5, 6].

Исследования проведены на потенциометрической установке, состоящей из четырёх индикаторных электродов, электрода сравнения (хлорсеребряный электрод), бюретки и термометра. В ходе эксперимента последовательно измеряли потенциал электродов по истечению заданного времени (180 секунд). Эксперимент проводился при температуре 298 К.

Было проведено потенциометрическое титрование растворов в системах: $\text{HClO}_4 - \text{NaOH}$, $\text{H}_2\text{SO}_4 - \text{NaOH}$ и $\text{H}_3\text{PO}_4 - \text{NaOH}$. Объём титранта, отвечающий конечной точке титрования определяли графически по зависимостям $\Delta E/\Delta V$

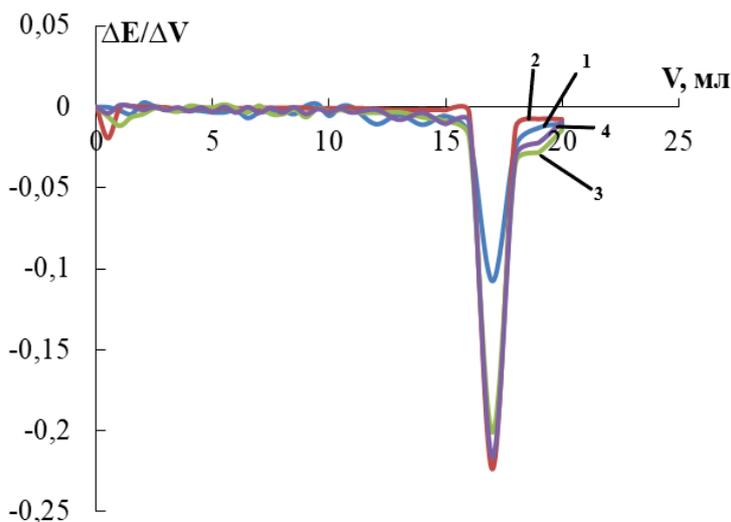
$= f(V_{\text{титранта}})$, для чего строили дифференциальные кривые потенциометрического титрования.



1 – CuAgSe, 2 – CuFeSe₂, 3 – CuAgTe₂, 4 – CuFeTe₂.

Рисунок 1 – Дифференциальная кривая потенциометрического титрования 0,100 М хлорной кислоты 0,618 М гидроксидом натрия

Из результатов эксперимента, которые отражены на рисунке 1, можно сделать вывод, что при титровании хлорной (одноосновной) кислоты наименьшей чувствительностью к иону H^+ обладает CuAgSe, остальные электроды чувствуют данный ион примерно одинаково. Скачок потенциала в к.т.т. при титровании равен соответственно 0,145 В для CuAgSe, 0,223 В для CuFeSe₂, 0,237 В для CuAgTe₂, 0,235 В для CuFeTe₂.

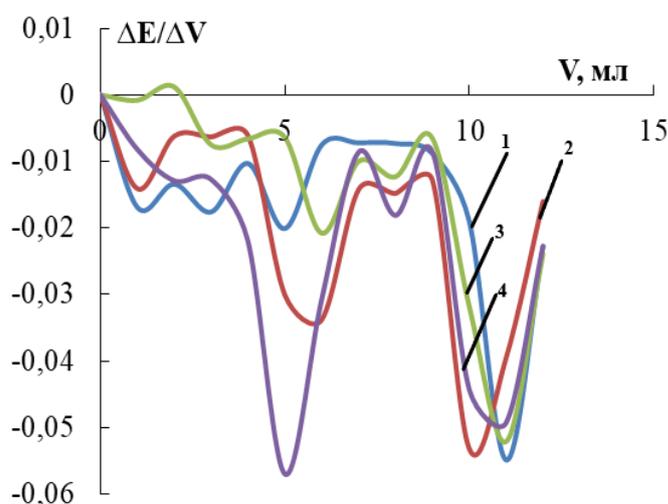


1 – CuAgSe, 2 – CuFeSe₂, 3 – CuAgTe₂, 4 – CuFeTe₂

Рисунок 2 – Дифференциальная кривая потенциометрического титрования 0,100 М серной кислоты 0,618 М гидроксидом натрия

По полученным данным из рисунка 2 можно сделать вывод, что при титровании серной кислоты, как и при титровании хлорной кислоты, наименьшей чувствительностью к иону H^+ обладает $CuAgSe$, а остальные электроды обладают примерно одинаковой чувствительностью. Скачок потенциала в к.т.т. равен соответственно 0,108 В для $CuAgSe$, 0,224 В для $CuFeSe_2$, 0,201 В для $CuAgTe_2$, 0,216 В для $CuFeTe_2$.

Константа диссоциации серной кислоты K_1 (таблица 1) является большим числом с положительной степенью, поэтому обнаружить ее потенциометрическим титрованием не являлось возможным. Так небольшой пик на кривой (рисунок 2) в области 0,5 мл можно считать осцилляцией.



1 – $CuAgSe$, 2 – $CuFeSe_2$, 3 – $CuAgTe_2$, 4 – $CuFeTe_2$.

Рисунок 3 – Дифференциальная кривая потенциометрического титрования 0,100 М ортофосфорной кислоты 0,618 М гидроксидом натрия

Титрование ортофосфорной (трехосновной) кислоты гидроксидом натрия (рисунок 3) показало, что чувствительность к H^+ -иону при полной нейтрализации, которая соответствует константе диссоциации K_3 , практически одинакова на всех электродах. Вторая константа диссоциации (K_2) хорошо видна на электродах состава $CuFeTe_2$ и $CuFeSe_2$. А на электродах состава $CuAgSe$ и $CuFeSe_2$ предположительно была выявлена первая константа диссоциации (K_1). Скачок потенциала в к.т.т. полной нейтрализации ортофосфорной кислоты равен соответственно 0,055 В для $CuAgSe$, 0,053 В для $CuFeSe_2$, 0,052 В для $CuAgTe_2$, 0,044 В для $CuFeTe_2$.

Таблица 1 – Константы диссоциации неорганических кислот [7]

Кислота	K_a		
	K_1	K_2	K_3
Серная	$1 \cdot 10^3$	$1,2 \cdot 10^{-2}$	–
Ортофосфорная	$7,52 \cdot 10^{-3}$	$6,31 \cdot 10^{-8}$	$1,26 \cdot 10^{-12}$

По полученным данным можно сделать вывод, что при титровании одноосновной и двухосновной кислот все электроды, кроме CuAgSe, проявляют высокую чувствительность к иону H^+ . А при титровании трехосновной кислоты в точке полной нейтрализации все электроды проявляют примерно одинаковую чувствительность.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что мембранные электроды состава CuFeTe₂, CuAgTe₂ и CuFeSe₂ могут быть использованы как индикаторы в потенциометрии при кислотном титровании в водной среде, а использование CuAgSe в тех же условиях нежелательно.

Оценка по критерию вариативности показала преимущество потенциометрического метода над визуальным. При этом для определения иона H^+ ходу анализа не мешают примеси препаратов, образующих окрашенные или мутные растворы. Точки эквивалентности потенциометрически фиксируются более четко по величине изменения электродного потенциала. Особая чувствительность была обнаружена у CuFeSe₂-электрода.

Список литературы

1. Ковганко, В. Н. Физико-химические методы анализа: тексты лекций / В. Н. Ковганко. Минск : БГТУ, 2009. – 104 с.
2. Плэмбек, Дж. Электрохимические методы анализа : пер. с англ. / Дж. Плэмбек. – М. : Мир, 1985. – 496 с.
3. Лопатин, Б. А. Теоретические основы электрохимических методов анализа : учеб. пособие для ун-тов / Б. А. Лопатин. – М. : «Высшая школа», 1975. – 295 с.
4. Васильев, В. П. Аналитическая химия. В 2 кн. Кн. 2. Физикохимические методы анализа / В.П. Васильев : Учеб. для студ. вузов, обучающихся по химико-технол. спец. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.:Дрофа, 2002. – 384 с.
5. Гурбанов, Г.Р., Адыгезалова М.Б., Мамедов А.Н., Гулиева С.А. Синтез, кристаллическая структура и термодинамические функции нового соединения GeSnSb₄Te₈ / Г.Р. Гурбанов, М.Б. Адыгезалова, А.Н. Мамедов, С.А. Гулиева // Журнал «Вестник Московского университета». Серия 2. Химия. – 2019. – Т 60. - № 3. – С. 178-183.
6. Лазарева, В.Б., Киш З.З., Переш Е.Ю., Семрад Е.Е. Сложные халькогениды в системах $A^I - B^{III} - C^{VI}$ / В.Б. Лазарева, З.З. Киш, Е.Ю. Переш, Е.Е. Семрад – М.: Изд-во «Металлургия», 1993. – 239 с.
7. Рабинович, В. А. Краткий химический справочник / В. А. Рабинович, З. Я. Хавин. – Л.: Химия, 1991. – 432 с.

АККУМУЛЯЦИЯ ЖЕЛЕЗА *LEPIDIUM SATIVUM L.* В УСЛОВИЯХ ПОЛЕВОГО ОПЫТА

Мустаева А.М., Терехова Н.А., Орлова Н.Г.,
Галактионова Л.В. канд. биол. наук, доцент

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

Проблема изучения и разработки методов очистки окружающей среды актуальна, поскольку антропогенная нагрузка на нее постоянно возрастает. Важна разработка дешевых, эффективных и биологически безопасных подходов. К таким способам очистки относится фиторемедиация, основанная на способности растений поглощать токсичные вещества из окружающей среды или превращать их метаболиты.

В ходе эволюции растения выработали ряд приспособлений к избытку элементов, механизм ограничивающий поступление металлов может протекать по двум направлениям, путем увеличения толерантности организма к их высоким дозам или за счет предотвращения поступления ионов в клетку. Ответная реакция растений как на избыток, так и на недостаток металлов весьма специфична и во многом зависит от видовых особенностей.

Адаптация растений к токсическому действию тяжелых металлов связана с функционированием как специализированных (хелатирование, секвестрация и компартментация тяжелых металлов), так и общих механизмов устойчивости (низкомолекулярные органические стресс-протекторные соединения, защитные макромолекулы и антиоксидантные системы) [1; 2]. И те и другие к настоящему времени относительно изучены, однако данные, характеризующие устойчивость различных растений, в особенности сельскохозяйственных, к повреждающему действию загрязнителей, крайне немногочисленны.

Высокая адаптивная способность растений к избыточному содержанию в среде минеральных элементов, а также простота уборки и утилизации фитомассы являются основополагающим фактором использования их в качестве ремедиаторов [3].

Железо (Fe) - важный элемент питания для всех живых организмов. В растениях оно играет важную роль в связи с участием в основных процессах, таких как дыхание, фотосинтез и биосинтез хлорофилла. Высокое накопление свободных ионов железа вредно для растительных клеток из-за реакций, приводящих к высвобождению свободных радикалов, вызывающих окислительный стресс. В случае избытка железа в клетке, избыток перемещается в вакуоль, где металл хранится в молекулах ферритина. Концентрация ионов железа в растительных тканях составляет в среднем 0,02–0,08 %, что соответствует 20–80 мг Fe в килограмме сухой фитомассы [4]. Содержание металла в диапазоне от 50,0 до 240,0 мг/кг сухого вещества в наземных вегетативных органах травянистых форм растений считается нормой

[5]. Предельно допустимые концентрации железа в биомассе не установлены, однако критической является 750,0 мг/кг сухого вещества [6].

Объектом исследования в данной работе стали черноземы лесостепной зоны Оренбургской области, загрязненные ионной и нанодисперсной формами железа в концентрациях: 100 мг/ кг, 250 мг/ кг и 500 мг/ кг. Параллельно аналогичные дозирования вносили совместно с почвоулучшителем (ПУ) - органическим удобрением на основе вермикомпоста (ООО «БИОЭРАГРУПП», <https://begagro.com/soil-improver/>). В вариантах опыта присутствовал контроль без использования загрязняющих веществ. В качестве тест-объекта использовали растение кресс-салата (сорт «Весенний»), которое высевали в открытый грунт, далее оценивали полевую всхожесть, а после формирования максимальной биомассы убирали.

Пробоподготовка образцов растений для определения железа проводилась посредством сухого озоления. В основе данного способа лежит прием полного разложения органического вещества за счет сжигания образцов в муфельной печи при контролируемом температурном режиме. Для этого навеску сухой фитомассы (от 3 до 17 г, взвешенную с точностью не более 0,01 г) измельчали и помещали в тигель 2 г навески. Затем пробы помещали в холодную муфельную печь и довели температуру до 500 °С с последующим ее увеличением на 50 °С каждые 30 минут. Озоление проводили в течение 10–15 ч до получения белой золы.

Для определения поглощения и аккумуляции надземными органами *Lepidium sativum* L. железа использовали коэффициент биологического накопления (КБН), который отражает способность растений к избирательному поглощению химических элементов. Вычисление проводят через отношение концентрации металла в растении к содержанию в почве. Принято, что в случае если коэффициент более единицы, то растение относится к категории аккумуляторов данного элемента, однако, если КБН < 1, то вид не способен к аккумуляции ионов металла в тканях.

Результаты исследований приведены в рисунках 1 и 2. Полевая всхожесть растений в контрольных вариантах варьировала от 84 до 93%.

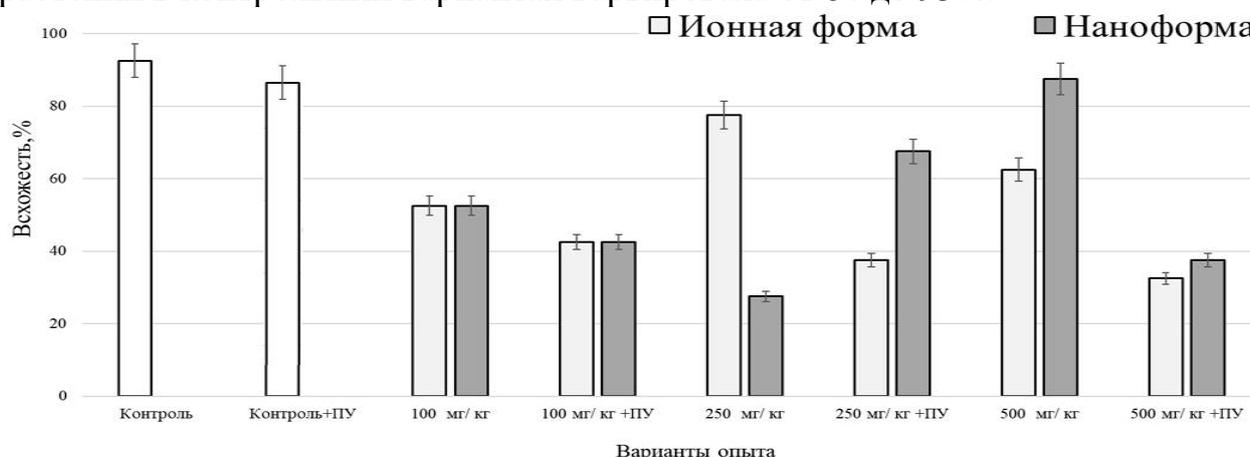


Рисунок -1- Всхожесть *Lepidium sativum* L

Рост концентрации различных форм железа не привел к доза-зависимому увеличению всхожести. Максимальное значение всхожести при внесении ионной формы элемента наблюдалось в варианте опыта 250 мг/кг (78%), а наноформы – 500 мг/кг (87%). Полученные данные свидетельствуют о том, что *Lepidium sativum* не проявляет однозначную ответную реакцию на изменение содержания различных соединений железа в почве.

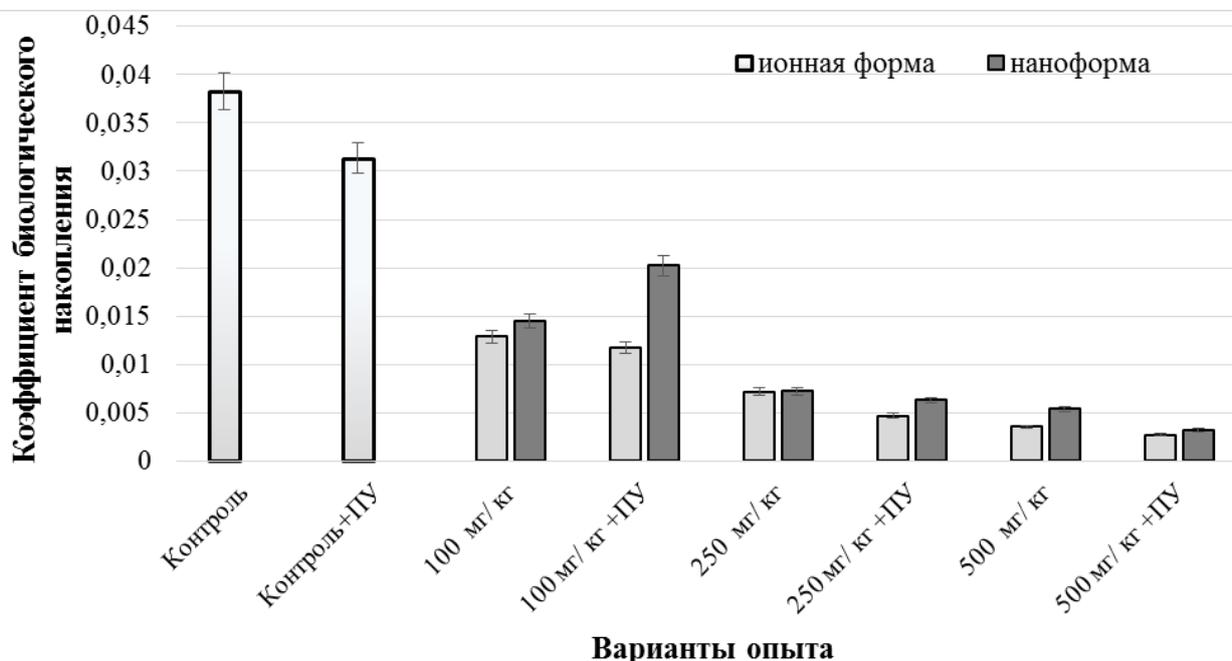


Рисунок 2- Коэффициент биологического накопления железа в *Lepidium sativum*

Коэффициент биологического накопления железа оказался значительно меньше единицы, что свидетельствует о том, что *Lepidium sativum* L. не аккумулирует металл в надземных органах при активном его поступлении в почву.

Полученный объем экспериментальных данных позволил провести их статистическую обработку, так накопление железа при внесении в почву ионной формы описывается уравнением аппроксимации $y = -0,0047x + 0,0172$ (при $R^2 = 0,9848$), а при совместном внесении с почвоулучшителем принимает вид: $y = -0,0045x + 0,0154$ ($R^2 = 0,907$). В случае же внесения в черноземы наноформы железа его накопление *Lepidium sativum* описывается уравнением вида $y = -0,0046x + 0,0182$ ($R^2 = 0,8943$), а при внесении органического почвоулучшителя $y = -0,0085x + 0,0269$ (при $R^2 = 0,8818$), при этом снижение коэффициента детерминации свидетельствует о меньшей практической значимости последних двух моделей.

Полученные результаты свидетельствуют о снижении аккумуляции железа тест-объектом *Lepidium sativum* при росте его концентрации в почвенной среде.

Таким образом, установлено, что *Lepidium sativum* не накапливает в вегетативных органах железо при активном его поступлении в почвы в условиях полевого опыта. Скорее всего, поглощение железа определяется не его содержанием в почве, а видовыми особенностями тест-объекта и гидротермическими условиями полевого опыта.

Список литературы:

1. Clemens, S. Toxic Metal Accumulation, Responses to Exposure and Mechanisms of Tolerance in Plants / S. Clemens // Biochem. - 2006. - V. 88. - P. 1707-1719.
2. Hall, J.L. Cellular mechanisms for heavy metal detoxification and tolerance / J.L. Hall // Journal of Exp. Botany. - 2002. - V. 53. - P. 1-11.
3. Новые перспективные виды растений в фиторемедиации загрязненных медью территорий / Е. М. Иванова, К. С. Волков, В. П. Холодова, В. В. Кузнецов // Вестник РУДН. Серия: Агротомия и животноводство. 2011. – 28-38с.
4. Копылова, Л.В. Оценка уровня загрязнения почв тяжёлыми металлами и интенсивность поглощения их древесными растениями / Л.В. Копылова // Ученые записки ЗабГГПУ. – 2012. – № 1. – С.70-75.
5. Янтурин И.Ш., Аминова А.А. Аккумуляция железа, марганца и никеля в подземных и надземных органах *Inula helenium* L. в условиях Южного Урала / И.Ш. Янтурин, А.А. Аминова // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 6-6. – С. 1456-1461.
6. Ильин, В.Б. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях / В.Б. Ильин, А.И. Сысо.– Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. – 229 с.

ОСВОЕНИЕ МЕТОДОВ КОМПЛЕКСНОЙ ЭКОЛОГО- БИОХМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНЫХ ВОДОЕМОВ БАКАЛАВРАМИ НАПРАВЛЕНИЯ 06.03.01 БИОЛОГИЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Науменко О.А., канд. мед. наук, доцент,

Рахматуллин А. Ф.

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

Дисциплина «Методы оценки качества и экологической безопасности биологических объектов» занимает особое место в подготовке бакалавров направления 06.03.01 Биология, поскольку при изучении данной дисциплины формируются важные общепрофессиональные и профессиональные компетенции обучающихся: ОПК - 6, 10, ПК - 2. Данные компетенции предусматривают освоение методов работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, основ прикладной экологии, принципы природопользования, охраны природы, оценки состояния природной среды. Так, профессиональная компетенция ПК-2 предусматривает применение на практике приемов составления научно-технических отчетов, обзоров, пояснительных записок, анализ информации и умение представлять результаты полевых и лабораторных биологических исследований.

Освоение данных компетенций на трех уровнях возможно при выполнении обучающимися лабораторных работ, практических занятий, и курсовой работы при изучении дисциплины «Методы оценки качества и экологической безопасности биологических объектов» в 6, 7 и 8 семестрах. Курсовая работа предусмотрена учебным планом и рабочей программой дисциплины в 7 семестре и предусматривает получение индивидуального задания на выполнение курсовой работы с указанием темы, цели и задач исследования, природного водоема, который выбран в качестве объекта для исследования. Также в задании указываются исходные данные для выполнения курсовой работы. Каждая курсовая работа состоит из трех разделов: «литературный обзор», «материалы и методы исследования» и «результаты исследования». При выполнении курсовой работы каждым студентом осуществляется самостоятельный сбор и анализ литературных данных, который включает оценку роли воды в биосфере, описание историко-географической характеристики водоема, выбранного в качестве объекта исследования, и анализ ранее проведенных исследований о состоянии водного объекта. «Материалы и методы исследования» являются вторым разделом курсовой работы и содержат схему исследования с указанием этапов, методику пробоотбора, описание методов комплексной эколого - биохимической оценки водоемов в природных условиях по балльной шкале Большакова и методы оценки органолептических показателей воды. Описание результатов

исследования и анализ полученных данных с формулировкой выводов представлены в третьем разделе курсовой работы.

Примером курсовой работы, выполненной студентом Рахматуллиным А.Ф. является работа по теме «Комплексная эколого-биохимическая оценка родников Башкирии».

В первом разделе курсовой работы дана характеристика понятия «природные водоемы», которые являются частью мирового океана и представляют собой постоянное или временное скопление воды в естественных или искусственных впадинах. К природным водоемам относятся озера, реки, водохранилища и родники. Оценка экологического и биохимического состояния водоемов является актуальной, так как в настоящее время одной из основных экологических проблем является загрязнение природных водных объектов [1].

Во введении определена цель курсовой работы - анализ методов оценки экологического и биохимического состояния родника «Кургазак», как объекта биологического исследования, расположенного в Башкирии. Определены три задачи исследования: проведение комплексной экологической оценки родника «Кургазак»; оценка органолептических показателей воды и оценка количественного содержания растворенного в воде кислорода.

При анализе литературных источников было установлено большое функциональное значение воды в биосфере [2].

Объект эколого-биохимического исследования, родник «Кургазак», расположен южнее санатория «Янган-Тау», в деревне «Комсомол» Республики Башкортостан. Он вытекает из отрогов горного хребта Каратау. Богатая минералами вода по тектоническому разлому поднимается с глубины в 600 - 800 метров. Дебит источника составляет от 100 до 125 л/с. Вода из источника выходит из нескольких мощных грифонов и является теплой в любое время года [3].

По своему составу вода источника «Кургазак» относится к гидрокарбонатной и магниево-кальциевой. Вод источник относится к минерализованным, но содержит важные микроэлементы: железо, марганец, фосфор, цинк, медь, титан, бериллий, молибден, хром, кремний, а также радон (5,4-6,3 нКи/л). Ранее проведенными исследованиями установлено, что вода из источника обладает мочегонным действием и способствует выведению избытка солей из организма, слизи и воспалительных элементов из мочевых путей. Наличие ионов магния и кальция оказывает антиспастическое, желчегонное и болеутоляющее действие. Вода источника «Кургазак» применяется при лечении заболеваний желудочно-кишечного тракта и мочевыделительной системы [3].

Также в ходе анализа литературных источников было установлено, что «Кургазак» является гидрологическим памятником природы республики Башкортостан [3].

При оценке комплексного экологического состояния родника необходимо учитывать то, что степень неблагополучия определяется многими параметрами, включающими как состояние самого водоема, его

антропогенного загрязнения, состава водной фауны и флоры, так и состояние прибрежной полосы водоема [2].

При комплексной оценке экологического состояния природного водоема «Кургазак» используется балльная шкала Большакова [2], результаты которой приведены в таблице 1:

Таблица 1 — Экологическое состояние родника «Кургазак» по шкале Большакова.

№ п/п	Показатели состояния	Оценка в баллах экологического состояния родника
1.	<i>Физическое загрязнение</i> – обилие наносов на дне водоема – свалки мусора на берегу – наличие кострищ – необорудованные пляжи	0 0 0 0
2.	<i>Химическое загрязнение</i> а) реакция воды: - кислая; - щелочная; б) радужные и маслянистые пятна: на поверхности водоема в) азотистые и фосфорные соединения за счет смыва удобрений и органических остатков (бурное развитие водной растительности)	0 1 0 0
3.	<i>Биологическое загрязнение</i> - наличие сине-зеленых водорослей (цветение воды) - наличие ряски в водоеме	0 0
4.	Степень повреждения растительности на берегу (вытаптывание, механические повреждения растений) более чем на 50%	0
Итого:		1 балл

Исходя из таблицы, можно сделать вывод о том, что экологическое состояние родника «Кургазак» по шкале Большакова хорошее.

Отбор проб воды из источника проводился в соответствии с требованиями ГОСТ "Вода. Общие требования к отбору проб" [4].

Методы исследования органолептических показателей воды проводились в соответствии с ГОСТ Р 57164-2016 «Вода питьевая. Методы определения запаха, вкуса и мутности» [5].

Запах воды оценивался по балльной шкале от 0 до 5 баллов, где 0 - 2 балла – это вода без запаха [5].

Оценку вкуса у воды из открытых источников проводят только в том случае, когда отсутствует запах. Различают четыре вкуса (соленый, горький, кислый, сладкий). Остальные вкусовые ощущения считаются привкусами [5].

Цветность воды определялась в градусах. Прозрачность определялась высотой столба жидкости в сантиметрах, через который виден специальный шрифт.

Осадок оценивался количественно и качественно.

Температура воды в источнике сравнивали с естественным значением температуры окружающей среды [5].

Согласно вышеперечисленным правилам, был произведен органолептический анализ воды родника Кургазак.

Запах воды из родника Кургазак не ощущается, что соответствует 0 баллов, оценка вкуса воды и ее привкус не ощущались, что также соответствует 0 баллов.

Цветность воды родника Кургазак определяли с помощью спектрофотометра. Вода имела цветность менее 20^0 по шкале цветности и, следовательно, считается бесцветной согласно ГОСТ Р 57164-2016 «Вода питьевая» [5].

Поскольку степень прозрачности воды выражается высотой столба жидкости в сантиметрах, через который виден специальный шрифт и прозрачность воды для питьевого водоснабжения должна быть не менее 30 см, то прозрачность (светопропускаемость) воды из родника Кургазак, составляет 45 см [6].

Значения рН воды составляет 7,3, что соответствует ГОСТ Р 57164-2016 «Вода питьевая» [5].

Для оценки степени чистоты воды из источника также оценивалось содержание растворенного в воде кислорода [2]. Для этого пробы воды отбирали в стеклянные емкости (100 мл) с притертой пробкой. Заполненную до краев склянку закрывали притертой пробкой, чтобы под ней не было пузырьков воздуха. Склянки помещали в чашки Петри и фиксировали кислород. Далее проводили последовательное титрование [2].

Рассчитывали количество растворенного в воде по формуле 1:

$$X = (A * N * 8 * 1000) / (V_1 - V_2) \quad (1);$$

где X – содержание растворенного в воде кислорода мг/л;

A – объем тиосульфата натрия, пошедший на титрование пробы, мл;

N – нормальность тиосульфата натрия с учетом поправки;

8 – эквивалентная масса кислорода, соответствующая 1 мл 1N раствора тиосульфата натрия, г;

V_1 – объем пробы, взятой для титрования, мл (100);

V_2 – объем реактивов, добавленный до образования $Mn(OH)_2$, (2мл); 1000 – множитель для перевода в мг [2].

В данном исследовании вода из родника «Кургазак» показала высокую степень насыщения кислородом - 18,54 мг/л, что позволило отнести воду из источника к первому классу вод – «очень чистые».

Таким образом в ходе выполнения курсовой работы по комплексной эколого-биохимической оценке родника «Кургазак», обучающийся освоил комплекс методов по оценке экологического состояния природных водоемов по балльной шкале, методы органолептического и спектрофотометрического анализа воды, методы количественной оценки содержания растворенного в воде кислорода, научился анализировать и представлять полученные результаты, что соответствует высокому уровню освоению заявленных выше общепрофессиональных и профессиональных компетенций.

Список литературы

1 Зацепина, Г. Н. Свойства и структура воды / Г. Н. Зацепина – Москва: Издательство МГУ, 2015. – 160 с.

2 Воскресенская, О. Л. Организм и среда: факториальная экология: учебное пособие / О. Л. Воскресенская, Е. А. Скочилова, Т. И Копылова и др. – Йошкар-Ола, 2005. – 180 с.

3 Абдрахманова, Е. Р. Качество питьевой воды и его влияние на здоровье населения Республики Башкортостан // Вода: химия и экология. – 2013. – № 5. – С. 105–111.

4 ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб. – Введ. 2001-07-01. – Москва: Технический комитет по стандартизации ТК 343 "Качество воды", 2001. – 27 с.

5 ГОСТ Р 57164-2016. Вода питьевая. Методы определения запаха, вкуса и мутности. – Введ. 2018-01-01. – Москва: Технический комитет по стандартизации ТК 343 "Качество воды" и ЗАО "Центр исследования и контроля воды", 2018. – 39 с.

6 СанПиН 2.3.2.1078-2001 ««Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения» – Введ. 2001-12-03. – Москва: Минздрав России, 2001. – 23с.

ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ И РАДИОНУКЛИДАМИ

Орлова Н.Г., Терехова Н.А.

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

Антропогенное воздействие на биогеохимические круговороты микроэлементов было значительным со времен существования римской империи, но стало усиливаться в последние 150 лет. Ученые многих стран изучают роль отдельных источников загрязнения окружающей среды металлами, используя различия в концентрациях и коэффициентах обогащения по сравнению с естественными выходами пород [1].

Приоритетными загрязнителями окружающей среды являются Cd, Pb, As, Zn, поскольку их накопление в природе происходит высокими темпами. Многие тяжелые металлы (ТМ) обладают большим сродством к физиологически важным органическим соединениям (например, ферментам) и способны их инактивировать. Чрезмерное поступление контоминаторов в живые организмы нарушает обменные процессы, тормозит рост и развитие. В сельском хозяйстве это отражается на качестве продукции и снижении урожайности культур. В овощных и кормовых культурах накопление ТМ часто достигает опасного для человека и животных уровня без заметных внешних проявлений. Металлы, попавшие в организм человека, выводятся очень медленно, и даже небольшое их количество с пищей может вызвать кумулятивный эффект [2].

Радиоактивное излучение – это естественная часть биогеоценозов. В природной среде существует нормальный уровень радиации, который исходит от горных пород, от почвы, а также от живых организмов. Среда считается загрязненной радиацией, если ее уровень превышает ее естественный уровень.

До развития промышленности, такой проблемы как «радиоактивное загрязнение» не наблюдалось. Человек стал добывать радиоактивную руду (уран, цезий, торий и т.д.) и использовать ее в различных отраслях промышленности. На сегодняшний день радиоактивные продукты используются почти во всех сферах жизни человека: от топлива для ракет, оружия и до медицины [3].

Антропогенными источниками радионуклидов в почве являются испытания ядерного оружия, исследовательские и промышленные ядерные реакторы, горнодобывающая промышленность (добыча урана и тория), предприятия по переработке и обогащению урана, научно-исследовательские лаборатории, промышленные предприятия и медицинские учреждения, использующие радиоактивные изотопы, места захоронения радиоактивных отходов. Особое место в загрязнении почв радиоактивными изотопами занимают аварии на атомных электростанциях (АЭС) и предприятиях ядерного

топливного цикла, в результате которых радиоактивному загрязнению подвергаются огромные территории.

Нарушения во время эксплуатации АЭС могут стать причиной заражения прилегающей территории радиоактивными продуктами. То же самое происходит при испытании и использовании ядерного оружия.

О воздействии радиации на человека давно известно, большие дозы вызывают лучевую болезнь и смерть, небольшие дозы могут вызвать раковые опухоли и мутации в потомстве. Воздействие радиоактивного излучения на животных и растения имеет схожее действие. Радиоизотопы способны накапливаться в растениях, а затем передаваться по трофическим цепям и аккумулироваться в организмах консументов [4].

Для защиты окружающей среды по всему миру были разработаны методы переработки и утилизации ядерных отходов. В зависимости от степени их радиоактивности и от агрегатного состояния их можно сжечь, отправить на вторичную переработку, дезактивировать или захоронить.

Отслеживание источника тяжелых металлов в окружающей среде является ключом к пониманию их загрязнения и естественных циклов в поверхностных резервуарах Земли.

В верхнем слое почвы концентрируются радиоактивные стронций и цезий, откуда они поступают в организм животных и человека. Лишайники северных зон обладают повышенной способностью накапливать радиоактивный цезий. Олени, которые питаются ими, накапливают изотопы, и население, использующее оленину в пищу, имеет в организме в 10 раз больше цезия, чем у других северных народов [3].

Кадмий. В окружающей среде были обнаружены следы загрязнения кадмием. У Cd шесть стабильных изотопов с массами от 106 до 114 (главный ^{114}Cd , 28,73%). В природе зафиксированы вариации изотопного состава ($^{114/110}\text{Cd}$) в пределах 4 ‰. Данных по изотопии Cd еще очень немного. Есть перспективы использования изотопов кадмия для идентификации антропогенного воздействия, поскольку выявлено фракционирование изотопов Cd в металлургических процессах.

Соотношение изотопов кадмия обычно измеряется в метеоритах и других внеземных образцах. Кадмий, фракционированный изотопами промышленными методами, был впервые обнаружен в окружающей среде. На тех же образцах систематика изотопов свинца показала, что материалы, фактически использовавшиеся на нефтеперерабатывающем заводе, не были основным источником свинца в почвах. С другой стороны, изотопы и концентрации Cd, измеренные в верхних слоях почвы, определили три основных источника (промышленная пыль, шлак и сельское хозяйство). Предполагают, что антропогенные процессы могут привести к нескольким миллионам изменений соотношения изотопов $^{114}\text{Cd}/^{110}\text{Cd}$ в ходе фракционирования изотопов.

Металл плохо выводится из организма теплокровных. Он способен аккумулироваться в тканях животных и человека, вызывая нарушения

сердечно-сосудистой деятельности, канцерогенез, онкогенез и др. У человека потребление 10 мг кадмия сопровождается признаками отравления [4].

Мышьяк. Мышьяк признан важным широко распространенным элементом, который может вызывать загрязнение воздуха, почвы и воды. Актуальные проблемы, касающиеся воздействия As на окружающую среду, связаны с производством электроэнергии путем сжигания угля, а также геотермальными выбросами.

Однако ежедневное воздействие As может увеличиться из-за загрязнения различных частей экосистем, которые могут попасть в пищевую цепочку, так что человек может подвергнуться воздействию аномальных количеств мышьяка с потенциальными опасными биохимическими эффектами. Основное воздействие на окружающую среду связано с употреблением питьевой воды, содержащей высокие уровни As.

Оценка ежедневного воздействия As на человека составляет 10-50 мкг через пищу, 2 мкг через воду, 10-32 мкг через дым, 0,2-3 мкг через воздух.

Цинк. Цинк является важным микроэлементом во всех живых системах. Zn имеет 5 стабильных изотопов с массами от 64 до 70 (^{64}Zn , 48,63%). В природе зафиксированы вариации изотопного состава (^{66}Zn) в пределах 2 ‰, в практике геохимических исследований они еще не использовались. Токсичность цинка и большинства соединений, как правило, низкая, но иногда промышленные и бытовые отходы содержат Zn в концентрациях, которые могут быть опасны для окружающей среды. Гораздо более опасными являются примеси, сопровождающие цинк, такие как кадмий и свинец. Основным источником цинка являются сточные воды и твердые выбросы в результате производства и переработки цинка, других цветных металлов, электростанций, работающих на угле, и сжигания полезных ископаемых. Более того, превышение порогового значения токсичности Zn в основном связаны с загрязнением окружающей среды в результате промышленной и сельскохозяйственной деятельности, такой как выбросы плавильных печей и мусоросжигательных заводов, поступление из отвалов горных пород, чрезмерное применение Zn-содержащих удобрений или пестицидов и использование загрязненных металлом сточных вод, ила, навоза или промышленных отходов в качестве удобрений, становятся основными поставщиками металла в почву [5].

Избыточное накопление цинка в организме человека может спровоцировать фиброз поджелудочной железы, задержку роста и нарушение минерализации костей, разбалансирование метаболического равновесия других металлов. При дефиците цинка наблюдается задержка роста, перевозбуждение нервной системы и быстрое утомление, бесплодие [6].

Свинец. Конец XX века ознаменовался активным накоплением свинца во всех средах. Малоподвижность ионов даже при низких значениях pH способствует аккумуляции металла в почве. Различные типы почв характеризуются разной скоростью вымывания свинца, значения этого показателя колеблется пределах от 4 до 30 г/га в год. В то же время количество

вносимого свинца может составлять в различных районах от 40 до 530 г/га в год.

Опасность попадания свинца с частицами почв в организм человека является одним из определяющих факторов при оценке опасности загрязнения почв населенных пунктов. Фоновые концентрации свинца в почвах разных природных зон колеблются в пределах 10-70 мг/кг. По мнению исследователей, содержание свинца в городских почвах не должно превышать 100 мг/кг – при этом обеспечивается защита организма человека от избыточного поступления свинца через руки и загрязненные предметы. Растения более устойчивы по отношению к свинцу, чем люди и животные, поэтому необходимо тщательно следить за содержанием Pb в продуктах питания растительного происхождения и в фураже.

Высокими показателями загрязнения свинцом характеризуются территории, прилегающие к предприятиям цветной металлургии, отходоперерабатывающим комплексам и транспортным узлам. Научно доказано, что наибольшая доля свинца попадает в окружающую среду от такого источника как транспорт, на долю цветной металлургии приходится около 20 % и 10 % на предприятия по производства стали, чугуна и иных сплавов железа. Однако запрет на использование тетраэтилсвинца в качестве присадки для моторного топлива благотворно способствовал снижению поступления металла в почву в связи, с чем можно сделать прогноз, что в будущем этот источник загрязнения в значительной степени будет ликвидирован [7].

Проникая в почвы при антропогенном загрязнении, тяжелые металлы и радиоизотопы влияют на ее биологические, химические и физические свойства, оказывая тем самым прямое негативное воздействие на окружающую среду.

Поступая в организмы из почвы и нарушая обмен веществ, ТМ и радионуклиды сокращают эффективность растений и качество продукции растениеводства и животноводства.

Для сохранения плодородия почвенного покрова, увеличения продуктивности сельскохозяйственных земель, необходимо регулярный мониторинг, фитодиагностика техногенных загрязнений экотоксикантами и тщательный радиологический надзор. На значимых площадях необходимо выполнение комплекса реабилитационных мероприятий, снижающих подвижность/доступность тяжелых металлов и радиоактивных изотопов в почвы, воды, атмосфера для предотвращения дальнейшего их вовлечения в пищевые цепи.

Список литературы:

1. Мотузова, Г. В. Экологический мониторинг почв / Г. В. Мотузова, О. С. Безуглова. – М.: Академический Проект; Гаудеамус, 2007. – 237 с.
2. Банников, А. Г. Основы экологии и охрана окружающей среды / А.Г. Банников – М.: Наука, 1999. – 211 с.
3. Кудряшов Ю.Б. Радиационная биофизика / Ю. Б. Кудряшов — М.: Физматлит, 2004. — С. 136.

4. Воронцов, А. И. Охрана природы/ А. И. Воронцов, Е. А. Щетинский, И. Д. Никодимов – М.: Просвещение, 2009. – 248 с.

5. Galaktionova, L. Bioeffects of Zn and Cu nanoparticles in soil systems / L. Galaktionova, I. Gavrish, S. Lebedev // Toxicology and Environmental Health Sciences. 2019. - № 4.- P. 259-270.

6. Kirk, W. P. Krypton 85: a review of the literature and an analysis of radiation hazards / W. P. Kirk. - Environmental Protection Agency. Office of Research and Monitoring, 2008. – 67 pp.

7. Набивач, В. М. Основы экологического нормирования и промышленной токсикологии : Учеб. пособие / В. М. Набивач, М. П. Сухой. - 2-ге вид., перероб. та доп. - Днепропетровск : УГХТУ, 2010. - 235 с.

БЛОКИРОВАНИЕ АУТОИНДУКТОРА GBAP И ИНАКТИВАЦИЯ МЕХАНИЗМА MurA, КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ПОДХОД К ПРЕОДОЛЕНИЮ РЕЗИСТЕНТНОСТИ БАКТЕРИЙ

Плотникова Ю.А.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Оренбургский государственный университет

Наличие большого количества устойчивых к лекарствам бактерий привело к открытию антибактериальной терапии с новыми механизмами или мишенями. Одним из многообещающих механизмов является ингибирование синтеза клеточной стенки бактерий [1].

Клеточная стенка бактерий является одним из их средств защиты от внешней среды, состоящей из полисахаридов, полипептидов и пептидогликана. Роль пептидогликана заключается в стабилизации клеточных стенок как крупных клеточных макромолекул или основных структурных компонентов. В последующем биосинтез пептидогликана представляет собой мультистадийный процесс, включающий:

1. образование N-ацетилглюкозамина (NAG) и N-ацетилмурамовой кислоты (NAM) дисахаридных пентапептидных предшественников пептидогликана;
 2. транспорт через клеточную оболочку
 3. сборка предшественников в растущий слой пептидогликана.
- Ферменты Mur, особенно фермент MurA, являются одним из ферментов, необходимых для синтеза пентапептида дисахарида.

UDP-N-ацетилглюкозамин-1-карбоксивинилтрансфераза (MurA) катализирует первую стадию биосинтеза предшественника пептидогликана [2]. Таким образом, ингибирование фермента MurA считается шагом к предотвращению выживания бактерий, так как он играет важную роль как в грамположительные и грамотрицательные бактерии [3].

Другой подход к подавлению роста бактерий заключается в нарушении системы кворум-сенсора (QS). Этот метод широко рассматривался при оценке разработки новых методов лечения устойчивости к противомикробным препаратам. Системы QS включают коммуникацию бактерий, которые могут контролировать экспрессию генов с помощью сигнальных молекул или аутоиндукторов [4].

При ощущении плотности клеточного кворума последние будут вызывать затвердевание молекул в окружающей среде и способствовать активации соответствующих рецепторов на клеточной поверхности или в цитоплазме. Следовательно, транскрипция гена QS будет активной [5].

При блокировке одной из стадий QS, такой как ингибирование GBAP (феромона, активирующего биосинтез желатиназы), межклеточная связь у бактерий будет нарушена, и бактерии автоматически погибнут [6].

Другой подход заключается в том, чтобы вмешиваться в связь между бактериальными клетками и системой QS, что облегчается использованием вычислительных методов и методов докинга. Виртуальная фильтрация может помочь найти наиболее подходящий набор соединений, которые проявляют биологическую активность из природных ресурсов эффективным образом [7].

На сегодняшний день в фармакологии часто применяются различные биологически активные вещества растений: эфирные масла, органические кислоты, алкалоиды, витамины, дубильные вещества, смолы, слизи, фитонциды и др. Во время изучения терапевтической активности лекарственных растений оказалось, что в клинической практике наиболее эффективно их применять без химической обработки в виде настоев, отваров, настоек и так далее. [8]

Большое количество соединений, обладающих антибактериальными свойствами, связано с тем, что растения в силу своего стиля жизни тесно связаны с миром микроорганизмов и поэтому были вынуждены развить специфическую регуляцию, позволяющую им поддерживать оптимальное количество симбионтных бактерий в своих тканях и элиминировать фитопатогенные виды. Как правило, антибактериальной активностью обладают вторичные метаболиты растений – флавоноиды, алкалоиды, терпены. Однако при изучении суммарных растительных экстрактов нельзя не учитывать влияние таких соединений как сахара и аминокислоты, которые также способны воздействовать на жизнедеятельность микроорганизмов.

Чтобы продолжить поиск новых перспективных антибактериальных средств против патогенных бактерий мы попытались идентифицировать и определить антибактериальные компоненты лекарственного растения Кора дуба (*Quercus cortice*).

Растение содержит фенолы, алкалоиды, флавоноиды и дубильные вещества, обладающие антибактериальными и антиоксидантными свойствами [9].

В своем исследовании мы сосредоточились на поиске антибактериальных компонентов *Quercus cortice* против патогенных бактерий *S. Aureus*, *P. Aeruginosa* и *E. Coli* с помощью наиболее эффективного механизма путем прогнозирования молекулярного взаимодействия при ингибировании белка GВАР, желатиназы и сериновых протеаз, которые играют роль в системе QS.

Список литературы

1. Kurnia D., Apriyanti E., Soraya C. Antibacterial flavonoids against oral bacteria of *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 from Sarang Semut (*Myrmecodia pendans*) and its inhibitor activity against enzyme MurA. *Curr. Drug Discov. Technol.* 2019;16:290–296. doi: 10.2174/1570163815666180828113920.
2. Smith C.A. Structure, function and dynamics in the mur family of bacterial cell wall ligases. *J. Mol. Biol.* 2006;4:640–655. doi: 10.1016/j.jmb.2006.07.066.
3. Nikolaidis I., Dessen A. Resistance to antibiotics targeted to the bacterial cell wall. *Prot. Sci.* 2014;23:243–259. doi: 10.1002/pro.2414.

4. Bassler B.L., Losick R. Bacterially Speaking. *Cell*. 2006;125:237–246. doi: 10.1016/j.cell.2006.04.001.
5. Rutherford S.T., Bassler B.L. Bacterial quorum sensing: Its role in virulence and possibilities for its control. *CSH Perspect. Med.* 2012;2:a012427. doi: 10.1101/cshperspect.a012427.
6. Ali L., Goraya M.U., Arafat Y., Ajmal M., Chen J., Yu D. Molecular mechanism of quorum-sensing in *Enterococcus faecalis*: Its role in virulence and therapeutic approaches. *Int. J. Mol. Sci.* 2017;18:960. doi: 10.3390/ijms18050960.
7. Lavecchia A., Giovanni C.D. The biophilic quality index. A tool to improve a building from “Green” to restorative. *Curr. Med. Chem.* 2013;20:2839–2860. doi: 10.2174/09298673113209990001.
8. Муравьев, Д. А. Фармакогнозия: учебник / Д. А. Муравьев, И. А. Самылина, Г. П. Яковлев. – Изд.4-е. – М. : Медицина. – 2002. – 656 с.)
9. Платонов В.В., Хадарцев А.А., Сухих Г.Т., Дунаев В.А., Волочаева М.В. Химический состав органического вещества коры дуба обыкновенного (черешчатого) – (*Quercus Robur l.*, семейство буковые – *Fagaceae*) (сообщение I – *H*-гексановый экстракт) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2020. №1. Публикация 3-6. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2020-1/3-6.pdf> (дата обращения: 13.02.2020). DOI: 10.24411/2075-4094-2020-16605. *)

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ И ДРУГИХ СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ К ПОВЫШЕНИЮ КАЧЕСТВА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ-БИОХИМИКОВ

**Плотникова Ю.А., Барышева Е.С., д-р мед.наук, профессор,
Сизенцов А.Н., канд.биол.наук, доцент, Чернова В.С.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования Оренбургский государственный университет**

Биохимик – специалист широкого профиля, компетенция которого подразумевает безупречные знания в области молекулярной биологии, химии, генетики, фармакологии, биоинженерии, биоинформатики и иных смежных дисциплин. Такой специалист будет всегда востребован и в исследовательской лаборатории, и в медицинском центре, и в аграрном секторе, и т.д.

Поэтому в системе высшего образования, биохимия как наука, объединяет множество предметных областей, общим интересом которых являются любые проявления жизни на молекулярном уровне и формирующим представлением о принципах развития и закономерностях функционирования живой природы [1].

Однако, накопленные за последние десятилетия, огромные массивы новой информации о биологических и химических процессах, происходящих в живых системах, о методах и способах их изучения и представления требуют современного подхода к интеграции этих знаний в образовательный процесс.

Важной тенденцией в подготовке и организации учебного процесса является активное использование компьютерных и информационных технологий.

Так широкой популярностью при подготовке к занятиям, как среди студентов так и среди преподавателей пользуются следующие образовательные сайты и журналы: [http:// https://biochemistry.pro/](http://https://biochemistry.pro/); <http://ru.wikipedia.org/>; <https://vpopov.professorjournal.ru/>; <http://sci-hub.org/>; <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov> <http://www.mendeley.com/>, а также humbio.ru/humbio/molbio.htm (молекулярная биология) и сайты ведущих университетов <http://mol.bio.msu.ru> (МГУ), <http://bio.bsu.by> (БГУ); образовательные ресурсы: Международный союз биохимии и молекулярной биологии International Union of Biochemistry and Molecular Biology, IUBMB), международная неправительственная организация, в состав которой входит Федерация Европейский биохимических обществ (FEBS), издает журналы «Trends in Biochemical Sciences», «Biotechnology and Applied Biochemistry», «IUBMB Life», «Biochemistry and Molecular Biology Education» (первоначально «Biochemical Education»), «BioEssays», «BioFactors», «Molecular Aspects of Medicine» и т.д [2].

На сегодняшний день созданы и ежедневно обновляют данные ряд компьютерных программ, которые являются незаменимыми помощниками в

изучении биохимии бакалавров, магистрантов и специалистов кафедры биохимии и микробиологии.

RyMOL- программа молекулярной визуализации, позволяющая получить высококачественное трехмерное изображение любых мелких и макромолекул.

Unipro UGENE – программное обеспечение, анализирующее данные, полученные при секвенировании. Позволяет проводить работу с множественными выравниваниями, аннотациями, последовательностями и др [3]. Поиск осуществляется онлайн, в таких базах данных, как NCBI, PDB, UniProtKB/Swiss-Prot, UniProtKB/TrEMBL, на серверах DAS; используются программы ClustalW, ClustalO, MUSCLE, Kalign, MAFFT, T-Coffee; BLAST; REBASE; интегрированный пакет Primer3 для дизайна ПЦР-праймеров; клонирование *in silico*; анализ RNA-Seq данных с помощью TopHat и инструментов Cufflinks; поиск сайтов связывания транскрипционных факторов с использованием весовых матриц или алгоритма SITECON; построение филогенетических деревьев (с помощью PHYLIP Neighbor Joining, MrBayes или PhyML Maximum Likelihood) и многое другое [3].

Среди наиболее доступных и часто используемых банков данных в биохимии и молекулярной биологии выделяют Protein Data Bank. PDB – это банк данных по трёхмерным структурам белков и нуклеиновых кислот. Включает информацию, собранную методами рентгеновской кристаллографии или ЯМР-спектроскопии, и, все чаще, криоэлектронной микроскопии вносится в базу данных биологами и биохимиками со всего мира, и доступна бесплатно в сети Интернет.

GenBank – система данных, с открытым доступом, которая содержит множество аннотированных последовательностей ДНК и РНК, вместе с последовательностями закодированных в них белков. GenBank курируется Национальным центром биотехнологической информации США (NCBI) и доступен на бесплатной основе исследователям всего мира. MOL-BIOL.RU - это научно-образовательный проект, который посвящен молекулярной биологии и смежным наукам. Основная идея портала – создание большого информационного ресурса, целью которого является предоставление информации по всем разделам биохимии, молекулярной биологии, генетики [4].

С 1951 года и по сегодняшний день в рабочий арсенал специалистов – биохимиков внедрены и активно применяются методики: рентгеноструктурный анализ белков и ДНК, ультрацентрифугирование макромолекул, рестрикционный анализ, хроматография, клонирование, саузэрн-блоттинг, секвенирование белка и нуклеиновых кислот, сканирующая туннельная и атомно-силовая микроскопия, ПЦР, микрочипы и масс-спектрометрия, ЯМР, созданы методы использования тотипотентных, плюрипотентных, мультипотентных и олигопотентных стволовых клеток, внедрены иммунопреципитационные алгоритмы секвенирования хроматина и многие другие.

Информации и видеоматериала по описанным методам исследования, принципам работы оборудования и выходным данным очень много в сети Интернет и студенты легко могут с ней ознакомиться. Однако, особенно важной в обучении будущих заявленных специалистов является перспектива оценить возможности современных методов исследования и работы оборудования не только в теории, но и на практике.

Поскольку, вышеописанные методики и оборудование – в большинстве своем - дорогостоящие и не каждый ВУЗ может позволить себе их приобрести – возможен вариант заключения договоров о сотрудничестве между учебным заведением и иными исследовательскими, научными, медицинскими и др. организациями, на базе которых функционирует такое оборудование и проводить запланированные практические занятия как экскурсии.

Еще одной значимой тенденцией в преподавании биохимии является возможность вести качественный образовательный процесс в условиях современной эпидемиологической обстановки. Пандемия новой коронавирусной инфекции (2019-nCoV, SARS-CoV2) затронула абсолютно все аспекты существования человечества, исключением не стала и сфера образования. (2) Использование пространств Moodle, АИССТ и т.д. открыло возможности для самостоятельной деятельности и саморазвития студентов в едином образовательном пространстве.

Все образовательно-информационные ресурсы делят на следующие группы:

- a) программно-нормативный раздел (включает учебную программу, КТП лекций и занятий, расписание занятий, а также графики консультаций и отработок);
- b) лекционный раздел;
- c) теоретический раздел (учебные пособия и практикумы);
- d) практический раздел (методические рекомендации к занятиям);
- e) раздел контроля знаний (тесты, сборник задач);
- f) вспомогательный раздел (интернет-ресурсы).

Одной из наиболее важных характеристик образовательных сайтов является простота и удобство в использовании [5].

Реализация соответствия подготовки биохимиков требованиям их будущей профессиональной деятельности подразумевает упорный труд и, конечно же, время. Чем раньше школьник определится с будущей профессиональной сферой, тем более целенаправленны и конкретизированы будут предметы его интересов, и соответственно, тем больше соответствующих полезных знаний и навыков он может приобрести.

На базе Оренбургского государственного университета, кафедрой биохимии и молекулярной биологии создана и функционирует «Школа юного биохимика и микробиолога». Работа организована на платформе Leader-ID, онлайн, где ежемесячно проводятся семинары для учащихся 9-11 классов с профориентационной направленностью. Также активно проводятся и другие профориентационные мероприятия (экскурсии школьников на кафедру,

олимпиады, выезд преподавателей кафедры в школы для проведения профориентационной работы и т.д.)

Для студентов с любым уровнем исходных знаний по биохимии требуются довольно значительные усилия для запоминания формул, путей превращения молекул, некоторых видов классификаций, механизмов реакций и т.д. В связи с этим, незаменимым элементом обучения является участие преподавателя, который должен показать, объяснить студенту, что в строении молекул или их превращениях существуют определенная молекулярная логика, облегчающая запоминание процесса [5].

Таким образом, в результате эффективной профориентационной работы, квалифицированной подачи информации со стороны преподавателя, использования всевозможных компьютерных ресурсов, правильно организованной практической подготовки у студента формируется убежденность в необходимости и полезности получения знаний, повышается уровень и глубина его подготовки.

Результатом станет эффективное обучение, формирующее профессиональную грамотность и развитие индивидуальных качеств специалиста – биохимика.

Список литературы

1. Место и роль информационных технологий в преподавании биохимии / В. В. Емельянов, Н. Е. Максимова, Н. Н. Мочульская, В. А. Черешнев, А. В. Кружалов // Новые образовательные технологии в вузе: Шестая международная научно-методическая конференция, 2-5 февраля 2009 года : сборник тезисов докладов : Часть 2. — Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2009. — С. 112-115.

2. Современные проблемы биохимии и молекулярной биологии : Сборник статей II Белорусского биохимического конгресса (г. Гродно, 17-18 мая 2018 г.), Гродно, 17–18 мая 2018 года / Под общей редакцией И.Н. Семенени и А.Г. Мойсеенка. – Гродно: ИВЦ Минфина, 2018. – 795 с.

3. Чиркин, А.А. Обоснование целесообразности преподавания биоинформатики на второй ступени высшего биологического образования / А.А. Чиркин // Актуальные проблемы химического образования в средней и высшей школе: сборник научных статей / Витеб. гос. ун-т; редкол.: Н.М.Прищепа (гл. ред.) [и др.]; под ред. профессор Е.Я. Аршанского. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2018. – С. 325-327.

4. Чиркин, А.А. Альтернативный сплайсинг и посттрансляционная модификация белков в увеличении разнообразия белков в клетке: для адаптации и эволюции /А.А. Чиркин, В.В. Долматова // Биохимия и молекулярная биология. Сб. научных статей. Выпуск 1 Посттрансляционная модификация белков. - Минск: «Беларуская навука», 2017. – С. 48-59.

5. Актуальные проблемы биохимии : Сборник материалов научно-практической конференции с международным участием, Гродно, 28 мая 2021 года / Редколлегия: В.В. Лелевич (отв. ред.) [и др.]. – Гродно: Гродненский

государственный медицинский университет, 2021. – 278 с. – ISBN 9789855955833.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ И КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ СПЕКТРОВ ПРИ ИЗВЛЕЧЕНИИ ЙОДА ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ

Пономарева П.А.

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

Спектрофотометрический метод широко используется для изучения равновесия в системах с быстро протекающими реакциями, так как он позволяет определить концентрации отдельных частиц без воздействия на систему, т. е. без нарушения установившегося равновесия. Поэтому спектрофотометрическим методом часто пользуются при изучении равновесных процессов в минерализованных галогенсодержащих системах, в связи с тем, что поглощение света галогенами происходит в видимой и ближней ультрафиолетовой областях, а присутствующие в растворах фоновые соли минерализации, в этих областях не поглощают. Важным преимуществом метода является быстрота определения. Некоторые затруднения обусловлены возможным улетучиванием галогенов из раствора, а также взаимодействием галогенов с водой при длительном облучении растворов [1].

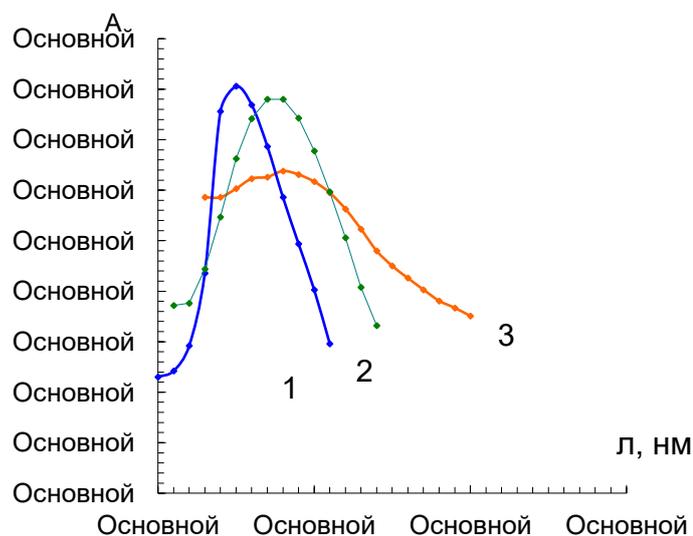
Цвет растворов иода зависит от природы растворителя. Растворители, не сольватирующие молекулы иода, дают с ним окраску от розового до пурпурного. Спектры поглощения таких растворов схожи со спектром поглощения иода в парообразном состоянии. Если растворитель образует сольват с молекулами иода окраска растворов будет буро-коричневой [4].

Распределение иода между водной и органической фазами по механизму простого физического распределения предполагает отсутствие химического взаимодействия между экстрагентом и экстрагируемым веществом. Образование химической связи при экстракции приводит к смещению существующих и появлению новых полос поглощения в спектрах исследуемых систем.

Были проведены спектрофотометрические исследования в видимой и инфракрасной областях спектра.

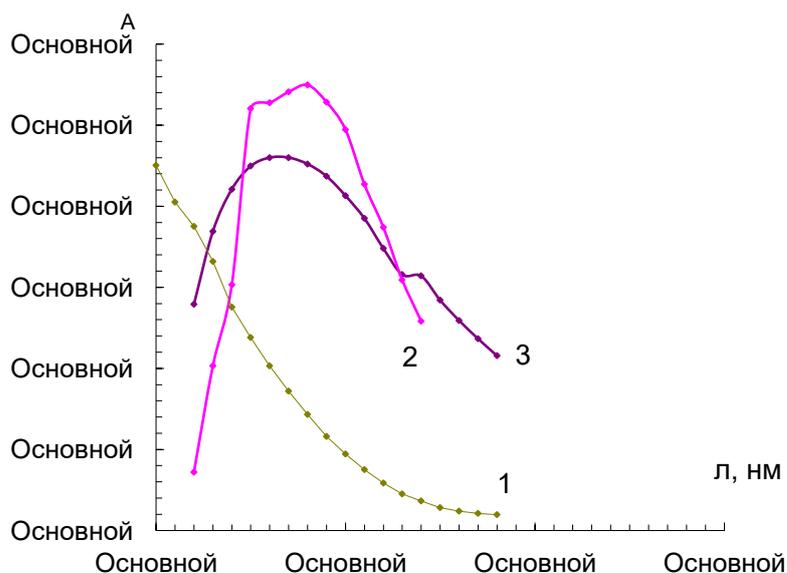
В видимой области спектра были сняты спектры поглощения систем I_2 – ТБФ – керосин, I_2 – ТБФ, I_2 – керосин, полученных как путем экстракции элементарного иода из водных растворов, так и растворением навески кристаллического иода в органической фазе без контакта с водой.

Полученные результаты представлены на рисунках 1 и 2.



1– I_2 – керосин; 2– I_2 – ТБФ; 3– I_2 – ТБФ – керосин.

Рисунок 1 - Спектры поглощения систем I_2 – органическая фаза, полученных путем растворения кристаллического иода.



1– I_2 – керосин ($\lambda_{\max} = 315$ нм)^{справочн.}; 2– I_2 – ТБФ; 3– I_2 – ТБФ – керосин.

Рисунок 2 - Спектры поглощения систем I_2 – органическая фаза, полученных путем экстракции иода из подкисленных водных растворов

Анализ полученных зависимостей показывает, что максимумы поглощения систем I_2 – ТБФ – керосин, в независимости от способа их получения, совпадают с максимумами поглощения систем I_2 – ТБФ. Иод в присутствии ТБФ поглощает при длинах волн 365-370 нм.

Можно утверждать, что керосин в сольватации элементарного иода не участвует, а элементарный иод образует сольватные комплексы с ТБФ. Керосин

выполняет функцию пересольватирующего органического растворителя, который улучшает способность образующегося сольвата, перераспределяться в другую фазу

Методами ИК-спектроскопии экспериментально исследуется область электромагнитного спектра в интервале колебаний от 200 до 5000 см^{-1} . Эта область характеризует колебания атомов в молекуле. Физическая природа ИК-спектров поглощения обуславливается переходами между двумя колебательными уровнями молекулы, находящейся в основном электронном состоянии [2].

Для уточнения пространственной конфигурации и определения наличия взаимодействия между компонентами были проведены *ab initio* расчеты методом РМЗ. Были рассчитаны колебательные спектры и проведена геометрическая оптимизация для систем: ТБФ; I_2 ; ТБФ* I_2 ; ТБФ* H_2O ; ТБФ* H_2O * I_2 .

Полученные данные указывают на то, что ТБФ координирует молекулу воды с образованием водородной связи, что между элементарным иодом и ТБФ или его гидратным комплексом не образуется ни химических, ни водородных связей.

Теоретический расчет колебательных спектров для исследуемых систем после геометрической оптимизации очень хорошо коррелирует с экспериментальными данными. Расхождения в значениях волнового числа не превышают 10-15 см^{-1} .

На рисунках 3 и 4 представлены ИК-спектры ТБФ снятые с использованием различных кювет.

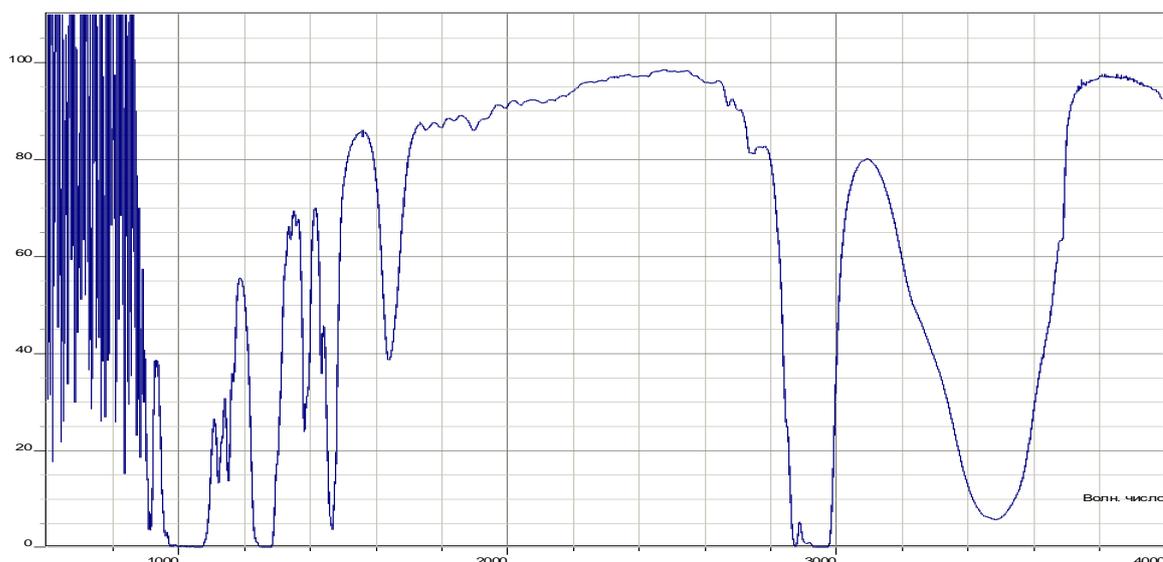


Рисунок 3 - ИК-спектр поглощения насыщенного водой трибутилфосфата. Кювета CaF_2

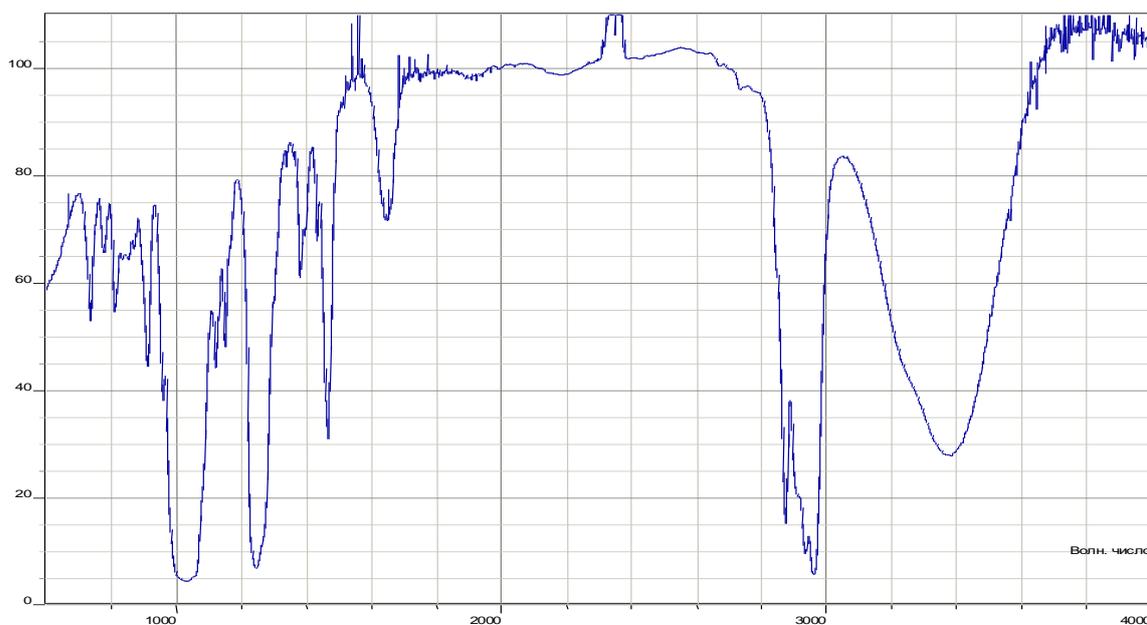
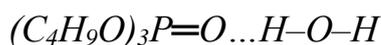


Рисунок 4 - ИК-спектр поглощения насыщенного водой трибутилфосфата. Кювета *KBr*

Валентные колебания связей *P-O-C* дают сильный пик при 1040 см^{-1} , при 1070 см^{-1} сильный пик дает $-CH_2$, при 1120 и 1145 см^{-1} слабые пики дает группа CH_3 . [6] Пики при длинах волн $740, 1380, 1440, 1470, 2880, 2910\div 2960\text{ см}^{-1}$ образуются в результате колебаний $-CH_2$ и $-CH_3$ групп. Пик при длине волны 920 см^{-1} характеризует колебания *C-C* связей средней интенсивности. Группировка *PO₃* дает заметный пик при $750\text{-}780\text{ см}^{-1}$.

Соединения, содержащие фосфорильную группу *P=O*, способны координировать молекулы воды. Спектральными измерениями подтверждается, что в присутствии воды полоса *P=O*-группы (1285 см^{-1}) претерпевает расщепление на две компоненты – 1270 и 1285 см^{-1} . Увеличение концентрации воды ведет к увеличению интенсивности низкочастотной компоненты и уменьшению высокочастотной компоненты [5].

Пик при 1670 см^{-1} соответствует колебаниям группы $-OH$ воды. При $3600, 3450, 3250\text{ см}^{-1}$ наблюдаются пики, обусловленные валентными колебаниями чистой воды [3]. Теоретический расчет показал наличие водородной связи между кислородом фосфорильной группы ТБФ и водой:



Основная полоса поглощения данной водородной связи должна наблюдаться при 3465 см^{-1} , однако ее наблюдение затруднено из-за наличия в системе воды, валентные колебания свободной $-OH$ группы которой перекрывают всю область в интервале $3200\text{-}3700\text{ см}^{-1}$. Анализ теоретических расчетов показал, что данная водородная связь должна давать заметные пики при 810 и 759 см^{-1} , что было обнаружено при расшифровке экспериментально полученных спектров (рисунок 5).

Теоретически было рассчитано, что иод дает пики поглощения в далекой инфракрасной области спектра порядка $200\text{-}300\text{ см}^{-1}$. совместных полос поглощения элементный иод с ТБФ не дает, как видно из рисунка 5.

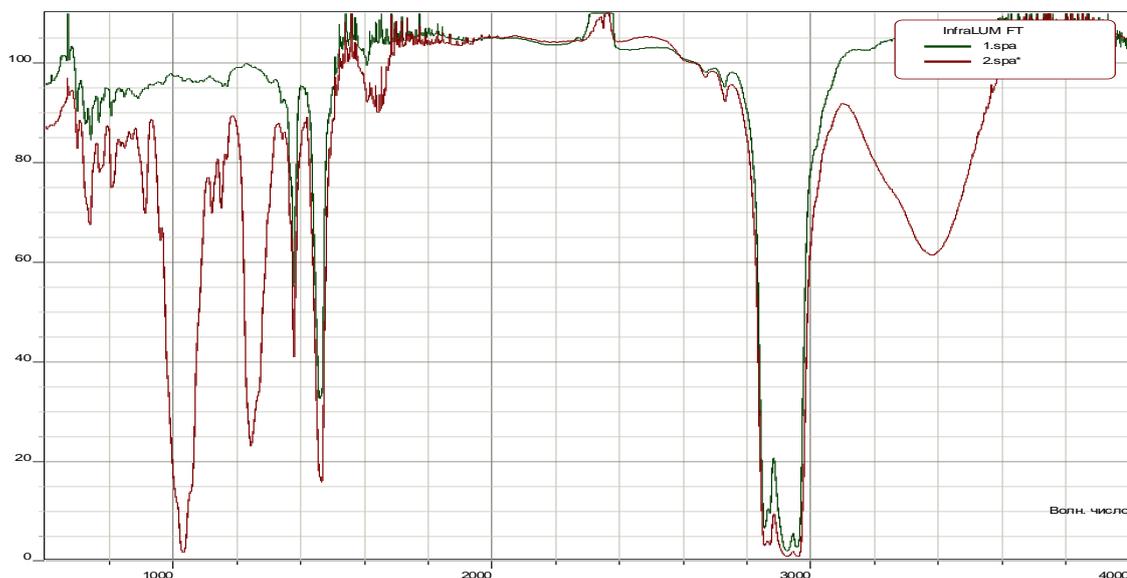


Рисунок 5 - ИК-спектр поглощения экстрактов из подкисленных водных растворов. 1- система: керосин – H_2O – HCl – I_2 ; 2- система: I_2 – керосин – ТБФ – H_2O – HCl . Кювета KBr

На рисунке 5 видно, что спектр поглощения композиции керосин – ТБФ складывается простым наложением спектров керосина и ТБФ, то есть взаимодействия и образования комплексов не происходит.

На основании проведенных теоретических расчетов и спектрофотометрических исследований в видимой и инфракрасной областях спектра можно сделать заключение о том, что при экстракции иода трибутилфосфатом из водных растворов, элементный иод экстрагируется без образования химических или водородных связей. Это свидетельствует о простом физическом распределении иода между органической и водной фазами.

Список литературы

1. Ксензенко, В.И., Стасиневич Д.С. Химия и технология йода, брома и их соединений [Текст] / В.И. Ксензенко, Д.С. Стасиневич. – М.: «Химия», 1995. – 432с.
2. Казицына, Л.А., Куплетская Н.Б. Применение УФ-, ИК- и ЯМР-спектроскопии в органической химии [Текст] / Л.А. Казицына, Н.Б. Куплетская. М.: «Высшая школа», 1971. – 264с.
3. Карякин, А.В., Кривенцова Г.А. Состояние воды в органических и неорганических соединениях [Текст] / А.В. Карякин, Г.А. Кривенцова. М.: «Наука», 1973. – 176с.

4. Бабко, А.К., Пилипенко А.Т. Фотометрический анализ. Методы определения неметаллов [Текст] / А.К. Бабко, А.Т. Пилипенко. М.: «Химия», 1974. – 360с.

5. Кросс, А. Введение в практическую инфракрасную спектроскопию [Текст]/А. Кросс. М.: Издательство иностранной литературы, 1961. – 111с.

6. Шагидуллин, Р.Р., Чернова А.В., Виноградова В.С., Мухаметов Ф.С. Атлас ИК-спектров фосфорорганических соединений [Текст] / Р.Р. Шагидуллин, А.В. Чернова, В.С. Виноградова, Ф.С. Мухаметов. М.: «Наука», 1984. – 264с.

ФОРМИРОВАНИЕ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ ПО БИОЛОГИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМИ У УЧАЩИХСЯ СТАРШИХ КЛАССОВ И СТУДЕНТОВ ВУЗОВ

Романенко Н.А., канд. биол. наук

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

На заре возникновения науки разграничения ее отдельных областей практически не существовало. Накопление научных знаний потребовало выделения большого количества дисциплин, что позже закономерно повлекло раздельное преподавание отдельных предметов. С этого момента каждый предмет оказался оторван от другого, постепенно была уничтожена связь, которая в действительности существует между предметами и явлениями реального мира, а педагоги заговорили о межпредметных связях [5].

Межпредметные связи показывают взаимную обусловленность различных дисциплин на основе их преемственности и могут объединять факты, понятия, теоретические знания в определенной предметной области.

При рассмотрении преподавания дисциплин естественнонаучного цикла в общеобразовательной школе хочется отметить, что в начальных классах установление всевозможных типов и видов межпредметных связей обеспечивается предметом «Окружающий мир». При этом для старшей школы характерна разобщенность знаний по биологии, химии, физике, географии, что приводит к трудностям при формировании у обучающихся целостной картины мира, а также фрагментарности мировоззрения выпускника школы [4].

В некоторой степени подобная ситуация справедлива и для студентов вузов, что может усугубляться отсутствием преемственности между отдельными дисциплинами, несогласованностью рабочих программ общепрофессиональных и специальных циклов по времени изучения. При этом определенную роль может играть также недостаточная квалификация вузовских преподавателей, не всегда имеющих профильное педагогическое образование, а также отсутствие взаимодействия педагогов как разных, так и одной кафедры, ведущих различные предметы [3].

Ограничением для внедрения межпредметных связей в процесс обучения может стать и недостаток знаний учащихся по смежной дисциплине, что может быть связано как с общей неуспеваемостью, так и с неравномерностью приоритетов изучения естественнонаучных, гуманитарных или физико-математических дисциплин в соответствии с выбранным профилем специальности. Данное обстоятельство – это проявление личностных качеств отдельных обучающихся. Очевидно, что преподаватель с большей вероятностью будет внедрять межпредметные связи в группе с более «сильными» или более мотивированными студентами.

Решением проблемы как в общеобразовательной школе, так и в вузе может стать разработка и совершенствование государственных стандартов, а

также учебных планов, рабочих программ и учебно-методических комплексов дисциплин на их основе с учетом установления между ними межпредметных связей. Должны создаваться творческие коллективы, в состав которых входили бы специалисты разного профиля. В то же время логичным продолжением данного процесса должно быть использование особых педагогических технологий каждым преподавателем.

Одной из основных целей установления межпредметных связей является формирование у обучающихся способности самостоятельно применять знания из разных предметов при решении новых вопросов и задач. Реализация данного процесса должна происходить постепенно.

На первом этапе педагог осуществляет тематический и методический анализ учебного материала с учетом выявления межпредметных областей знаний с целью передачи их обучающимся на интегрированных уроках. Контроль знаний происходит на репродуктивном уровне в виде воспроизведения изученного материала.

На втором этапе обучающимся может быть предложено использовать методы, законы, теории одной науки для изучения разных объектов в других науках. При этом данный этап может быть реализован в виде учебно-исследовательской работы, когда решается исследовательская задача с заранее известными результатами, или в форме научно-исследовательской работы, которая предполагает исследование известного объекта с помощью новой методики, либо применение апробированной методики к новому объекту. Примером учебно-исследовательского задания может быть лабораторная работа, научно-исследовательского задания – курсовая или выпускная квалификационная работа. Решение проблемной ситуации в любом из этих случаев включает наличие основных этапов научного исследования: постановку проблемы, ознакомление с литературой по данной проблематике, сбор собственного материала, его анализ, обобщение и выводы [1].

При этом для успешного формирования мировоззренческих выводов обобщенного характера, а также убеждения учащихся в материальности и познаваемости мира недостаточно ограничиваться лишь фрагментарным включением межпредметных связей. Они не должны носить внешний или искусственный характер. Преподавателю следует помнить, что не желательно дублировать учебный материал другого предмета, в то же время одни и те же термины в различных дисциплинах должны интерпретироваться одинаково, чтобы упростить процесс их усвоения, для чего учителям смежных предметов необходимо согласовывать их трактовку, указывать на то, что данные понятия уже изучались или будут более подробно рассмотрены при изучении другого предмета, использовать обобщающие таблицы для закрепления и систематизации межпредметных понятий по отдельным учебным темам [2].

В качестве примера раздела биологии, где могут быть реализованы межпредметные связи, рассмотрим дисциплину «Иммунология», которая изучается студентами специальности 06.03.01 «Биология» в 6-ом семестре. Предметом изучения в курсе иммунологии являются генетические,

молекулярные и клеточные механизмы реагирования организма на чужеродные субстанции (антигены). Основной целью преподавания дисциплины является формирование развернутых и современных представлений о механизмах функционирования иммунной системы.

Изучение дисциплины «Иммунология» базируется на следующих естественнонаучных и профессиональных дисциплинах:

- общая биология – все разделы;
- органическая химия – раздел «Липиды. Углеводы. Белки»;
- цитология – разделы «Цитоплазматическая мембрана», «Биосинтетический аппарат клетки»;
- гистология – раздел «Кровь и лимфа»;
- генетика – раздел «Структура гена»;
- анатомия – раздел «Лимфатическая система»;
- физиология – раздел «Гомеостаз».

В органической связи с получением фундаментальных знаний по данным проблемам второй важной целью преподавания дисциплины является формирование практических навыков выполнения иммунологических исследований (реакций): опыта постановки, регистрации и интерпретации результатов иммунологических реакций. Для успешного формирования данной компетенции необходимы знания в области математики, физики, неорганической химии.

Таким образом межпредметные связи помогают формировать у обучающихся целостную картину мира, способность самостоятельно применять знания, получаемые в ходе изучения разных предметов при решении новых вопросов и задач. Актуализация межпредметных связей должна происходить на уровне разработки государственных стандартов, типовых рабочих планов, программ и учебных пособий. Однако реализация установления связей между дисциплинами невозможна без постоянного внедрения преподавателями особых педагогических технологий.

Список литературы

1. Логвинов, А.А. Реализация межпредметных связей в исследовательской деятельности учащихся [Текст] / А.А. Логвинов, Е.Н. Логвинова // Вестник научных конференций. - 2015. - № 2-3 (2). - С. 85-86.

2. Платонычева, О.В. Реализация системно-деятельностного подхода посредством межпредметных связей химии, физики и биологии [Текст] / О.В. Платонычева // Проблемы и перспективы развития образования в России. - 2013. - № 21. - С. 80-83.

3. Рябков, И.И. Формирование профессиональной компетентности студентов педагогического вуза посредством межпредметных связей [Текст] / И.И. Рябков, А.П. Синяков // Психология и педагогика: методика и проблемы практического применения. - 2008. - № 4-1. - С. 233-236.

4. Сафина, Г.Б. Межпредметные связи на уроках окружающего мира [Текст] / Г.Б. Сафина // Science Time. - 2016. - № 11 (35). - С. 449-451.

5. Щедрина, Н.Г. История развития педагогической идеи межпредметных связей [Текст] / Н.Г. Щедрина // Педагогический университетский вестник Алтая. - 2005. - № 1. - С. 63-69.

ДАЙДЖЕСТ ИСТОРИИ ЭКОЛОГИИ

Русанов А.М., д-р биол. наук, профессор

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

Современное науковедение, рассматривая историю экологии как самостоятельной науки, выделяет восемь основных этапов ее становления

Первый из них, самый ранний, древний и продолжительный. Он начинается с палеолита и завершается в конце прошлой эры. Это время получения и накопления людьми первобытно-общинного строя примитивных знаний, которые они приобрели за многие тысячелетия, приспособившись к законам окружающей природы, полученных в процессе охоты, собирательства, ведения натурального хозяйства, сооружая несложные постройки для жилья, в том числе обустривая пещеры. В этот же период люди стали обладателями первых знания по анатомии и физиологии растений и животных, по годовым циклам времен года. Постепенно сложились первые примитивные севообороты и системы земледелия на территории современных Индии, Китая, Египта, Южной Америки [1].

Второй этап (с I-III века до н.э. по XIV век н.э.) - это время накопления большого объема фактического материала античными учеными, чему способствовало появление письменности. В этот период появились труды греков Гераклита, основоположника диалектики, и врача Гиппократ, заложившего основы античной научной медицины, а Аристотель, которого по праву считают отцом биологии в многотомном сочинении «История животных» описал более 500 видов представителей животного царства, в основу классификации которых положил их образ жизни. Он поделил всех животных на сухопутных, в т.ч. наземных и летающих, и водных: речных, морских, озерных и болотных. Таким образом, автор рассматривал виды в совокупности с условиями их обитания и кормовой базой. Поэтому не будет ошибкой считать ученого не только отцом биологии, но и первооткрывателем экологии. Приемник ученого – Парацельс, «отец ботаники» – стал автором многочисленных трудов по описанию растений, по выращиванию и уходу за ними. Ему принадлежат сведения о камнях, о лесах и др. Древние философы, как правило, отождествляли растения с животными и наоборот, полагая, что растения способны проявлять эмоции, а органы животных идентифицировали с органами растений. Корни растений - - рот и голова животных, ствол и ветки – ноги и живот, и т.д. Среди древнеримских авторов нельзя не отметить Плиния Старшего и его многотомный труд «Философия природы».

Много позже французский монах де Бове в сочинении «Великое зеркало», излагает передовые по тем временам взгляды на астрономию и биологию, а персидский мыслитель, врач и алхимик Мухаммад ар-Рази впервые попытался классифицировать все на тот момент известные ему химические вещества, разделив их на три класса: вещества животного происхождения, растительного

и минералы. Сочинение персидского врача Ибн-Сина «Канон врачебной науки» обеспечило ему непререкаемый авторитет во всем медицинском мире в течение пяти веков. Среди других достоинств этого сочинения стоит отметить рассуждение автора о вирусах. Его гипотезу о том, что вирусы относятся к возбудителям инфекционных болезней, выдающийся микробиолог Луи Пастер смог подтвердить лишь через 800 лет!

Третий этап (XIV XVIII века) совпадает с эпохой Возрождения, которая последовала после многовекового застоя, связанного с влиянием церкви. Он характеризуется сбором, описанием и систематизацией большого фактического материала о природе Земли. Прежде всего живых объектов, собранных за период Великих географических открытий (путешествия Марко Поло, Васко-да-Гама, Афанасия Никитина и др.) и колонизации дальних стран с невиданными до тех времен особенностями территорий. Новая биологическая и географическая информации, полученные в результате освоения новых территорий и в экспедициях, заставила во многом переосмыслить догмы, казавшиеся непререкаемыми. Они не умещались в той системе мира, которую несла в себе христианская религия. Из далеких стран и континентов участники экспедиций привозили семена невиданных растений и неизвестны животных. Чтобы постичь это великое многообразие живых существ, необходимо было создать специальную таксономическую систему и ее помощью упорядочить имеющийся многоликий материал. И такое осмысление, а, скорее, переосмысление, вскоре произошло. В начале XVIII века натуралист из Швеции Карл Линней разработал таксономическую систему растений и животных, которой, к примеру, ботаники, пользуются по сей день. Кроме бинарной номенклатуры была заново разработана терминология науки. Ученый сам много путешествовал по далеким странам и самостоятельно описал более 1500 видов растений. Многие последователи учения Линнея исследовали зависимость растений от среды произрастания. Так, **Жорж Бюффон** подробно описал влияние гидротермических условий территории на животные организмы, а **Жан Батист Ламарк** открыл некоторые закономерности эволюции жизни. В те же годы английский химик **Роберт Бойль** стал автором первого экологического эксперимента по воздействию низкого давления на организмы высших и низших животных, **Франк Реди** доказал, что самозарождение сложных живых организмов по своей сути невозможно, а **Антони ван Левенгук** изобрел микроскоп и был первым в изучении пищевых цепей и регуляции численности организмов в их популяциях [5].

Весомый вклад в становление экологических представлений об окружающем мире внесли российские ученые. В том числе **М.В. Ломоносов**, автор работ по атомистической теории строения вещества, ботанических и геологических исследований; **С.П. Крашенинников**, этнограф, исследователь Камчатки и Дальнего востока; **П.С. Паллас**, автор фундаментальной работы «Зоогеография»; а так же ученый-энциклопедист **И.И. Лепехин** и агроном **А.Т. Болотов**.

За время четвертого этапа (конец XVIII – начало XIX века) произошла серия важных открытий в ботанике и географии растений. Они позволили выделить в обособленные направления науки экологию растений и экологию животных и тем самым приблизить момент рождения экологии в качестве самостоятельной дисциплины. За эти годы микробиолог Луи Пастер окончательно опроверг теорию самозарождения организмов и доказал роль микроорганизмов во многих болезнях человека, животных и растений. Важная роль в дальнейшем развитии и в популяризации экологических знаний сыграл немецкий ученый – биолог А. Гумбольдт. Ему принадлежит первенство в создании основ биогеографии растений. В его книге «Идеи географии растений» содержится целый ряд научных фактов и определений, которые применяются современными экологами [3].

В описываемый период появилась первая стройная теория эволюции всего живого мира, значение которой трудно переоценить. Автором эволюционного учения стал французский естествоиспытатель Ж. Б. Ламарк, а теория вошла в историю биологии и экологии под термином «ламаркизм».

Пятый этап продолжался около полувека. Он ограничен началом XIX века и завершается его второй половиной. Это время окончательного становление эволюционной экологии, углубленных экологических исследований, теоритического их осмысления, поиска путей взаимосвязи имеющегося значительного багажа теоретических знаний с практическим их применением. Как следствие – завершением этого этапа стало введение в науку Эрнстом Геккелем в 1866 году термина «экология» как науки о местообитании, т.е. некоторое время в круг интересов науки не попадал важнейший объект – организм животного или человека. Однако неточность в формулировке задачи науки была замечена едва ли не сразу, через короткий промежуток времени ее исправили и стали рассматривать как науку о взаимоотношении организма со средой обитания, ибо оба составляющие объекта исследования (организм и среда) находятся в неразрывных взаимоотношениях. Заметная роль в формировании экологических представлений в мышления биологов XIX века принадлежит немецкому путешественнику, географу и естествоиспытателю **Александру Гумбольдту**, основоположнику географии и экологии растений. Своими исследованиями он доказал важность гидротермических и климатических условий в жизни растений, им была обоснована идея горизонтальной и вертикальной зональности растительности и выявлены физиономические типы растений.

Большинство экологов считали важным изучение сезонной динамики живых объектов в природе. По предложению ботаника **Моррана (Бельгия)**, учения о сезонных явлениях в природе стали называть фенологией. В этот же период **К. Ф. Рулье**, своей работой «О животных Московской губернии» доказал, что природа представляет собой единое целое и находится в непрерывном движении и развитии и первый использовал **экологический** подход к изучению жизни животных. А ученик К. Ф. Рулье - **Н. А. Северцов** стал основоположником эволюционной морфологии животных.

В формирование экологического подхода к зоологическим объектам большой вклад внес отечественный исследователь, профессор Э. А. Эверсман (1794-1860), автор трехтомной монографии «Естественная история Оренбургского края». В ней изложена открытая профессором зависимость распространения вида и образа жизни животных от условий мест обитания, прежде всего от строения ландшафтов. Воззрения ученого своей широтой и комплексностью были близки взглядам Докучаева. Автор не ограничивался описанием ландшафта, его строением и составом, но исследовал и животных, и растения, обитающих в этих конкретных, всегда неоднородных условиях. По сути это был пионерский взгляд на экологию живых объектов. Возвращаясь к вкладу в экологию В. В. Докучаева нельзя не отметить, что им впервые обоснован ряд принципов и понятий экологии. В этой связи, оценивая совокупный вклад Василия Васильевича в науку, американский эколог Ю. Одум (1975) считал Докучаева одним из основоположников современной экологии [6].

Значительная роль в становлении экологии принадлежит англичанину Чарльзу Дарвину. Эволюционная теория Дарвина при изучении вопроса происхождения человека связана с экологией. Его труды содержат большое число экологических факторов и обобщений. Некоторые из них (исследование роли дождевых червей в образовании почвы, изучение жизнедеятельности насекомоядных растений и др.) целиком посвящены вопросам экологии. Основная его роль в биологии состоит том, что Ч. Дарвин предложил простой и понятный механизм эволюции. Его научная логика основана на четырех неоспоримых фактах: 1 - единство функции и формы; 2 - все виды животных и растений изменчивы; 3 - размножение вида происходит в геометрической прогрессия; 4 – в мире существует ограниченность природных ресурсов. Из первых двух фактов следует вывод об изменчивости признаков в зависимости от выполняемых ими функций. Объединение же 3 и 4 факта объясняет естественный характер конкуренции, борьбы за существование.

Шестой этап (вторая половина XIX века (с 1866 г.) – середина XX века (1936 г.) XX века) характерен внедрением в биологию экологического подхода к исследованию представителей не только животного и растительного мира, но и мира микроорганизмов. Исследования по экологии микроорганизмов впервые проводились в России микробиологами петербургской школы. Среди них Сергей Николаевич Виноградский, один из основоположников отечественной микробиологии и экологии микроорганизмов. Одновременно сложились школы зоологов, ботаников, фитоценологов и др. Каждая из них развивала собственное направление экологической науки.

В Брюсселе, во время работы III Ботанического конгресса в 1910 году, произошло деление экологии растений на экологию особей (или аутоэкологию) и на экологию растительных сообществ (или синэкологию). Через несколько лет аналогичное деление было принято и в зоологии. В этот же период издаются первые печатные экологические журналы и руководства по экологии. Было организовано первое экологическое научное общество. Экологию начали

преподавать в ряде европейских университетов. В экологической науке стали использоваться методы математики; получил развитие количественный учет изучаемых явлений и процессов. В том же году ботаник И.П. Бородин, участник XII Всероссийского съезда естествоиспытателей и врачей России, призывал коллег охранять природу и выполнять тем самым нравственный долг каждого гражданина, сравнивая бережное отношение к окружающей природе с охраной исторических памятников. Таким образом, было положено начало созданию системы особо охраняемых природных объектов.

В 1916 году Клименсом разработана теория сукцессии. Одновременно автор пришел к выводу, что основным фактором, определяющим состав климаксного сообщества, т.е. сообщества, находящегося в равновесии с окружающей его средой, является климат.

После многолетних и разносторонних исследований в 30-м году XX века сформировались основные теоретические представления в области биоценологии [6].

Особая роль в развитии экологии принадлежит выдающемуся российскому ученому В. И. Вернадскому - создателю учения о биосфере. По своей значимости это открытие принадлежит к величайшим научным достижениям человечества. Оно по своей сути соизмеримо с общей теорией относительности, с теорией видообразования, с открытием наследственного кода у живых организмов, и др. На большом фактическом материале Владимир Иванович доказал, что жизнь на Земле представляет собой космическое, планетарное явление, а биосфера является вещественно-энергетической системой, хорошо отрегулированной за миллионы лет эволюции. Она в свою очередь регулирует биологические круговороты.

Несколько позже представитель католического модернизма и одновременно философ Эдуард Леруа стал автором эволюционной концепции в соответствии с которой пытался согласовать католические догмы с фактами, накопленными антропологами и палеонтологами. По его мнению эволюция - творческое становление, фундаментом которой является духовная сила - действующая мысль. В конце 1920-х годов Леруа ввел в науку термин «ноосфера». Впоследствии это понятие стало ключевым и в концепции В. И. Вернадского. Науку и религию Леруа считал взаимодополняющими друг друга явлениями.

Английский ботаник Артур Тенсли в 1935 году предложил и научно обосновал термин «экосистема». Экосистема - основная природная единица на Земле. Она одновременно и комплекс живых организмов, и сочетание физических факторов конкретной территории. Понятие экосистемы является ключевым в понимании устройства мира. Она являются «кирпичиками», из которых состоит большая и общая живая система – биосфера [7].

Седьмой этап развития науки охватывает 40 -70 годы прошлого столетия. Это время формирования экологии как фундаментальной самостоятельной биологической дисциплины. Представление В. В. Докучаева о почве как о природном объекте, созданным целым комплексом факторов

почвообразования, явилось предпосылкой для использования подобного подхода и в других разделах биологии. Начинается этап исследования природных систем с точки зрения заложенного в них единства живой и неживой природы. С этой целью ботаники стали использовать термин «биоценоз», имея при этом ввиду единство как живых организмов (растение, почвенные беспозвоночные и микроорганизмы, насекомые – опылители) так и окружающую их неживую природу (солнечный свет, горные породы, движение атмосферы, сезонные изменения и др.). В 1942 году В.Н Сукачев ввел в науку понятие «биогеоценоз». В двух близких по природе экологических комплексах – экосистема и биогеоценоз - отражается идея единства живой и неживой природы и их связи с круговоротом вещества и энергии. Накопившийся сложный по структуре и функциям научный материал вызвал необходимость в использовании в экологии точных количественных методов. И во многих разделах науки стали применяться математические методы обработки данных, в том числе методами современной статистики.

Внимание большого числа специалистов разных отраслей знаний привлекли вопросы создания биологической продукции. Первых приступили к учету продуктивности экосистем лимнологи, создавшие оригинальные методы расчетов продуктивности бентоса и планктона для отдельных озер. Экосистемный уровень организации жизни позволил специалистам обратить внимание на вопросы взаимодействия окружающей природы и человеческого общества. Если биосфера функционирует как сложная единая экосистема, ее население и человек также находятся в зависимости от действия экологических законов. В этой связи представления о господстве человека над природой утратило свое значение. Поворот в 50-60-х годах XX века к экосистемным представлениям совпал с новым витком технического прогресса. Умножилось технократическое давление на природу, развивалась добывающая и перерабатывающая промышленности, транспорт, строительство, и т. п. Как следствие участились катастрофы, связанные с деградацией ландшафтов, сведением лесов, загрязнениями и другими негативными явлениями. Всех их объединяло одно – изменения в экологии планеты.

Рост населения Земли обострил проблему пищевых ресурсов. В экологии – это проблема биологической продуктивности. Для ее решения была разработана Международная биологическая программа (МБП). Биологи вместе со специалистами разных направлений науки объединили свои усилия для оценки продуктивности биосферы. Важным результатом работы комиссии стал расчет максимальной биологической продуктивности планеты, т. е. природный фонд, которым располагает население Земли, и максимально возможные нормы изъятия продукции без ущерба для биоценозов [4].

Что бы оценить влияние человеческой деятельности на биосферу в 70-х годах прошлого века была разработана Международная программа «Человек и биосфера». В результате ее реализации появился перечень наиболее важных глобальных экологических проблем, представляющих реальную угрозу не только для благоденствия человечества, но и для его выживания. Кроме

названной в настоящее время действует несколько других всемирных научных программ. Среди них «Изменения климата», «Биоразнообразие» и другие. Проблема охраны природы, ее разумного и рационального использования на основе экологических законов, становится одной из важнейших для человечества. Основным практическим результатом развития экосистемной экологии стало ясное понимание о необходимости перестройки экономики в соответствии с экологическими законам. Зародившись как «естественная история» видов, где объектом исследования были отношения «организм – среда», экология прошла ряд сложных этапов развития, сформировала представления о системе связей органического мира и постепенно охватила все основные уровни организации жизни.

С современных экологических позиций жизнь существует одновременно на четырех основных уровнях: организм – популяция – биоценоз – экосистема. Носителями жизни являются организмы разной степени сложности, от клетки бактерий до многоклеточных растений и животных, которые обязательно являются членами какой-либо видовой популяции. В свою очередь, жизнь любой популяции невозможна вне биоценозов, т. е. связей с популяциями других видов. Биоценоз же является составной частью экосистемы и обеспечивает свое существование потоками вещества и энергии из окружающей среды. Развитие науки доказало, что связи организмов со средой являются механизмом устойчивости не только живых существ, но и всех надорганизменных систем, вне которых их жизнь невозможна. Поэтому экология остается «наукой о связях», как писал о ней еще Э. Геккель, но охватывает неизмеримо большее поле наших знаний о структуре и функционировании живой природы, включая человеческое общество.

В настоящее время экология представляет собой одновременно и единую, и разную систему знаний. Ядром науки является общая экология с четырьмя подразделениями. Каждое из них соответствует изучению связей на разных уровнях организации жизни: Это аутэкология, популяционная экология, биоценология и экосистемная экология. В связи с интенсивным развитием экологических идей за последнее время сформировался целый ряд новых разделов в других биологических науках. Среди них: физиологическая экология, биохимическая экология, палеоэкология, эволюционная экология, морфологическая экология и др., цель которых связана с изучением анатомических закономерностей строения и состава органов и структур организмов. Кроме того, экологические разделы появились и в науках о Земле (экология ландшафтов, глобальная экология, геоэкология и т. п.), и в науках об обществе (социальная экология).

Экологическое мышление становится необходимым и во многом незаменимым инструментом для решения многих социальных и все чаще политических задач нашей жизни. Начиная с 70-х годов прошлого века экология как самостоятельная наука стала преподаваться в университетах и в школах. Необходимость экологического воспитания подрастающего поколения признана и поддержана на всех уровнях.

Восьмой этап развития экологии, уже получившей международное признание, объединяет в себе период с 80-х годов прошлого века по настоящее время. Для этого периода характерна экологизация науки в целом, проникновение экологических знаний в решение политических и хозяйственных проблем. Невозможно назвать отрасль науки, которая в большей или меньшей степени не связана с вопросами экологии. Не снижается рост интереса к изучению демэкологии, к исследованию динамики изменения признаков биогеоценозов в связи со значительными нарушениями природного и антропогенного характера. Одно из главных направлений в экологической практике – длительный экологический мониторинг разных уровней (наземный, региональный, глобальный и пр.). Современная специфика экологической науки связана с отказом от примата конкурентных взаимоотношений в биоценозе, а признается как континуальность, так и дискретность растительного покрова. Таким образом, в природе есть и то, и другое. Формируется новая парадигма – парадигма биологического разнообразия. Значительная часть экологических исследований осуществляется под эгидой ООН и целой серии международных организаций экологической направленности [2].

Современность - это время интенсивного развития едва ли не всех научных исследований в сфере экологической науки. Период создания международной системы природоохранных организаций, начиная от памятников природы до крупных заповедников и национальных парков. Среди них Большой барьерный риф, Гренландский национальный парк, Пять заповедников в прибрежной зоне озера Байкал

Список литературы

1. Воронцов, Н.Н. Развитие эволюционных идей в биологии / Н. Н. Воронцов –М.: КМК, 2004. – 432 с.
2. Гиляров, А.М. Методологические проблемы современной экологии. Смена ведущих концепций / А.М. Гиляров // Русский орнитологический журнал. – 2014. – Т. 23. – № 1036. – С. 2523-2535. [Электронный ресурс] <https://elibrary.ru/item.asp?id=21849881>.
3. Гиляров, А.М. Методологические проблемы современной экологии /Миркин, Л.Г. Наумова, А.И. Соломец. – М.: Логос, 2001. – 264 с.
4. Денисов, В.В. Экология: учебное пособие / В.В. Денисов, В.В. Гутенев, И.А. Луганская. – Москва: Вузовская книга, 2010. – 728 с.
5. Миллс, С. Теория эволюции: история возникновения, основные положения, доводы сторонников и противников / С. Миллс – М: Эксмо, 2008. – 208 с.
6. Никольский, А.А. Великие идеи великих экологов: история ключевых концепций в экологии / А.А. Никольский. – М.: ГЕОС, 2014. – 190 с.
7. Реймерс, Н. Ф. Экология. Теории, законы, правила, принципы и гипотезы / Н.Ф. Реймерс – М.: «Россия молодая», 1994. – 366 с.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ ОЦЕНКИ БАКТЕРИЦИДНОГО ЭФФЕКТА РАЗЛИЧНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Сизенцов А.Н., канд. биол. наук, доцент

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

Системная и комплексная оценка ингибирующих характеристик веществ различного происхождения (природные, синтетические, синтезированные и т.д.) и химического состава в условиях поиска новых антибактериальных и дезинфицирующих средств является весьма актуальной областью научных изысканий. Большинство существующих методик имеют ряд существенных недостатков, связанных либо только с качественным определением ингибирующего эффекта (наличие или отсутствие роста популяции микроорганизмов), либо являющиеся весьма трудоемкими и дорогостоящими в исполнении.

Наряду с оценкой бактерицидных эффектов при поиске новых антибактериальных и дезинфицирующих соединений с целью оценки перспективности их использования, разработка таких методик позволит поводить качественную оценку биотоксичности новых синтезируемых органических соединений [1-4] и кормовых добавок с добавлением различных фитобиотиков.

При выполнении многочисленных исследований на кафедре биохимии и микробиологии в рамках студенческих научно-исследовательских проектов, возникла острая необходимость в разработке методики позволяющей оценить не только ингибирующие характеристики различных концентраций тестируемых соединений, но и определить уровень диффундирования активных веществ в структуру питательного субстрата [5, 6]. Комбинирование данной методики с методом серийного разведения (рисунок 1) позволяет в аналоговых условиях (состав и физико-химические характеристики питательной среды, идентичность условий культивирования и аналоговый количественный и качественный состав тестируемых штаммов).

Наряду с вышеизложенным, одним из ключевых преимуществ данного методического подхода является перспективность его использования для оценки аддитивного эффекта комбинированных соединений [7, 8] и потенцированного эффекта тестируемых антибактериальных веществ. Ключевым и пожалуй единственным недостатком данной методики является необходимость диссоциации химических соединений и растворимость тестируемых веществ (антибиотики, дезинфектанты, антисептики, фитобиотики и т.д.) значение в водных растворах не обладающих эффектами негативного воздействия на микроорганизмы.

Радиальная диффузия тестируемых веществ напоминает по своей структуре «взрывную волну» снижающая уровень «биологического ущерба» по

мере удаления от центра (зоны введения действующего соединения). Совокупность полученных в ходе выполнения экспериментов данных позволяет оценить уровень биотоксичности, растворимости (диффундирования), а так же согласно последним полученным в ходе выполнения научных исследований данных позволяет на предварительном этапе провести оценку сорбционных характеристик микроорганизмов в отношении ксенобиотических элементов и биоаккумуляционную характеристику штаммов при взаимодействии с эссенциальными микроэлементами (рисунок 2) [6, 9].

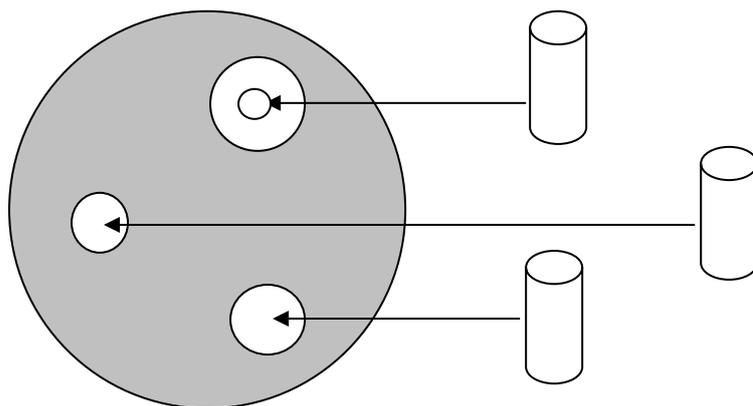
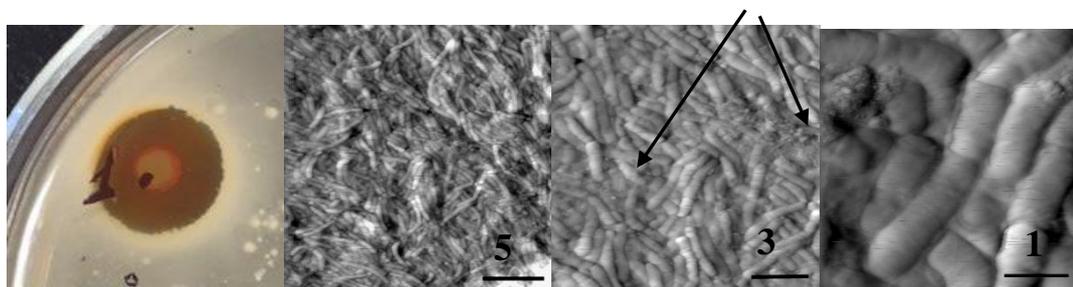


Рисунок 1 – Схематичное описание выполнения комбинированной методики агаровых лунок с методом серийных разведений и интерпретации данных.



А - взаимодействие катионов железа с вегетативными клетками исследуемых микроорганизмов.

Рисунок 2 - Зоны отбора образцов для проведения атомно-силовой микроскопии и фотографии микроорганизмов полученные из зоны А. Сканирующая атомно-силовая микроскопия в присутствии сульфата железа (Sizentsov et al, 2021).

Обобщая выше изложенное следует отметить перспективность разрабатываемых методик, их модернизацию и оптимизацию с целью получения достоверно значимых результатов с сохранением простоты выполнения.

Список литературы

1. Муковоз, П.П. Синтез 1,3,4,6-тетраоксосоединений / П.П. Муковоз, В.О. Козьминых, А.В. Горбунова, П.А. Слепухин, О.С. Ельцов, И.Н. Ганебных, А.В. Кузьмин // Журнал общей химии. – 2016. – Т. 86. – № 11. – С. 1784–1793.
2. Муковоз, П.П. Способ получения и строение эфиров (5E)-5-(2-алкокси-2-оксоэтилиден)-4-гидрокси-2,2-диметил-1-(4-метилфенил)-2,5-дигидро-1H-пиррол-3-карбоновых кислот / П.П. Муковоз, В.О. Козьминых, В.А. Андреева, О.С. Ельцов, П.А. Слепухин, Е.Н. Козьминых // Журнал органической химии. – 2015. – Т. 51. – № 6. – С. 877–879.
3. Муковоз, П.П. Простой одnoreакторный синтез 2,2-хиноксалин-2,3-диилдиацетатов / П.П. Муковоз, О.Г. Карманова, Е.Н. Козьминых, В.О. Козьминых // Башкирский химический журнал. – 2012. – Т. 19. – № 2. – С. 12–15.
4. Карманова, О.Г. Синтез и структурное разнообразие 1,6-диалкил-3,4-дигидрокси-2,4-гексадиен-1,6-диононов / О.Г. Карманова, В.О. Козьминых, П.П. Муковоз, Е.Н. Козьминых Е.Н. // Известия высших учебных заведений. Серия химия и химическая технология. – 2013. – Т. 56. – № 1. – С. 13–16.
5. Sizentsov, A.N. The technology of chemical compound biotoxicity assessment by the method of agar basins / A N. Sizentsov, S. V. Cherkasov, G. V. Karpova, E.V. Bibartseva, O. V. Kvan, E. A. Kunavina, T. V. Levenets and A D. Strekalovskaya // International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET) Volume 9, Issue 11, November 2018, pp. 455–465.
6. Study of biosorption mechanisms of movable forms of lead by soil isolates of the genus *Bacillus* in experiments *in vitro* / Nadezhda Terekhova, Lyudmila Galaktionova, Alexei Sizentsov, Olga Davydova, Hike Nikiyan // *Journal of Animal Science*, Volume 99, Issue Supplement_3, November 2021, Pages 348–349, <https://doi.org/10.1093/jas/skab235.639>
7. Sizentsov, A. Effectiveness of combined use of antibiotics, essential metals and probiotic bacterial strain complexes against multidrug resistant pathogens / Alexey Sizentsov, Yulia Mindolina, Elena Barysheva, Polina Ponomareva, Elena Kunavina, Tatiana Levenets, Andrey Dudko, Olga Kvan // *Biointerface Research in Applied Chemistry*, Volume 10, Issue 1, 2020. P. 4830 - 4836 <https://doi.org/10.33263/BRIAC101.830836>.
8. Assessment of the combined use of antibacterial substances on the *in vitro* model in the development of veterinary drugs / Zhanara Sulimenova, Yulia Plotnikova, Alexei Sizentsov, Elena Barysheva, Elena Bibartseva // *Journal of Animal Science*, Volume 99, Issue Supplement_3, November 2021, Page 226, <https://doi.org/10.1093/jas/skab235.412>.
9. Sizentsov, A. Assessment the technology for heavy metal biotoxicity and biosorption by bacterial cells / A. Sizentsov, O. Davydova, H. Nikiyan, Ya. Sizentsov, E. Barysheva, A. Bykov // *Biochemical and Cellular Archives*. Vol. 21, No. 1, 2021. P. 901-906.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ БАКТЕРИЦИДНЫХ РЕЦИРКУЛЯТОРОВ С КОМБИНИРОВАННЫМ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМ ДЕЙСТВИЕМ

**Сизенцов А.Н., канд. биол. наук, доцент,
Суслов В.С., Сизенцов Я.Н.**

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

Эпидемические вспышки инфекционных заболеваний вносят свои коррективы в направления научных исследований связанных с профилактикой распространения, локализацией и ликвидацией возбудителей в окружающей среде. Наибольшую угрозу с максимальным вовлечением популяции восприимчивых организмов, по прежнему, остаются инфекции передающиеся воздушно-капельным путем. Данный механизм распространения позволяет возбудителю инфекционного процесса (вирусы, бактерии, споры плесневых грибов) в короткие сроки охватить максимальное количество людей с отсутствием специфических (иммунологических) механизмов защиты. Так же следует отметить, что способность большинства вирусов к мутации снижает эффективность вакцинопрофилактики заболеваний.

Любой инфекционный процесс базируется на формировании трех основных звеньев (источник инфекции - фактор передачи возбудителя инфекции - восприимчивый организм). Цикличность данных элементов способствует максимальному распространению возбудителя инфекции в структуре популяции с высоким уровнем восприимчивости. Так на примере COVID-19 следует отметить высокий уровень распространения возбудителя по всему миру. Высокие мутационные характеристики возбудителя существенно снижают потенциал разрабатываемых вакцин.

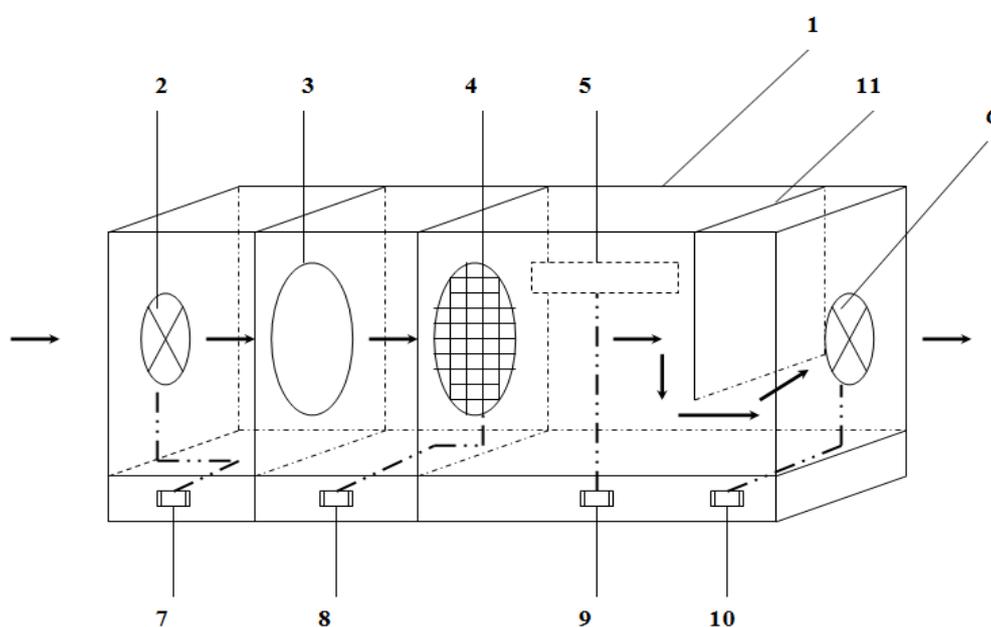
Одним из ключевых факторов борьбы с подобными инфекционными процессами является уничтожение возбудителя в окружающей среде. К данным мероприятиям относят дезинфекцию, санацию помещений, стерилизацию и т.д. Следует отметить, что данные подходы являются высокоэффективными и позволяют эффективно ингибировать возбудитель в окружающей среде, однако существенным недостатком данных мероприятий является невозможность их проведения в присутствии человека, что в конечном итоге не позволяет в полной мере достичь желаемого результата.

В комбинации со всеми перечисленными методами борьбы и профилактики инфекционных заболеваний передающихся воздушно-капельным путем перспективным является использование бактерицидных рециркуляторов, блокирующих и ингибирующих возбудителей заболеваний и условно-патогенную флору.

На кафедре биохимии и микробиологии в 2018 году студентами (Л. Поляков, В.Суслов) под руководством Сизенцова А.Н. при сотрудничестве со студентами кафедры медико-биологической техники (А. Аслаева,

И. Побегайлова) и химии (Я. Сизенцов) были разработаны инновационные агрегатные узлы для бактерицидного рециркулятора [1, 2] позволяющие существенно повысить его эффективность в отношении патогенных и условно-патогенных штаммов.

Существенным конструкционным отличием предложенной модели является ступенчатая система очистки воздуха от бактериальной флоры (рисунок 1) [3]. Этапность прохождения воздушных масс через отдельные камеры позволяет суммировать (аддитивный эффект) эффекты бактерицидного воздействия на микроорганизмы. В частности следует отметить, что использование электромагнитной термолушки (ЭМТЛ) повышает эффективность работы рециркулятора обладающего базовыми характеристиками большинства аналоговых моделей в среднем на 35,8 %.



1 - корпус рециркулятора, 2 - система подачи воздуха (осевой вентилятор), 3 - предварительная (грубая) очистка воздуха (угольный фильтр), 4 - электромагнитная термолушка, 5 - камера ультрафиолетового облучения (УФЛ) оснащенная бактерицидной лампой, 6 - система воздухоотведения оснащенная вспомогательным осевым вентилятором, 7, 8, 9, 10 - тумблеры подачи электрического тока на основные узлы установки, 11 - лабиринтные перегородки из светоотражающего материала, для повышения эффективности работы камеры ультрафиолетового облучения.

Рисунок 1 - Принципиальная запатентованная схема бактерицидного рециркулятора «АльЯнС-ВС-1»

В качестве активаторов повышения эффективности работы установки нами использовались:

- формирование внутри установки позитронно заряженного электромагнитного поля обладающего удерживающим эффектом в отношении

отрицательно заряженных вегетативных форм микроорганизмов, дополнительным эффектом ингибирующего действия является нагрев в структуре ЭМТЛ до 60° С;

- внутренняя поверхность камеры УФЛ излучения и система лабиринтных перегородок выполнена из светоотражающих материалов, что в конечном итоге увеличивает время циркуляции воздуха в данном блоке установки с более выраженным излучением.

На текущем этапе исследования проводится проектирование и сборка новых моделей рециркуляторов с добавлением жидкофазной системы очистки воздуха, которая позволит нам не только повысить эффективность работы в отношении бактериальных штаммов, но так же и вирусов и споровых форм микроорганизмов и грибов.

На текущем этапе работа выполняется в рамках реализации проекта «Умник 2019», «Разработка портативной вентиляционной установки для антибактериального обеззараживания воздуха» №15901ГУ/2020 направление: Н4. Новые приборы и интеллектуальные производственные технологии.

Список литературы

1. [Разработка и оценка эффективности мобильной антибактериальной вентиляционной системы](#) / Сизенцов А.Н., Поляков Л.П., Побегайлова И.Г., Трофимова Е.Е., Сизенцов Я.А. // В сборнике: Наука. общество. человек. сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. Международный научно-информационный центр «Наукосфера». 2018. С. 24-30.

2. [Разработка устройства обеззараживания помещений с контролем уровня снижения бактерицидного потока](#) / Драгун К.А., Поляков Л.П., Побегайлова И.Г., Трофимова Е.Е., Сизенцов Я.А. // В сборнике: Студенческие научные общества - экономике регионов. Сборник материалов Международной молодежной научной конференции. 2018. С. 209-215.

3. [Устройство для обеззараживания воздуха](#) / Сизенцов А.Н., Сизенцов Я.А., Суслов В.С., Торшков А.А., Быков А.В., Межуева Л.В. // Патент на изобретение 2747882 С1, 17.05.2021. Заявка № 2021103794 от 16.02.2021.

АНАЛИЗ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЦЕНТРАЛЬНОГО РАЙОНА ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА

Смирнова Н.С.,

**Сальникова Е.В., д-р биол. наук, канд. хим. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет»**

Вода - бинарное неорганическое соединение. При нормальных условиях представляет собой прозрачную жидкость, не имеющую цвета, запаха и вкуса.

Вода является хорошим сильнополярным растворителем. В природных условиях всегда содержит растворённые вещества.

Солевой состав природных вод формируется в первую очередь в результате вымывания веществ из почвы и, в связи с этим, отражает химическую структуру почвы данной местности. Однако довольно часто химические вещества, находящиеся в воде, имеют не природное происхождение, а поступают в водоемы с хозяйственно-фекальными или промышленными стоками. Например, присутствие в воде солей аммония, нитритов, нитратов, хлоридов, сульфатов, фосфатов может не только отражать минеральный состав почвы, но и указывать на биогенное загрязнение, то есть поступление органических веществ с хозяйственно-фекальными сточными водами [1].

Анализ воды - метод исследования свойств и качеств воды. Применяется для определения количества различных веществ в составе воды, находящейся в контакте с человеком в промышленных и бытовых целях, либо в научных.

Цель работы – оценить показатели качества подземных вод центральной части Оренбургской области.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

- определить качественные показатели подземной воды центральной части Оренбургской области;
- провести статистическую обработку полученных результатов.

Объектом исследования послужили пробы, отобранные из различных мест центрального района Оренбургской области: № 1 – Кушкуль; № 2 – Дедуровка; № 3 – г. Оренбург, ул. 9 Января; № 4 – Ростошинские пруды; № 5 – Ростоши 2; № 6 – Южный Урал; № 7 – Колхоз Ленина.

Анализ проводили по следующим показателям: водородный показатель (рН), общая жесткость, ионы кальция и магния, хлориды, карбонаты, гидрокарбонаты, сульфаты, удельная электропроводность. Статистическую обработку результатов осуществляли с использованием программы Microsoft Excel, включая описательную статистику, оценку достоверности различий по Стьюденту [2, 3].

Методы определения различных показателей качества воды представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Методы определения различных показателей качества воды

Наименование показателя	Метод определения
Водородный показатель (рН)	Измеряется рН-метром, погрешность не более 0,1 рН
Общая жесткость (сумма катионов Ca^{2+} и Mg^{2+})	Титриметрический [4]
Кальций (Ca^{2+})	
Гидрокарбонаты (HCO_3^-)	
Карбонаты (CO_3^{2-})	
Хлориды (Cl^-)	
Сульфаты (SO_4^{2-})	Турбидиметрический [4]
Магний (Mg^{2+})	Расчетный [4]
Удельная электропроводность (УЭП)	Колориметрический [4]

На первом этапе исследований изучали водородный показатель (рН) и общую жесткость подземных вод в отобранных образцах. Для питьевой хозяйственно-бытовой воды оптимальным считается уровень рН в диапазоне от 6 до 9 [4]. В результате проведенных исследований было установлено, что кислотность подземных вод Центрального района Оренбургской области находится в интервале от 7,1 до 8,2.

Жесткость воды отражает суммарное содержание ионов кальция и магния. Результаты исследования показывают, что в образцах воды из Ростошинских прудов, Ростоши 2, Южного Урала и Колхоза Ленина показатели средней жесткости составили 2,1 – 4,3°, что соответствует установленным гигиеническим нормативам [4] (табл. 2). В пробах воды отобранных в Дедуровке и Оренбурге превышение соответствует почти 2ПДК, а в Кушкулях почти 3ПДК.

Таблица 2 – Результаты химического анализа воды

№ пробы	Ж, °	Ca^{2+} , г/л	Mg^{2+} , г/л	Cl^- , г/л	CO_3^{2-} , г/л	HCO_3^- , г/л	SO_4^{2-} , г/л	рН	УЭП, См
1	19,4	0,21	0,41	0,48	0,02	0,23	0,65	7,9	1,4
2	13,9	0,16	0,28	0,33	0,02	0,29	0,21	7,2	1,0
3	13,7	0,14	0,29	0,22	0,00	0,35	0,70	7,4	1,0
4	3,7	0,05	0,19	0,23	0,00	0,20	0,23	7,2	0,2
5	2,1	0,11	0,02	0,02	0,00	0,23	0,21	7,1	0,2
6	3,5	0,20	0,03	1,86	0,01	0,25	0,48	7,6	3,0
7	4,3	0,15	0,13	0,19	0,08	0,03	0,30	8,2	0,4

ПДК [5, 6]	7,0	0,20	0,10	0,35	0,10	1,00	0,50	6,0- 9,0	4,3
---------------	-----	------	------	------	------	------	------	-------------	-----

По удельной электропроводности можно определять чистоту воды от примесей солей. Во всех образцах значения УЭП не превышают установленной нормы ПДК, что свидетельствует об относительной чистоте подземных вод от растворенных в них примесей.

На втором этапе исследований определяли концентрацию ионов кальция, магния, хлора, карбоната, гидрокарбоната и сульфата.

Выявлено, что концентрация кальция в пробах воды из Кушкулей наибольшее и составляет 0,21 г/л, при ПДК = 0,2 г/л. В образцах воды из Южного Урала эти значения находятся на границе нормы ПДК. Минимальная концентрация кальция значительна ниже допустимых значений в подземных водах Ростошинских прудов (0,05 г/л).

Минимальная концентрация магния обнаружено в подземных водах Ростошей 2 и Южного Урала (0,02 и 0,03 г/л соответственно). Незначительное превышение ПДК в водах Колхоза Ленина. Однако, концентрация магния в воде из Ростошинских прудов составила 0,19 г/л, что соответствует почти 2ПДК, а в Дедуровке и Оренбурге составляет почти 3ПДК. Максимальное значение магния определено в образцах воды из Кушкулей и составляет 4ПДК.

Результаты исследования показали, что уровень хлора в Южном Урале превысил ПДК и составляет 5ПДК. В Кушкулях наблюдается незначительное превышение уровня ПДК.

В то же время в подземных водах Кушкуля и Оренбурга установлено незначительное превышение концентрации сульфатов по отношению к ПДК. В Дедуровке, Ростошинских прудах, Ростошах 2, Южном Урале и Колхозе Ленина концентрация сульфатов в подземной воде колеблется от 0,21 до 0,48 г/л, и не превышает ПДК.

В подземных водах Оренбурга, Ростошинских прудов и Ростошей 2 карбонат-ионов не обнаружено. В Кушкулях, Дедуровке, Южном Урале и Колхозе Ленина концентрация карбонатов колеблется от 0,01 до 0,08 г/л и не превышает значения ПДК. Концентрация гидрокарбонатов в подземных водах Оренбургской области находится в интервале 0,03 – 0,35 г/л, что не превышает ПДК.

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют, что показатели качества подземных вод в целом находятся в пределах нормы. Максимальное значение кислотности (рН) соответствует пробе из Колхоза Ленина и составляет 8,2, остальные значения находятся в пределах от 7,1 до 7,9. Самая жесткая вода, по результатам анализа, находится в Кушкулях, а самая мягкая в Ростошах 2. Самой загрязненной примесями водой, по показателю УЭП, является подземная вода Южного Урала, а самой чистой можно назвать воду Ростошинских прудов и Ростошей 2.

Установлено, что максимальное содержание кальция находится в Кушкулях и составляет 0,21 г/л, что незначительно превышает ПДК. Минимальная концентрация кальция определена в Ростошинских прудах и

составляет 0,05 г/л, что в 4,2 раза меньше, чем в Кушкулях. Максимальное значение содержания магния определено в водах Кушкуля и составляет 0,41 г/л, что в 4,1 раз превышает значение ПДК. Минимальное значение определено в водах Ростоши 2 и составляет 0,02 г/л, что в 20,5 раз меньше, чем в Кушкулях. Наибольший уровень хлора определен в Южном Урале и его значение составляет 1,86 г/л, что в 5 раз превышает норму ПДК. Наименьший уровень хлора определен в водах Ростоши 2 и соответствует значению 0,02 г/л, что в 93 раза меньше, чем в Южном Урале. В подземных водах Оренбурга установлено наибольшее содержания сульфатов и их значение составляет 0,70 г/л, что незначительно превышает значение ПДК. Наименьшее содержание сульфатов установлено в водах Дедуровки и Ростоши 2, их значения составляют 0,21 г/л и это в 3 раза меньше, чем в Оренбурге. Максимальное содержание карбонатов установлено в водах Колхоза Ленина. А в водах Оренбурга, Ростошинских прудов и Ростошей 2 содержание карбонатов не обнаружено. Наибольшее содержание гидрокарбонатов установлено в водах Оренбурга и составляет 0,35 г/л. А в водах Колхоза Ленина обнаружено наименьшее количество гидрокарбонатов и их значение составляет 0,03 г/л, что в 11 раз меньше, чем в Оренбурге. Таким образом, уровень карбонатов и гидрокарбонатов во всех изученных пробах не превышал ПДК для этих элементов.

Список литературы

- 1 Иванов, С.В. Влияние качества воды на здоровье населения: статья / С.В. Иванов, Э.Л. Федорова, Э.Э. Темиров // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2017. – №3 – 2 – С. 186 – 189.
- 2 Дёрффель, К. Статистика в аналитической химии / К. Дёрффель // М.: Мир, – 1994. – 268 с.
- 3 Сальникова, Е. В. Показатели качества подземных вод Оренбургской области / Е. В. Сальникова, О. В. Кван, А. Н. Сизенцов // Микроэлементы в медицине, 2017. – Т. 18, № 1. – С. 52 – 56.
- 4 Санитарные нормы и правила СанПиН 2.1.4.1074 – 01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем водоснабжения. М: Минздрав РФ, 2001. – 89 с.
- 5 СанПиН № 4630-88. ПДК и ОДУ вредных веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. 1988.
- 6 ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. 2003.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ РАЗДЕЛЕНИЯ РАЦЕМИЧЕСКИХ СМЕСЕЙ

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

В современном мире все чаще синтезируют новые соединения для воздействия на биологические системы [1] в виде различных препаратов. Нередким следствием химических взаимодействий является получение эквимольных смесей оптических стереоизомеров вещества. Они имеют различные физические и химические параметры, такие как температуры кипения, произведение растворимости и другие, кроме этого, по-разному воздействуют на живые системы.

Рацемические смеси состоят из эквимольных количеств энантиомеров, вследствие этого не обладают оптической активностью. Они могут быть как в форме различных молекулярных соединений, так и кристаллических веществ, созданных из смесей кристаллов разных стереоизомеров. Разделение рацематов на их оптически активные компоненты называется расщеплением, причем при выделении одного из веществ в чистом виде, расщепление называют полным, в ином случае, частичным [2].

Для разделения рацематов применяют следующие методы:

- кристаллическая классификация (метод отбора кристаллов);
- кристаллизация с использованием оптически активных затравок;
- использование расщепляющих агентов для разделения через диастереомеры;
- хроматографическое разделение;
- биохимическое разделение;
- асимметрический синтез.

Расщепление методом отбора кристаллов впервые произведено Пастером в 1848 году при исследовании кристаллизации натрий-аммониевого тартрата. При внимательном рассмотрении получившихся в процессе кристаллов было выявлено, что в смеси присутствуют кристаллы с зеркально скошенными гранями как показано на рисунке 1.

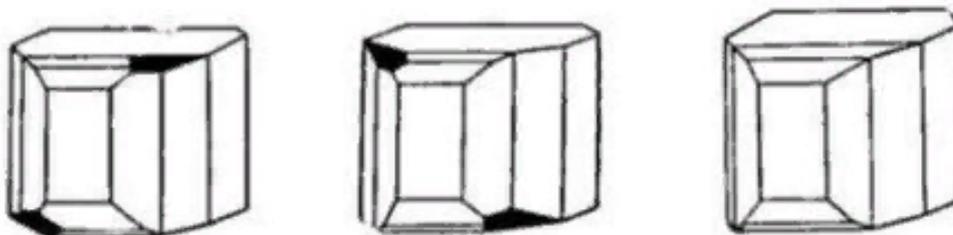


Рисунок 1 – Визуальное отображение получаемых кристаллов

После разделения смеси методом отбора кристаллов определённого строения становится возможным выделить требуемый изомер (лево- или правовращающий).

Частным случаем кристаллического метода разделения рацемических смесей является самопроизвольная кристаллизация при добавлении оптически активной затравки, что увеличивает шанс кристаллизации нужного энантиомера. Данный способ используется при разделении D,L- изомеров глутаминовой кислоты, однако он не является универсальным [3].

Первый подтверждённый факт расщепления рацемической смеси с использованием расщепляющих агентов описан Пастером в 1853 году (рисунок 2) [5].

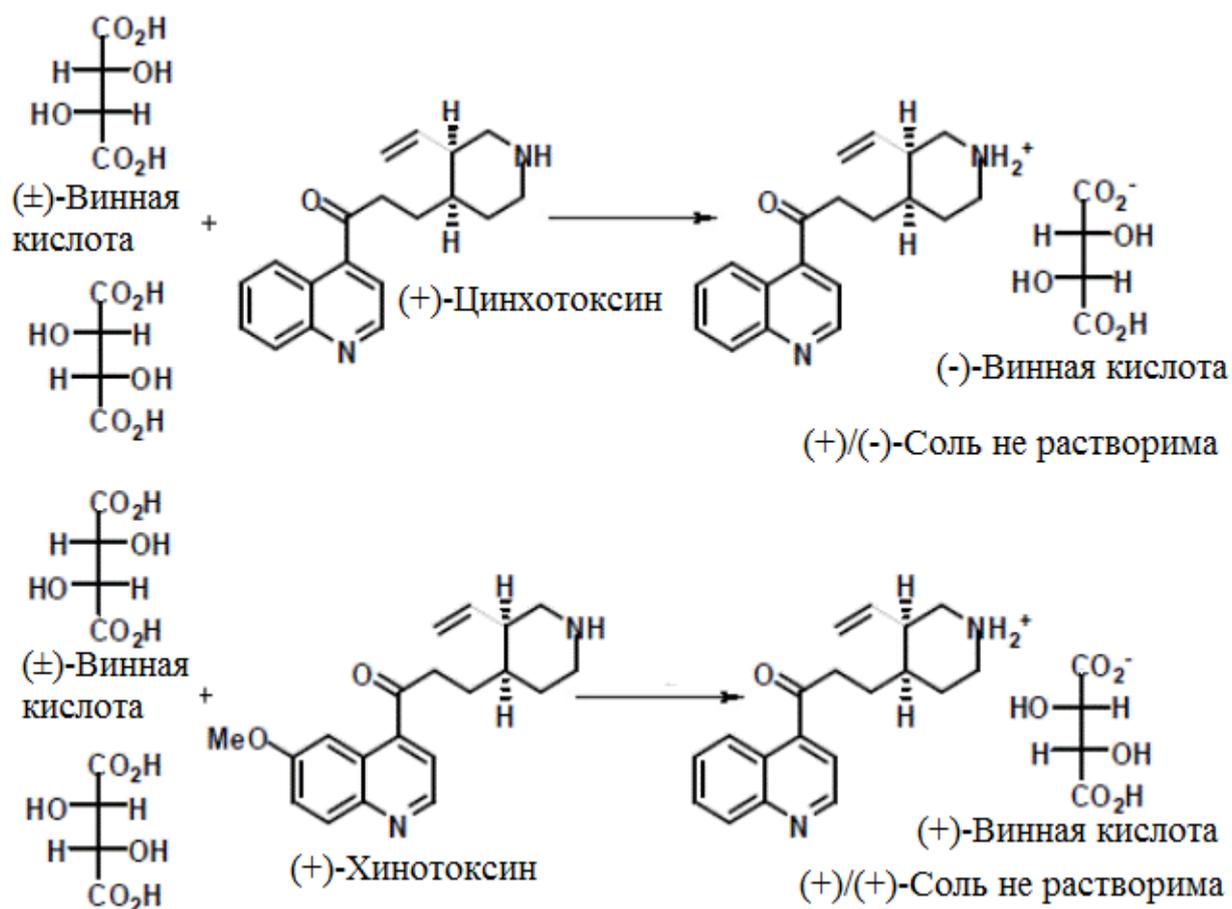


Рисунок 2 – Расщепление винной кислоты с помощью цинхотоксина и хинотоксина

Для осуществления заключительного разделения в методе расщепления диастереомерами используется различная растворимость полученных веществ, что позволяет выделить в осадок один из стереоизомеров, а другой оставить в растворе. Однако данный метод не применим для веществ, в составе которых отсутствуют функциональные группы или гетероатомы, так как они не имеют тех же реакционных возможностей и межмолекулярное взаимодействие Ван-

дер-Ваальса в них намного слабее. Схематично процесс расщепления показан на рисунке 3.



Рисунок 3 – Общая формула расщепления рацематов методом диастереоизомеров

Хроматографическое расщепление рацематов возможно только при наличии хирального селектора в системе ВЭЖХ, газовой хроматографии или капиллярного электрофореза, что затрудняет процесс анализа, однако несмотря на это в настоящее время этот метод один из самых распространённых. Энантиоселективность селектора заключается в разном взаимодействии энантиомеров с системой детектора. Особо отмечается использование циклодекстринов в газовой, жидкостной хроматографии и капиллярном электрофорезе [4].

Биохимическое разделение осуществляется с использованием биологических ферментов. При проведении данного разделения специально подготовленные микроорганизмы поглощают из раствора требуемый энантиомер с высокой энантиоселективностью, которая достигается за счет того, что биологический субстрат состоит из природных ферментов, способных реагировать лишь с определённым стереоизомером, однако он в процессе анализа необратимо теряется, оставляя в растворе определённый энантиомер. Данный метод ограничен лишь присутствием нужных ферментов в организмах [3].

В случае асимметричного синтеза, либо ретрорацемизации, происходит образование неэквимолярной смеси энантиомеров, вследствие чего приобретает оптическая активность. Одной из самых используемых реакций ретрорацемизации является мутаротация моносахаридов. Данный процесс, визуализированный для молекулы глюкозы, показан на рисунке 4 [3, 5].

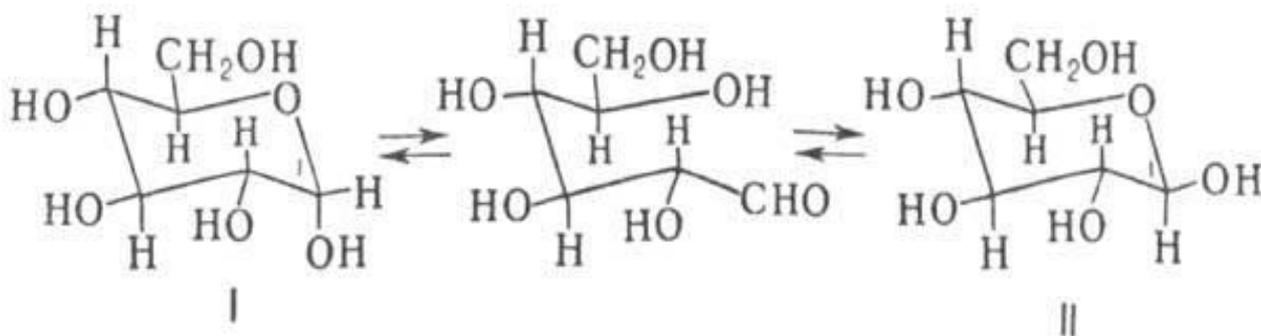


Рисунок 4 – Равновесное состояние мутаротационного процесса для молекулы глюкозы

Возможно применение метода посредством использования прохиральных молекул, которые будут становиться хиральными под действием химических превращений [2]. Пример реакции асимметричного синтеза изображён на рисунке 5.

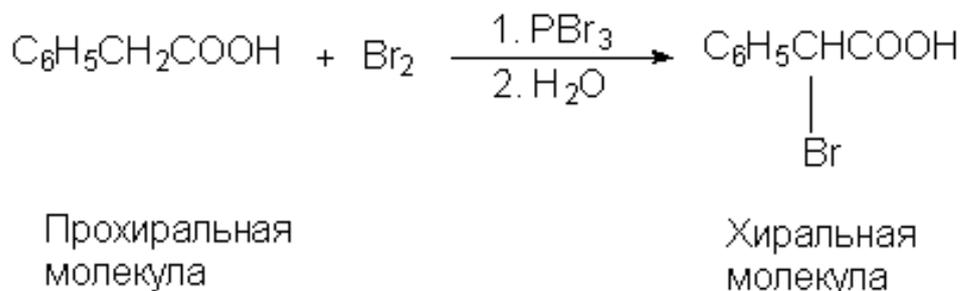


Рисунок 5 – Пример реакции асимметричного синтеза

В процессе реакции необходимым условием является возникновение диастереомерных отношений между полученной хиральной молекулой и хиральным элементом, вводимым в систему. Например, прохиральная молекула натриевой соли метилэтилмалоновой кислоты при декарбосилировании даёт рацемическую 2-метилмасляную кислоту, но бруциновая соль даёт продукт с избытком левовращающего изомера [2].

Одним из первых данный процесс смог рассмотреть Марквальд в 1904 году на примере декарбосилирования бруциновой соли, изображённом на рисунке 6.

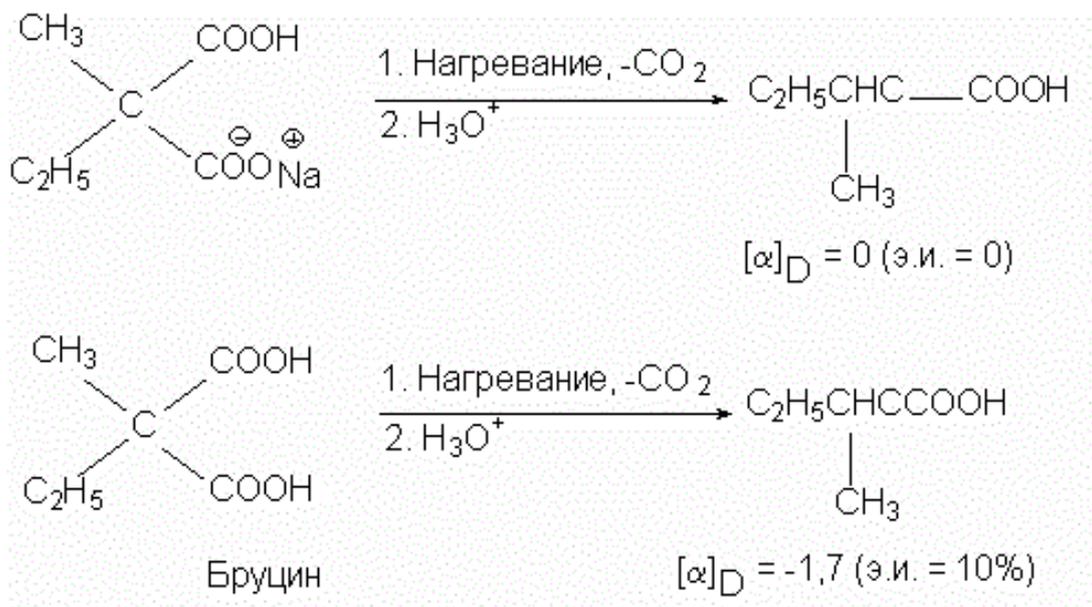


Рисунок 6 – Декарбосилирование бруциновой соли

В данном обзоре были проанализированы основные способы разделения рацемических смесей лабораторными и промышленными методами, их

применимость для различных видов веществ, что делает возможным визуализацию данных в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Методы разделения рацематов

Наименование метода	Достоинства	Недостатки
Отбор кристаллов	- возможность разделить рацемат без дополнительных оптически активных реагентов	- трудоёмкость; - возможность загрязнения полученных кристаллов вследствие адсорбции различных примесей.
Кристаллизация с использованием оптически активных затравок	- дешёвый, выгодный в промышленности способ получения глутаминовых кислот	- метод не универсален; - самопроизвольная кристаллизация известна лишь для нескольких десятков рацематов; - необходимость применения затравок; - возможность загрязнения полученных кристаллов вследствие адсорбции различных примесей.
Разделение диастереомеры через	- высокая селективность; - возможность модификации метода; - высокая эффективность разделения	- непригоден для веществ, у которых отсутствуют функциональные группы или гетероатомы в структуре
Хроматографическое разделение	- возможность определения конфигурации веществ; - возможность модификации метода; - один из самых распространённых методов; - очень высокая эффективность разделения	- необходимость наличия хирального селектора; - высокая стоимость оборудования и процесса анализа; - высокая наукоёмкость
Биохимическое разделение	- высокая специфичность метода; - возможность производства оптически активных аминокислот	- потеря поглощаемого изомера; - ограниченное использование при исследовании синтетических рацематов;

		- высокая стоимость ферментов
Асимметрический синтез	- возможность полного разделения путём стереоспецифических реакций	- высокая наукоёмкость; - дороговизна; - необходимость возникновения диастереомерных отношений в ходе реакции

Список литературы

1. *Казаев К. А., Левенец Т. В., Кунавина Е. А.* Тандемный синтез 3-[2-оксопропилиден]-3,4-дигидрохиноксалин-2(1h)-она // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием), Оренбург, 25–27 января 2021 года. - Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2021. - С. 2709-2711.
2. *Реутов О.А., Куриц А.Л., Бутин К.П.* Органическая химия. Ч. 2: Учебник. - М.: Издательство МГУ, 1999. - 624 с.
3. Химическая энциклопедия: В 5 т.: т. 4: Полимерные-Трипсин / Редкол.: Зефирова Н. С. (гл. ред.) и др. - М.: Большая Российская энцикл., 1995. - 639 с.
4. *Шпигун О. А., Ананьева И. А., Буданова Н. Ю., Шаповалова Е. Н.* Использование циклодекстринов для разделения энантиомеров // Успехи химии. - 2003. - №Т. 72. - № 12. - С. 1167-1189.
5. *Илиел Э., Вайлен С., Дойл М.* Основы органической стереохимии. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. - 703 с.

СОЗДАНИЕ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ТИТРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ КОЛОРИМЕТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Степанов А. Д.¹, Сейтаты И. С.¹, Успенский М. П.²,
Пономарева П. А.¹

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет»,

² Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский политехнический университет»

Титрование в современной науке является рутинным действием при исследовании концентрации веществ в растворах, в большинстве случаев его используют для анализа жидких проб на такие важные характеристики как щёлочность, жёсткость, содержание хлорид-ионов и так далее [1].

Для ускорения анализа и автоматизации исследовательских процессов нами было предложено использование прикладных программ для расчёта колориметрических параметров растворов, что позволит регистрировать точку эквивалентности программными методами.

За основу взят колориметрический метод определения концентрации вещества с помощью фотоколориметров, однако вместо дорогостоящего оборудования, нами была использована камера смартфона, разрешение 1280x720, 720 P, 30 FPS, что отвечает нашим требованиям по гибкости метода. В анализе использовался стандартный набор для титрования: магнитная мешалка, колба Эрленмейера, бюретка с краником и штатив.

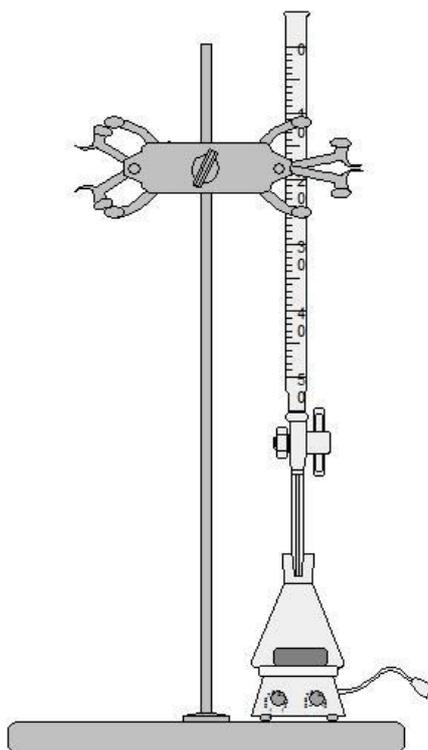


Рисунок 1 - Схема установки

Подача пробы осуществлялась вручную, со скоростью 0,1 мл с секунду с ожиданием завершения реакции после каждого цикла подачи. В работе использовался приготовленный из фиксанала рабочий раствор HCl с концентрацией 0,1 моль/л, с помощью которого проводилось титрование NaOH с концентрацией 0,09 моль/л индикатором бромтимоловым синим. Также стоит учесть возможность присутствия карбонатной ошибки - погрешность кислотно-основного титрования, обусловленная наличием в щелочи карбонатного загрязнения, влияющего на определение точки эквивалентности [2].

В программной части в качестве входных данных принимается:

1) Видеозапись

2) Кадровая частота (кадр в секунду)

Кадровая частота необходима для задания интервала анализа. Поскольку считывание информации происходит как чтение из потока кадров, а для создания графика и в целях уменьшения времени исполнения программы необходимо считывать не каждый кадр, пришедший из потока, а каждый n кадр, то логично задать представить n в качестве интервала анализа (например, анализируется информация каждую секунду или каждые полсекунды).

Эмпирически на основании проведенных опытов был подобран оптимальный цветовой ключ. Так как в условиях данной задачи есть два значащих цвета (синий и желтый), то, следовательно, были подобраны цветовые ключи для этих цветов.

Сам анализ единичного кадра подразумевает бинаризацию изображения по обоим цветовым ключам и дальнейший подсчет точек значащих цветов на изображении. Таким образом, происходит накопление массивов выходных данных, которые после формируются в график.

Нами были рассчитаны колориметрические характеристики раствора в каждый момент времени, используя покадровый анализ. Получен следующий график зависимости количества точек синего цвета от времени и полиномиальная линия тренда шестой степени с коэффициентом аппроксимации $R^2 = 0,831$, данные представлены на рисунке 2.

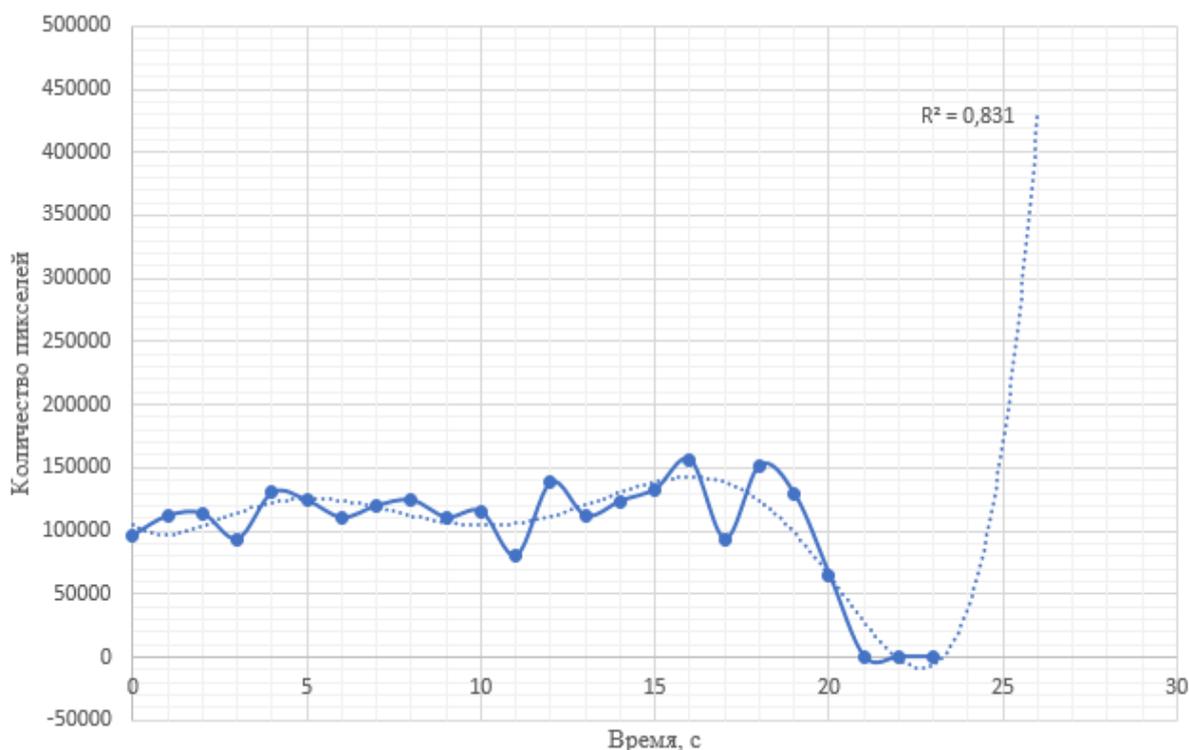


Рисунок 2 – График зависимости количества пикселей от времени

Скачки на графике обусловлены реакцией, происходящей во время попадания капли титранта в смесь, которая не успевает прореагировать, изменяя цвет титранта. Используя полиномиальную линию тренда, имеется возможность судить о точке эквивалентности, которая располагается в интервале от 18 до 21. Проведя касательные и перпендикуляр, получаем значение 19,56 с. Скорость подачи титранта составляет 0,4 мл/с. Скорость вычислена эмпирически. Объём аликвоты 10 мл.

$$V(\text{HCl}) = 19,56 \text{ с} \cdot 0,4 \text{ мл/с} = 7,824 \text{ мл}$$

$$C(\text{NaOH}) = \frac{C(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl})}{V(\text{NaOH})} = \frac{0,1 \cdot 7,824}{10} = 0,0782 \text{ моль/л}$$

Полученное значение концентрации – 0,0782 моль/л. Далее было проведено титрование обычным способом, результат представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты титрования

Номер опыта	Объём титранта, мл	Среднее, мл	Концентрация NaOH, моль/л
1	9,0	8,9750	0,0898
2	9,1		
3	8,9		
4	8,9		

Истинное значение концентрации NaOH – 0,09 моль/л

Относительная ошибка обычного метода – 0,27 %

Относительная ошибка программного метода – 15,1 %

Для уменьшения ошибки и улучшения воспроизводимости результатов по окончании первого опыта установка была переработана. Для этого в установку был включен источник света, направленный на колбу, а на задний план был добавлен белый фон для более точного контроля цвета. Разрешение съёмки 1280x720 1080P 30FPS. Для уточнения данных построен график жёлтого и синего цвета. Также была произведена модификация бюретки, носик был преобразован в капилляр, который подавал пробу с уменьшенной во много раз скоростью, что позволит минимизировать ошибку, дополнительно произведено построение градуировочного графика подачи пробы. Получившийся график представлен на рисунке 3.

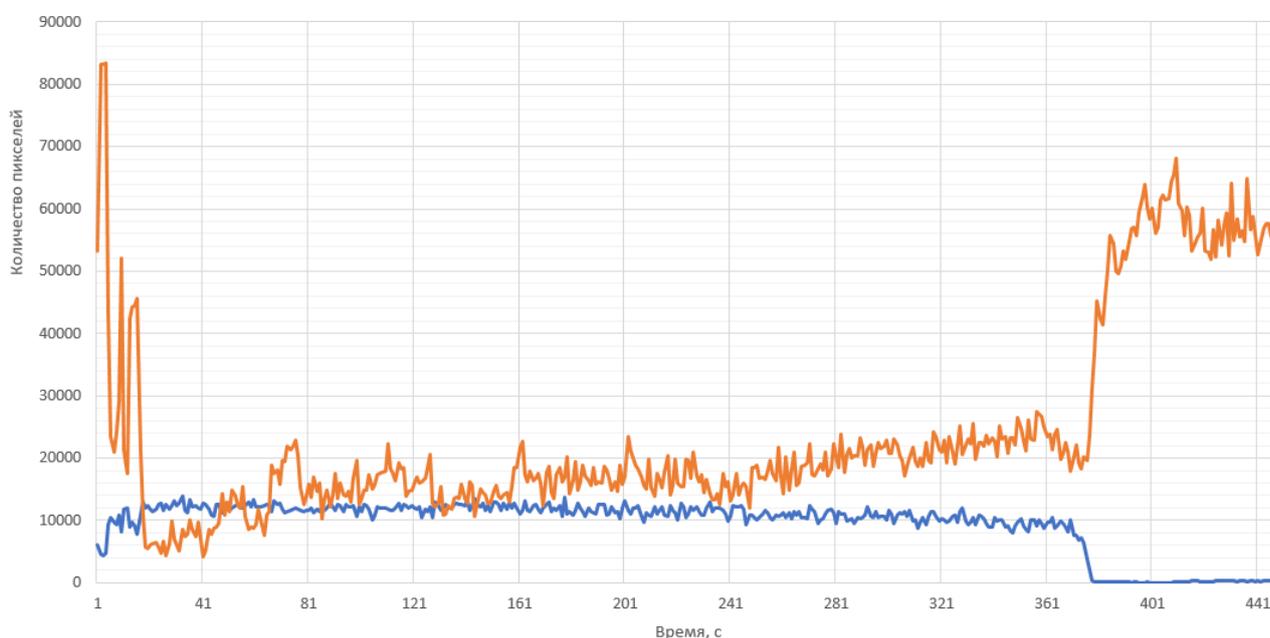


Рисунок 3 – График повторного эксперимента

Колебания цвета, которые можно заметить на графике, не мешают определению точки эквивалентности, являются фоновым фактором проведения съёмки. Для уточнения скорости поступления титранта из бюретки с краном был построен градуировочный график, представленный на рисунке 4 по данным из таблицы 2.

Таблица 2 – Данные для градуировочного графика

Время, с	Объем, мл
2,85	0,1
7,5	0,2
11,66	0,3
15,06	0,4
20,79	0,5

24,95	0,6
28,06	0,7
32,2	0,8
36,48	0,9
41,83	1

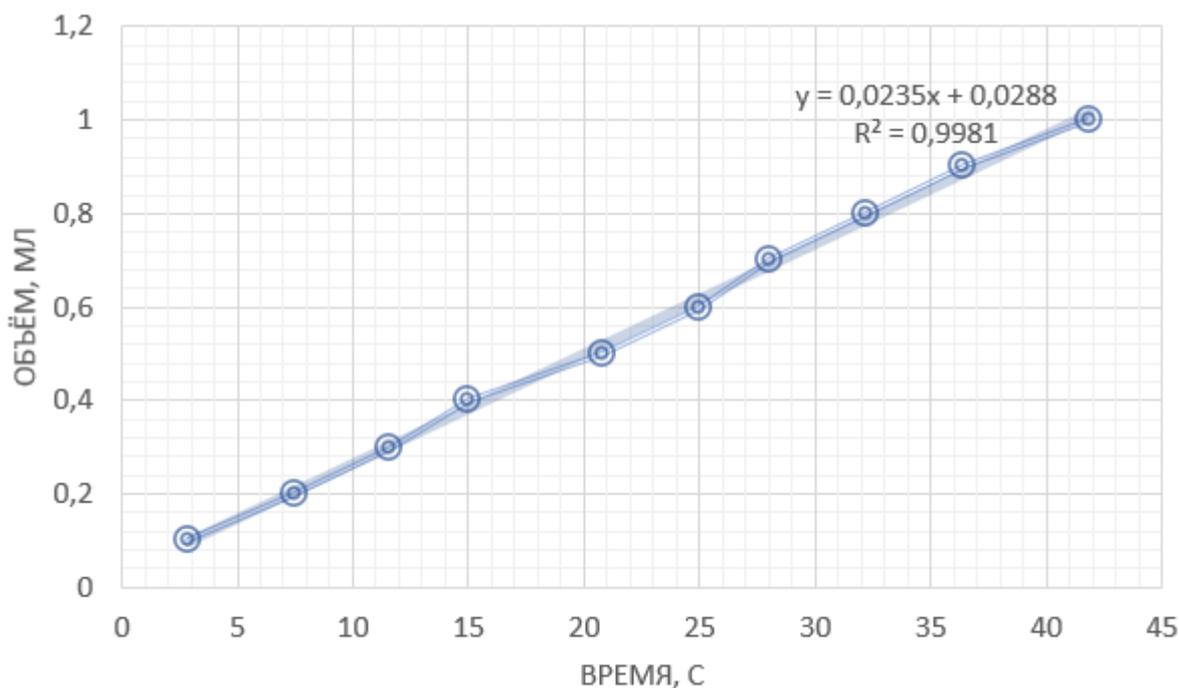


Рисунок 4 – Градуировочный график подачи пробы

Скорость подачи титранта составляет 0,0235 мл/с, рассчитаем концентрацию раствора. Точка эквивалентности, определённая графическим методом, находится на 381 секунде.

$$V = 381 \cdot 0,0235 = 8,9535 \text{ мл}$$

$$C(\text{NaOH}) = \frac{0,1 \cdot 8,9535}{10} = 0,0895 \text{ моль/л}$$

Относительная ошибка модифицированного метода – 0,55 %, метод пригоден для анализа в данных условиях.

Исходя из полученных данных можно заключить, что метод может использоваться для анализа проб, в дальнейших исследованиях будет рассмотрена зависимость интенсивности окраса растворов от относительной ошибки, а также применения в различных типах титрования.

Список литературы

1. Рожкова, О. А. Титриметрические методы анализа в контроле качества воды // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. – 2019. – № 2(17). – С. 22.
2. Голованов, В. И., Дворяшина Ю. С. Карбонатная ошибка и ее нивелирование при титровании сильной кислоты щелочью методом динамического титрования на потенциометрическом титраторе "метром" // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Химия. – 2012. – № 36(295). – С. 14-23.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ ВОСПОЛНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ В ОРГАНИЗМЕ СРЕДСТВАМИ ПРОМЫШЛЕННОГО И ДОМАШНЕГО ПРОИЗВОДСТВА

Четверикова Д.К., Брежнев А.М.,
Пономарева П. А.

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

Витамин С, или аскорбиновая кислота, – органическое соединение, которое имеет большое значение в различных биохимических процессах в организме в качестве диетического питательного вещества, связанных с осуществлением важных биологических функций организма.

Существуют две различные формы аскорбиновой кислоты — L-аскорбиновая кислота ($C_6H_8O_6$) и дегидроаскорбиновая кислота ($C_6H_6O_6$), именно в виде них аскорбиновая кислота находится в клетках. Активное участие в биохимических взаимодействиях принимает только L-аскорбиновая кислота, или витамин С. Дегидроаскорбиновая кислота не обладает витаминными свойствами и образуется при воздействии аскорбатоксидазы на аскорбиновую кислоту [1].

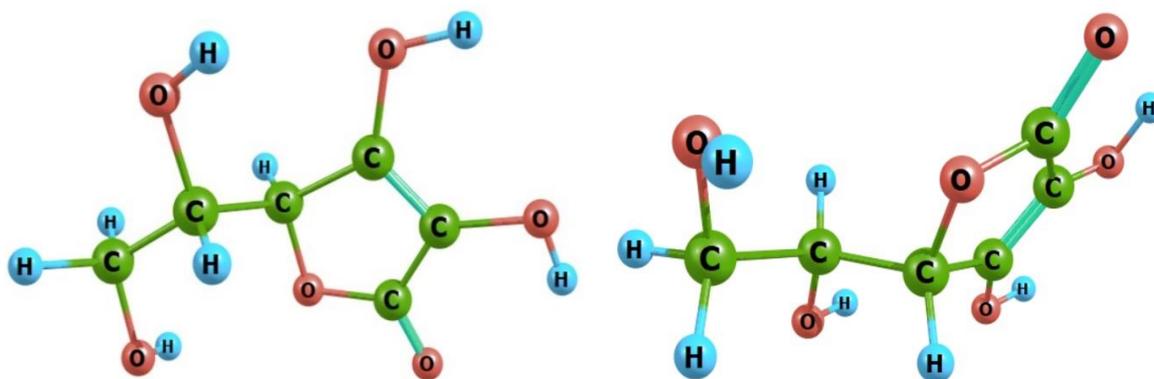


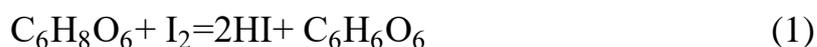
Рисунок 1 – Молекула аскорбиновой кислоты. Построение выполнено в программе ChemCraft

Учитывание косвенного участия аскорбиновой кислоты в процессе лечения онкологических заболеваний, заболеваний сердечно-сосудистой системы, а также воздействия на организм хронически больных людей и на состояние нервной системы, вместе с постоянно возрастающим пониманием механизмов воздействия витамина С на организм человека привело к переосмыслению приоритетов в отношении его диетических потребностей [2]. В организме человека не синтезируется витамин С, что обусловлено серией мутаций гена, который кодирует белок-катализатор последнего ферментативного этапа в синтезе аскорбата – гулонолактонооксидазу. В связи с этим человек вынужден получать необходимое для поддержания нормальной жизнедеятельности количество ви-

тамина С вместе с продуктами питания, которые его содержат, а также специальными добавками витамина С. При недостатке витамина С развивается такая болезнь, как цинга. Она сопровождается кровоточивостью дёсен и внутренними кровотечениями в полостях сосудов, общей усталостью и слабостью, в тяжёлой форме это заболевание может привести к летальному исходу. Помимо недостатка витамина С в ежедневном рационе питания, цинга может быть вызвана такими дополнительными факторами, как алкоголизм, социально-экономическая депривация, пожилой возраст, психические заболевания, почечная недостаточность, расстройства мальабсорбции, гемодиализ и перитонеальный диализ. Нарушение в синтезе коллагена гидроксилирования пролина (пирролидин- α -карбоновая кислота) и лизина (2,6-диаминогексановая кислота) - одно из проявлений недостатка аскорбиновой кислоты [3]. Для предотвращения этого заболевания необходимо потребление не менее чем 10 мг витамина С в день. Тем не менее, текущая рекомендуемая диета для витамина С для взрослых установлена на уровне 75 мг / день для женщин и 90 мг / день для мужчин [4].

Целью исследования было определение содержания аскорбиновой кислоты в БАД «Аскорбиновая кислота Витамин С Максивит» и в капустном рассоле домашнего производства. Данные материалы способствуют разрешению разногласий, связанных с недоверием населения препаратам, не являющимися лекарственными средствами, и стремлением пользоваться продуктами домашнего производства (т.н. «народные средства»). По окончании эксперимента была оценена эффективность употребления обоих образцов.

Определение содержания производилось методом обратного титрования:



Непрореагировавшее количество (избыток) йода оттитровано раствором тиосульфата натрия. Молярная масса эквивалента аскорбиновой кислоты в соответствии с приведённым выше уравнением составляет:

$$M\left(\frac{1}{2}\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6\right) = \frac{1}{2}M(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6) = 88,8 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \quad (2)$$

Предварительно на аналитических весах была определена точная масса вещества, переведённого дальше в раствор. Раствор капустных образцов получился гетерогенным, что говорит не только о неполном переходе аскорбиновой кислоты из твердой фазы в жидкую, но и о потенциальном наличии коллоидных частиц, недопустимых при данном типе титрования, способствовавших снижению точности полученных результатов. Раствор биологически активной добавки «Максивит» получился гомогенный, присутствие малых красных частиц не вызывает вопросов по поводу их влияния на конечный результат, т.к. в данный препарат входят другие компоненты, химически инертные по отношению к используемым реагентам. Титрование проводилось 3 раза, аликвота 10 мл, достаточная сходимость объёмов титранта, погрешность не более 0,1 мл,

индикатор крахмал. В описанных условиях другие восстановители (например, глюкоза) не реагируют с йодом.

Содержание аскорбиновой кислоты (г) в 100 см³ раствора было рассчитано по формуле:

$$m(C_6H_8O_6) = \frac{\left[C\left(\frac{1}{2}I_2\right) \cdot V(I_2) - C(Na_2S_2O_3) \cdot V_{cp}(Na_2S_2O_3) \right]}{1000} M\left(\frac{1}{2}C_6H_8O_6\right) \frac{100}{V_{p-ра}} \quad (3)$$

$C\left(\frac{1}{2}I_2\right)$ – молярная концентрация эквивалента раствора I_2 , моль / дм³;

$C(Na_2S_2O_3)$ – молярная концентрация раствора $Na_2S_2O_3$, моль / дм³;

$V(I_2)$ – объём рабочего раствора I_2 , прилитый к анализируемому объёму вещества, см³;

$V_{cp}(Na_2S_2O_3)$ – средний объём рабочего раствора $Na_2S_2O_3$, затраченный на титровании избытка I_2 , см³;

$M\left(\frac{1}{2}C_6H_8O_6\right)$ – молярная масса эквивалента $C_6H_8O_6$, г / моль;

$V_{p-ра}$ – объём раствора, взятый на анализ см³.

Таблица 1 - Полученные результаты

Содержание в «Максивите» (г.)	4,4
Содержание в водной фазе рассола (г.)	0,19

Таким образом, исходя из полученных результатов и графика, демонстрирующего существенное различие в значениях концентраций, можно сделать вывод, что «Максивит» полностью соответствует заявленным требованиям источника аскорбиновой кислоты. Употребление капустного рассола как продукта домашнего производства нерезультативно и малоэффективно по сравнению с существующими биологически активными добавками и лекарственными средствами.

Список литературы

1. Бархатова, Е. И. Определение уровня аскорбиновой кислоты в лекарственных растениях и возможность их практического применение при гиповитаминозе С / Е. И. Бархатова, Р. Г. Сафин, Н. А. Бархатова. — Текст : непосредственный // Юный ученый. — 2017. — № 5 (14). — С. 60-67.
2. Стрельченко Е.А. Исследование влияния витамина с на физиологические системы человека // Научные труды КубГТУ. 2019. № 1. Р. 319.
3. Гладков Ф.П. АСКОРБИНОВАЯ КИСЛОТА И ЕЕ БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ В ОРГАНИЗМЕ // Научное сообщество студентов XXI столетия. ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ: сб. ст. по мат. XLVI междунар. студ. науч.-практ. конф. № 10(45).
4. Studenikin V. M. Vitamins and multivitamin preparations in Russia // Doctor.Ru. 2004. № 3. Р. 30–34.

ВЛИЯНИЕ ГРАДООБРАЗУЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ОБСТАНОВКУ ТЕРРИТОРИЙ МОНОГОРОДОВ

Шамраев А.В., канд. биол. наук, доцент,

Алехина Г.П., канд. биол. наук, доцент,

Верхошенцева Ю.П., канд. биол. наук, доцент,

Хардикова С.В., канд. биол. наук, доцент, Горбунова К.Ю.

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

Градообразующие организации играют значительную роль в экономическом развитии отдельных территориально-административных единиц страны. Это сферы тесного сотрудничества общества и предприятий, где существование заводов и фабрик невозможно без местных жителей, а комфортное существование населения напрямую зависит от постоянного функционирования производства. На этих объектах трудоустроена значительная, а во многих случаях и большая часть жителей населенного пункта.

В большинстве случаев новые, только построенные заводы и предприятия обрастали поселениями, и в настоящее время сохранились дома, построенные этими предприятиями для работников и их семей. Поселения росли вместе с объектами, постепенно превращаясь в города. Большее количество подобных городов появилось в советское время.

Необходимо подчеркнуть особую роль градообразующих предприятий, их высокую социальную ответственность: эти предприятия обеспечивают занятость населения, формируют доходы большинства семей, имеют на своем балансе объекты социально-культурной сферы, жилищно-коммунального хозяйства и инженерной инфраструктуры, формируют бюджет города.

Но помимо этого градообразующие предприятия влияют на экологическое положение территорий, на которых они строятся. Состояние окружающей среды города во многом зависит от промышленного производства. Получается, что чем лучше экономическая активность и производство в городе, тем хуже экологическая ситуация. По данным Всемирной организации здравоохранения, заболеваемость населения в развитых промышленных районах намного выше по сравнению с районами с небольшой промышленностью или без нее. Текущее положение большинства российских городов Урала и Сибири характеризуется чрезвычайно высоким уровнем индустриализации, преобладанием интенсивных отраслей в природе и устаревших технологий, сырьевой или полусырьевой ориентацией экспорта. Их экологическое состояние критическое, вопросы преодоления накопившегося экологического кризиса стали актуальными. Экологическое неблагополучие регионов – результат прежней нерациональной политики размещения производительных сил и стремления создать крупнейшие промышленные предприятия в стране за счет чрезмерной концентрации производства [1].

Взаимодействие монопрофильных городских систем и экосистемы идет по пути постоянного негативного воздействия на экосистему со стороны города. Следовательно, экосистема оказывает негативное влияние на человека как потребителя и организатора тех же монопрофильных городских систем. В сложившейся ситуации моногорода должны искать пути решения проблемы самостоятельно, расширяя управленческие и экономические возможности местных администраций, активнее привлекая средства предприятий, использующих природу.

Промышленные источники загрязнения, как правило, состоят из материалов и энергии, которые по-разному влияют на окружающую среду. Более подробно структура промышленного загрязнения окружающей среды представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Промышленные источники загрязнения окружающей среды

Материал (механический, химический, биологический)	Энергия
Загрязнения атмосферы <ul style="list-style-type: none"> • Газообразные и парообразные • Жидкие • Твердые • Смешанные 	<ul style="list-style-type: none"> • Тепловыделение • Шум, вибрации, ультразвук • Электромагнитное поле • Световое, инфракрасное, лазерное, ультрафиолетовое излучения • Ионизирующее излучение
Сточные воды <ul style="list-style-type: none"> • Относительно чистые • Загрязненные 	
Твердые отходы <ul style="list-style-type: none"> • Токсичные • Нетоксичные 	

Благодаря техническому прогрессу в настоящее время стало реальным то, что раньше казалось чем-то невозможным. Все больше возможностей становится доступным для использования человеком и удовлетворения его потребностей. Но с каждым днем промышленное производство растет в геометрической прогрессии, затрачиваются различные природные ресурсы, как возобновляемые, так и невозобновимые, и на это перестают обращать внимание и продолжают уничтожать все живое, в результате чего страдает экология.

Федеральной службой государственной статистики (Росстат) определено 10 городов на территории России, находящихся в тяжелом экологическом положении (табл.2). Воздействие градообразующих предприятий и различных других заводов, комбинатов и фабрик негативно влияет на состояние окружающей среды.

Таблица 2 – Самые загрязненные города России

Город	Причины тяжелой экологической обстановки
Норильск	Заполярный филиал ОАО «Горно-металлургическая компания «Норильский никель»
Дзержинск (Нижегородская область)	В годы холодной войны производили химическое оружие, поэтому окружающая среда оказалась загрязнена свинцом, фенолом, заринном. Промышленные предприятия оставляют в воздухе пары тяжелых металлов
Карабаш	В 1996 году город, знаменитый своим медеплавильным комбинатом, был объявлен зоной экологического бедствия
Череповец	Этот центр черной металлургии загрязняют заводы «Северсталь», «Северсталь-метиз», «Аммофос» и «Череповецкий азот»
Асбест	Здесь находится крупнейшее в мире предприятие по добыче хризотил-асбеста и несколько крупных фабрик по его обогащению. Асбест выбрасывает в атмосферу 330,4 тысячи тонн вредных веществ, почти 99 % из них приходится на предприятия
Дальнегорск	«Поставщики» вредных веществ – градообразующие предприятия «Бор» и «Дальполиметалл», а точнее - применяемый ими опасный способ перевозки концентрата свинца
Липецк	При неблагоприятном ветре «факел» из труб комбината начинает снижаться к поверхности земли и попадает в центральные районы города
Новокузнецк	Здесь 42 предприятия, которые выбрасывают в атмосферу более ста наименований загрязняющих веществ
Ангарск	Крупнейшие градообразующие предприятия – это Ангарская нефтехимическая компания и Ангарский электролизный химический комбинат
Магнитогорск	Основной источник загрязнений – Магнитогорский металлургический комбинат. Среднегодовые показатели концентрации в воздухе формальдегида, бенз(а)пирена, диоксида азота и взвешенных веществ, существенно превышают допустимые нормы

Рассмотрим более подробно состояние экологии на примере некоторых моногородов из списка самых загрязненных.

Магнитогорск. Наибольшую опасность для жителей города представляют имеющиеся в воздухе бенз(а)пирен, диоксид азота, сероводород и формальдегид. Допустимая норма этих веществ в разных районах города превышена в 5-20 раз. Воды Урала также испытывают значительное загрязнение. Для производственных нужд на реке была построена плотина и образован заводской пруд. Вода, использованная для технологических нужд, возвращается в реку, проходя через систему фильтров. Однако экологи отмечают, что очистка недостаточна, а вода в пруду представляет опасность для горожан.

В загрязненном районе вокруг Магнитогорска выбросы пыльного газа в атмосферу разрушили естественную природу, этому способствовали скорость,

направление и температура ветра. Ветер переносит выбросы газа и пыли с территории завода далеко за пределы Магнитогорска. Даже если к 2024 году удастся сократить выбросы от горячих цехов в атмосферу на 20 %, для возрождения погибающей природы потребуется не менее 20-30 лет. Проекты восстановления ландшафтной природной среды, уничтоженной за столетие выбросами ММК, и создания экологической архитектурной среды в прилегающих районах магнитогорской экологической агломерации должны быть рассмотрены уже сегодня [2].

Норильск. Именно "Норильский никель" является причиной столь значительного загрязнения атмосферы в пределах не только континента, но и планеты. На самом крупном предприятии среди аналогичных в России производится добыча драгоценных металлов (не только золота и серебра, но и палладия, платины, родия и др.), цветных металлов (никель, медь, кобальт), а также селена, теллура и серы. Кроме того, роза ветров у заводов «Норильского никеля» проходит так, что при любом ветре все выбросы направляются в город. В результате жители Норильска вынуждены ежегодно сталкиваться с более чем 2 млн тонн токсичных соединений [3,4].

Помимо этих городов можно выделить Медногорск, на экологическую обстановку которого большое влияние оказывают выбросы таких предприятий, как : ООО «Медногорский медно-серный комбинат», ОАО «Уралэлектро», ТЭЦ, автотранспорт, при ветрах северо-восточного направления ОАО «Южно-Уральский криолитовый завод», расположенный в г. Кувандыке. Основными загрязняющими веществами г. Медногорска являются: диоксид азота, диоксид серы, взвешенные вещества, гидрофторид, бенз(а)пирен [5].

Выбрасываемые в атмосферный воздух загрязняющие вещества стационарными и передвижными источниками создают особую опасность для окружающей среды. Осаждение загрязняющих веществ может осуществляться двумя способами: сухое осаждение, вымывание атмосферными осадками. Приоритетными загрязняющими веществами атмосферного воздуха являются взвешенные вещества, гидрокарбонаты, соединения серы; в почвенном покрове являются: цинк, хлориды и ионы аммония.

Список литературы

1. Об охране окружающей среды : Федеральный закон от 10 января 2002 г. №7-ФЗ (в ред. от 25.06.2012 г.) // Собрание законодательства РФ. – 2002. – № 2. – с. 133.
2. Абакшин, В. Стал ли чище воздух Магнитки / В. Абакшин // Магнитогорский рабочий. – 2009. – С. 4-8.
3. Быков, Д. Наш дом — Норильск / Д. Быков // Заполярная правда. - 2014. – № 8. – С. 14-20.
4. Киреев, А. А. Проблемы исследования градообразующих предприятий и моногородов / К. Н. Юсупов, А. А. Киреев // Вестник Государственного Университета Управления. – 2009. – № 17. – С. 283-285.

5. Антонова, О. В. Управление кризисным состоянием организации (предприятия) : учебное пособие для студентов вузов / О. В. Антонова. – Москва : ЮНИТИ, 2004. – 136 с.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФРАКЦИЙ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ НА ЭКОЛОГИЮ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Шамраев А.В., канд. биол. наук, доцент,

Алехина Г.П., канд. биол. наук, доцент,

Верхошенцева Ю.П., канд. биол. наук, доцент,

Хардикова С.В., канд. биол. наук, доцент, Рылова М.В.

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

Наиболее важная экологическая проблема современного мира затрагивают многие регионы России – загрязнение окружающей среды нефтью и нефтепродуктами [1, 2]. Причин загрязнения может быть несколько:

- 1) технологически небезопасная транспортировка нефти;
- 2) сбой операций при добыче сырой нефти;
- 3) тонножные воды при транспортировки нефти суднами;
- 4) аварии на нефтеперерабатывающих заводах;
- 5) выброс отходов после переработки нефти и так далее [3].

Все это приводит к одному результату: нарушаются экосистемные свойства окружающей среды, что в свою очередь влияет на систему природных ресурсов. Далее более подробно рассмотрим химический состав нефти и его свойства.

Нефть – горючая маслянистая жидкость, которая представляет собой сложную смесь органических веществ. Углеводороды нефти делят на метановые УВ (алканы и циклоалканы), нафтеновые УВ, ароматические УВ, смолы и асфальтены [4]. Помимо углеводородов в состав нефти входят кислородсодержащие, азотистые, сернистые соединения, а также ненасыщенные гетероциклические соединения.

Нефть состоит из фракций, выкипающих в определенных интервалах температур. Все эти фракции по-разному влияют на окружающую среду, поэтому отдельно рассмотрим влияние на почву, воду и воздух.

Влияние нефти и нефтепродуктов на почву. Почва - это сложнейшая система, одним из основных функциональных компонентов которой являются населяющие её живые организмы. Почва накапливает токсичные вещества в большей степени, чем вода и атмосферный воздух, а значит вся работа микросистемы пропорционально нарушается с увеличением загрязняющих веществ [5]. С момента попадания нефти в почву постоянно происходят процессы ее перераспределения в почвенных слоях. Попадая в почву, углеводороды нефти мигрируют в вертикальном и горизонтальном направлении. Это зависит от гранулометрического состава почвы и ее влажности. Воздействие углеводородов нефти на почву во многом зависит от её физико-химических характеристик, в загрязненной почве происходят определенные геохимические и структурные изменения [6].

Содержание нефти в качестве загрязнителя в почве наиболее значительно в первом периоде времени (от нескольких дней до нескольких месяцев). Попавшая в почву нефть занимает поры в почве из-за капиллярных сил. Содержание воздуха и воды в почве сокращается, а показатель дисперсности увеличивается в связи с увеличением почвенных агрегатов.

Высокомолекулярные соединения нефти (например, смолы, асфальтены) приводят к образованию гудрона, цементированию частичек почвы, образованию битуминозных солончаков, а далее к нарушению почвенного покрова и усилению эрозии почв [7]. Затем с течением времени (до нескольких десятилетий) содержание загрязнителя уменьшается с замедлением (по экспоненте) в разы и на порядки. Срок восстановления, саморекультивации почв, загрязненных нефтью, составляет от 1-2 до 10-15 лет [6].

Почва, загрязненная только легкими фракциями, со временем может самоочиститься, так как эти фракции обладают низкими температурами кипения и довольно быстро испаряются. Установлено, что относительно слабое загрязнение почвы нефтью (до 8 л/м²) спустя год не влияет отрицательно на фотосинтетическую функцию высших растений умеренных и северных широт (злаков), тогда как при высоких дозах (более 20 л/м²) в условиях южной тайги даже год спустя растения не могут еще нормально развиваться на загрязненной почве [1].

Тяжелые битумные фракции, которые находятся в нефти растворенными в летучих фракциях, проникают не глубже 12 см. При нормальной температуре это твердые аморфные вещества, они адсорбируются из раствора почвенными частицами верхнего слоя, склеивают их, застывают и образуют твердую корку. Такое загрязнение не может быть ликвидировано естественным путем [8].

Влияние нефти и нефтепродуктов на воду. После того, как нефть попадает в окружающую среду, она подвергается воздействию внешних факторов. Влияние этих факторов зависит от состава нефти, водной среды, в которую попала нефть и внешних условий (например, температуры). После разлива нефти на поверхности воды сразу образуется маслянистая пленка. Основная ее часть содержится в поверхностной пленке. В течение первых дней после разлива значительная часть нефти (до 40-75 %) испаряется. В водный раствор переходит обычно значительно меньшее количество нефти из-за низкой растворимости ее компонентов. Скорость испарения снижается с увеличением испарения низкомолекулярных веществ в нефтяной пленке. Далее увеличивается содержание высокомолекулярных веществ. Тяжелые фракции нефти постепенно оседают на дно и накапливаются в донных отложениях. В дальнейшем высокомолекулярные соединения вновь становятся источником загрязнения вод. Стоит отметить, что растворимость низкомолекулярных соединений в пресной воде существенно выше, чем в морской, что обуславливает значительную опасность загрязнения пресноводных водоемов. Дальнейшие изменения содержания и компонентного состава нефти связаны с фотохимическим окислением и биодеградацией, включающей микробное разрушение и ассимиляцию планктонными и бентосными организмами [9].

Влияние нефти и нефтепродуктов на атмосферу. Нефтеперерабатывающими предприятиями выбрасывается в атмосферу свыше 1050 тыс. т загрязняющих веществ, при этом доля улова на фильтрах составляет только 47,5 %. Основной состав выбросов предприятия в атмосферу: 23 % - углеводороды; окислы: 16,6 % - серы, 7,3 % - углерода, 2% - азота. Загрязнение приземного слоя атмосферы также происходит при добыче нефти и газа и во время аварий, в основном природным газом, продуктами испарения нефти и продуктами сгорания. Использование мазута и тяжелых котельных топлив на основе сернистых нефтей приводит к загрязнению окружающей среды сернистыми оксидами, пятиокисью ванадия и бензапиреном. Загрязнение атмосферы сернистыми газами приводит к выпадению кислотных дождей с рН около 5, когда при рН 5-4,5 наступает гибель рыбы в водоеме [10].

При сжигании нефти увеличивается содержание CO_2 , который является парниковым газом. Антропогенное воздействие, выбросы в атмосферу CO_2 привели к нарушению баланса. На процессы горения за год расходуется 7 млрд. тонн кислорода. В мире безвозвратно израсходовано 300 млрд. тонн, причем 288 млрд. тонн за последние 50 лет.

Резкое увеличение концентрации диоксида углерода будет смертельной для некоторых форм жизни. Климат и атмосфера меняется в худшую сторону. Перелом, ощутимый для биосферы, может наступить в ближайшие 100 лет.

Для защиты окружающей среды от нефтяных загрязнений применяют следующие методы [11]:

1) для воды:

а) биологические методы являются наиболее экологически безопасными и способствуют восстановлению аварийных и систематических нефтеразливов в водоемах и водотоках до нормативных показателей;

б) одной из современных технологий очистки нефтесточков является так называемое биокомпостирование - управляемый биологический процесс окисления (разложения) нефтяных углеводородов специализированной микрофлорой до безопасных соединений окиси углерода, воды и органического вещества биомассы.

2) для почвы:

а) прямое сжигание собранного нефтешлама в инсинераторах с утилизацией тепла отходящих газов для получения пара или горячей воды;

б) предварительный отжим нефти (нефтепродукта) из нефтешлама на фильтрпрессах с последующей очисткой отжатого сорбата (загрязненной нефти) на сепараторах для получения товарной нефти (нефтепродукта) и брикетированием сухого остатка нефтешлама после фильтрпрессов с получением топливных брикетов

Список литературы

1. Нигматов, Л. Г. Экологические последствия воздействия отходов буровых установок на сельскохозяйственные культуры / Л. Г. Нигматов //

Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2017. – С. 207-209.

2. Шамраев, А. В. Влияние нефти и нефтепродуктов на различные компоненты окружающей среды / А. В. Шамраев, Т. С. Шорина // Известия Оренбургского государственного университета. - 2009. – С. 642-645.

3. Мухаметова, И. В. Биотехнологии для снижения нефтезагрязнений на почву и водоемы в республике Башкортостан / И. В. Мухаметова, А. Ф. Зайнутдинова // International Journal of Humanities and National Sciences. - 2021. – С. 32-34.

4. Брянская, А. В. Теоретические и практические аспекты проблемы биологического окисления углеводородов микроорганизмами / А. В. Брянская, Ю. Е. Уварова, Н. М. Слынько, Е. А. Демидов, А. С. Розанов, С. Е. Пельтек // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2014. - №4/2. - С. 999–1012.

5. Руденко, Е. Ю. Исследование влияния нефти на биологическую активность черноземной почвы / Е. Ю. Руденко // – Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. - 2020. – Т.10. - №4. – С. 719-727.

6. Исакова, Е. А. Особенности воздействия нефти и нефтепродуктов на почвенную биоту / Е. А. Исакова // Biological Sciences. - 2019. - №12 (36). – С. 7–10.

7. Прикладная экобиотехнология : учебное пособие / А. Е. Кузнецов [и др.]. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. – 485 с.

8. Елинский, В. И. Загрязнения окружающей среды при нефтедобыче : актуальные вопросы / В. И. Елинский, Р. М. Ахмедов, Ю. А. Иванова // Вестник Московского университета МВД России. - 2020. - №7. – С. 118-122.

9. Лебедь-Шарлевич, Я. И. Опасность загрязнения водных объектов нефтью с учетом растворения и стратификации ее компонентов / Я. И. Лебедь-Шарлевич // Экологическая безопасность. - 2020.- №3 – С. 46-49.

10. Журавлева, В. В. Использование рекультивационных смесей для утилизации отходов нефтедобычи / В. В. Журавлева // Бюллетень науки и практики. - 2017. - №8. – С.7-11.

11. Осадчая, Л. И. Методы защиты окружающей среды от разлива нефти и нефтепродуктов : учебно-методическое пособие / Л. И. Осадчая. - Новочеркасск: ЮРГПУ(НПИ), 2017. – 24 с.

ВЛИЯНИЕ ТОКСИКАНТОВ НА АНТИОКСИДАНТНУЮ СИСТЕМУ РАСТЕНИЙ

Пешков С.А., канд. с.-х. наук, доцент, Шистерова А.С.

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

Токсиканты, поступающие в растительный организм, индуцируют множество изменений. Ввиду подобной перспективы представляется актуальным изучение ответных реакций растений на действие токсикантов. Наиболее опасным результатом воздействия токсикантов на растительный организм можно считать развитие окислительного стресса, вызванным избыточным образованием активных форм кислорода (АФК). У высших растений АФК в норме быстро инактивируются благодаря работе антиоксидантной системы (АОС).

Токсиканты – вещества или соединения, способные оказывать ядовитое действие на живые организмы [1]. В зависимости от признака, лежащего в основе классификации токсикантов, они могут подразделяться следующим образом:

- характер воздействия и степень проявления токсичности (токсичные, потенциально токсичные);
- химическая природа (неорганические, органические);
- степень опасности (3 класса).

Наиболее приоритетными для химико-токсикологического анализа являются тяжелые металлы, являющиеся токсикантами неорганического происхождения, к которым относят элементы, обладающие свойствами металлов или металлоидов, имеющие атомную массу свыше 40 Да, плотность более 5 г/см³, атомное число 23 и выше [3].

Среди тяжелых металлов можно выделить несколько групп элементов в зависимости от их функциональной роли для растительного организма. Таким образом, можно выделить элементы необходимые для жизнедеятельности растения, принимающие участие во множестве процессах, таких как энергетический обмен, первичный и вторичный метаболизм, гормональная регуляция. Данные элементы называются микроэлементами. К микроэлементам относят кобальт, хром, медь, железо, никель, цинк. Концентрация микроэлементов в растениях составляет 10⁻³ % от сухой массы клетки и ниже, но при повышении их уровня в окружающей среде они становятся токсичными для живых организмов [4].

Во вторую группу можно отнести элементы, функциональная роль до конца остается неясной [5]. Тяжелые металлы, не являющиеся микроэлементами, негативно влияют на растения даже в малых концентрациях [6, 7].

Растения могут поглощать токсичные металлы как из почвы через корень, так из атмосферы через листовую пластину. При поступлении через корень

транспорт тяжелых металлов может происходить различными путями: активный (метаболический) против градиента концентрации; пассивный (неметаболический) в соответствии с градиентом концентрации. По метаболическому пути передвигаются микроэлементы, а также металлы, которые им химически подобны. С помощью диффузии перемещаются металлы, не относящиеся к микроэлементам. Металлы, вступая в различные биохимические реакции растительной клетки осаждаются и теряют биологическую активность. Однако, при загрязнении почвы большим количеством металлов, защитные системы растения не могут справиться со всем количеством полностью и, вследствие чего возникает возможность токсического воздействия тяжелых металлов на растение [8].

Механизм токсического воздействия тяжелых металлов основан на следующих процессах:

- внедрение в работу ферментных систем;
- конкуренция между ионами тяжелых металлов и необходимыми элементами за поступление в растение;
- изменение мембран, приводящее к нарушению ближнего и дальнего транспорта.

Признаки токсического воздействия тяжелых металлов на растения могут быть визуальными, которые начинают проявляться, когда концентрации токсичных элементов значительно превышают санитарно-гигиенические нормативы. Однако, основными признаками угнетения являются процессы, которые можно заметить не сразу. К основным признакам угнетения относится снижение всхожести семян, замедленный рост, аномальное развитие корневой системы, замедленный рост, увядание и как результат гибель. Признаки фитотоксичности проявляются при условии, когда содержание элементов в почве значительно превышает ПДК [8].

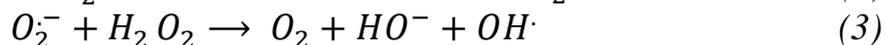
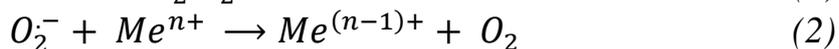
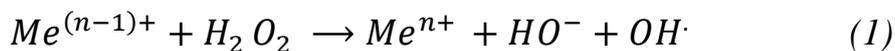
Как уже было сказано выше, одним из наиболее опасных наиболее опасным результатом воздействия токсикантов на растительный организм можно считать развитие окислительного стресса, обязательным условием возникновения которого является избыточное образование активных форм кислорода (АФК).

Однако, растения обладают довольно высокой устойчивостью к окислительному стрессу, вызванному повышенным уровнем содержания АФК в растительных клетках. Устойчивость растений к окислительному стрессу реализуется за счет работы антиоксидантной системы [9].

Антиоксидантная система растений состоит из высокомолекулярных и низкомолекулярных компонентов. К высокомолекулярным компонентам относятся ферменты (каталаза, пероксидаза, супероксиддисмутаза, глутатионредуктаза), к низкомолекулярным компонентам относят аскорбиновую кислоту, низкомолекулярные SH-соединения, флавоноиды, витамины А, Е, К, убихинон [10].

Некоторые тяжелые металлы могут непосредственно генерировать АФК, тогда как другие не принимают участие в этих реакциях и вызывают накопление АФК опосредованно.

Металлы такие, как медь, железо, марганец участвуют в окислительно-восстановительных реакциях непосредственно участвовать в образовании высокотоксичных гидроксильных радикалов в реакциях Фентона (1) и Хабера - Вейса (1, 2, 3):



Однако, не смотря на то, что некоторые металлы могут непосредственно участвовать в образовании АФК, главными причинами возникновения окислительного стресса, вызванного присутствием тяжелых металлов, в независимости от их окислительно-восстановительной активности, является ингибирующее действие ионов тяжелых металлов на скорость электронного транспорта на мембранах хлоропластов и митохондрий, а также снижение активности антиоксидантных ферментов, возникающее из-за изменения в структуре фермента в результате взаимодействия ионов тяжелых металлов с SH-группами белков, а также из-за внедрения ионов тяжелых металлов в молекулу вместо ионов необходимых металлов. Наконец, в присутствии тяжелых металлов уменьшается содержание некоторых антиоксидантных ферментных соединений, таких как глутатион. Все это способствует увеличению содержания АФК в клетке растений и развитию окислительного стресса [11].

Таким образом, анализ литературы показал, что токсиканты, поступая в организм растения, вызывают множество изменений в протекании биохимических процессах, лежащих в основе жизнедеятельности. Тяжелые металлы, являющиеся токсикантами неорганического происхождения, оказывают влияние на антиоксидантную систему растений не только напрямую, участвуя в процессах генерации активных форм кислорода, но и косвенно, нарушая работу антиоксидантных ферментов, электронного транспорта на мембранах хлоропластов и митохондрий.

Список литературы

1. Экология и безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие для вузов/ Д.А. Кривошеин [и др.]– М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. - 447 с.
2. Кузнецов, В.В. Физиология растений: учеб. пособие/ В.В. Кузнецов, Г.А., Дмитриева Г.А. - М.: Высшая школа, 2006. - 742 с.
3. Тяжелые металлы и растения [Текст]: [монография] / А. Ф. Титов, Н. М. Казнина, В. В. Таланова. - Петрозаводск: Карельский науч. центр РАН: Ин-т биологии КарНЦ РАН, 2014. -192 с.

4. Williams L., Salt D.E. The plant ionome coning into focus / L. Williams, D.E. Salt. // *Curr. Opin. Plant Boil.* 2009.- V. 12, N 3.- P. 247–249.
5. Clemens S., Schizosaccharomyces pombe as a model for metal homeostasis in plant cell: phytochelatin-dependent pathway is the main cadmium detoxification mechanism/ S. Clemens, C. Simm. // *New Phytol.* 2003. - V. 159. - P. 323–330.
6. Башкин, В.Н. Биогеохимия / В. Н. Башкин, Н. С. Касимов. - М.: Науч. мир, 2004. - 647 с.
7. Hassan Z., Aarts M.G.M. Opportunities and feasibilities for biotechnological improvement of Zn, Cd or Ni tolerance and accumulation in plants / Z. Hassan., M.G.M. Aarts.// *Environ. Exp. Biol.* 2011. - V. 72. - P. 53–63.
8. Токсикологическое воздействие тяжелых металлов [Электронный ресурс]. - Режим доступа URL: https://scibook.net/ekologicheskaya-toksikologiya_1474/toksicheskoe-vozdeystvie-tyajelyih-metallov-76946.html
9. Полесская, О.Г. Растительная клетка и активные формы кислорода: учеб. пособие / О. Г. Полесская. - Москва: КДУ, 2007. - 139 с.
10. Методы оценки антиоксидантного статуса растений: учеб. пособие/ Г. Г. Борисова [и др.]. - Екатеринбург: Изд-во Урал, ун-та, 2012. -72 с.
11. Сазанова К.А., Башмаков Д.И., Лукаткин А.С. Генерация супероксидного анион-радикала в листьях растений при хроническом действии тяжелых металлов/ К.А Сазанова, Д.И. Башмаков, А.С. Лукаткин// Труды Карельского НЦ РАН. Сер. Экспериментальная биол. 2012. - № 2. - С. 119-124.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА КРЕМНИЯ

Юдин А.А., Каныгина О.Н., д-р физ.-мат. наук, профессор,
Биксентеев А.Р., Симонова А.В.

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

В современном мире интерес к наночастицам постоянно увеличивается, что обусловлено стремлением к миниатюризации изделий и развитию новых технологических методов, которые основываются на принципах самосборки и самоорганизации. Наночастицы все больше находят применение в различных областях фундаментальной и прикладной науки, растет их применение в промышленности: в области высокоточных технологий, в керамике и металлургии, в нано- и микронных покрытиях. Благодаря размеру и большой удельной поверхности наночастиц они обладают отличительными физическими и химическими свойствами.

Согласно определению ИЮПАК наночастицы представляют собой частицы любой формы с размерами в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до $1 \cdot 10^{-7}$ метра. Международная организация по стандартизации (ISO) дает следующее определение: наночастицей является объект, в котором все три линейные измерения определяются в наномасштабе, самая длинная и самая короткая оси при этом существенно не различаются (не более чем в три раза).

Повышенная поверхностная энергия наночастиц ведет к повышенной химической активности наноматериалов, что проявляется в склонности наночастиц металлов к самоокислению, самовозгоранию, пирофорности, а также к проявлению у наночастиц высокой каталитической активности. Уменьшение размеров частиц также приводит к понижению температур химических реакций. Многие инертные в микронных размерах материалы при переходе в наноразмеры могут проявлять химическую активность.

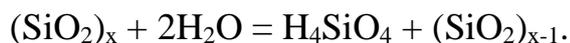
Целью данной работы являлось определение химической активности наночастиц диоксида кремния по сравнению с микронным порошком.

Особенность природы твердых наночастиц диоксида кремния предопределяет его химические свойства – способность вступать в полимераналогичные реакции, то есть, в реакции, затрагивающие функциональные группы и радикалы на поверхности твердого вещества.

На поверхности большинства твердых веществ [1] наиболее распространены кислородсодержащие, в частности, гидроксильные группы, диоксид кремния не является исключением [2]. Наиболее простой реакцией, демонстрирующей химическую активность наночастиц диоксида кремния, является взаимодействие с водой и образование поликремниевых кислот.

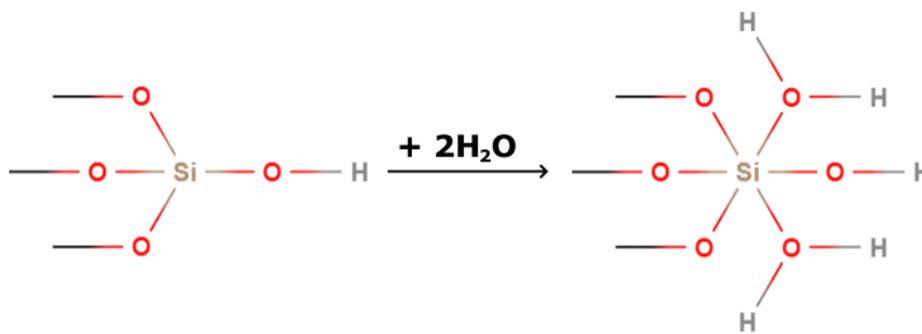
В общем случае процесс можно описать следующим образом: при взаимодействии с водой наночастицы диоксида кремния образуют в воде

коллоид, в растворе при этом образовывается неустойчивая ортокремниевая кислота:



Ортокремниевая кислота способна вступать в реакции поликонденсации с образованием сложных, линейных, разветвленных и смешанных структур, в которых наиболее активной будет являться группа $\equiv\text{Si}-\text{OH}$, способная участвовать как в процессах электрофильного замещения протона, так и в процессах нуклеофильного замещения гидроксила.

Следует отметить, что кремниевые кислоты способны к реакциям комплексообразования с участием поверхностных лигандов. В группировке $\equiv\text{Si}-\text{OH}$ атом кремния может образовывать координационную связь по донорно-акцепторному механизму с молекулами воды:



При этом координационное число кремния повышается с четырех до шести. Неподелённая пара электронов кислорода молекулы воды оттягивается на sp^3d^2 -гибридизованные орбитали атома кремния (энергия понижается за счет гидратации поверхностных атомов кремния).

Для экспериментального определения химической активности были взяты наноразмерные частицы диоксида кремния, полученные методом распылительного пиролиза [3] (образец 1) и микронные частицы, полученные золь-гель методом с последующей сушкой и дегидратацией (образец 2). Средний диаметр частиц образца №1 составил 89 нм, образца №2 – 270 мкм (рисунок 1).

Химическую активность исследуемых образцов определяли по количественному содержанию кремниевой кислоты в водной суспензии фотометрическим методом с молибдатом аммония. Установлено [4], что низшие олигомеры кремниевой кислоты образуют с молибдат-ионами желтую додекамолибдатокремниевую кислоту $\text{H}_4[\text{Si}(\text{Mo}_3\text{O}_{10})_4] \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Для повышения чувствительности комплекс восстанавливают двухвалентным оловом с образованием кремнемолибденовой сини.

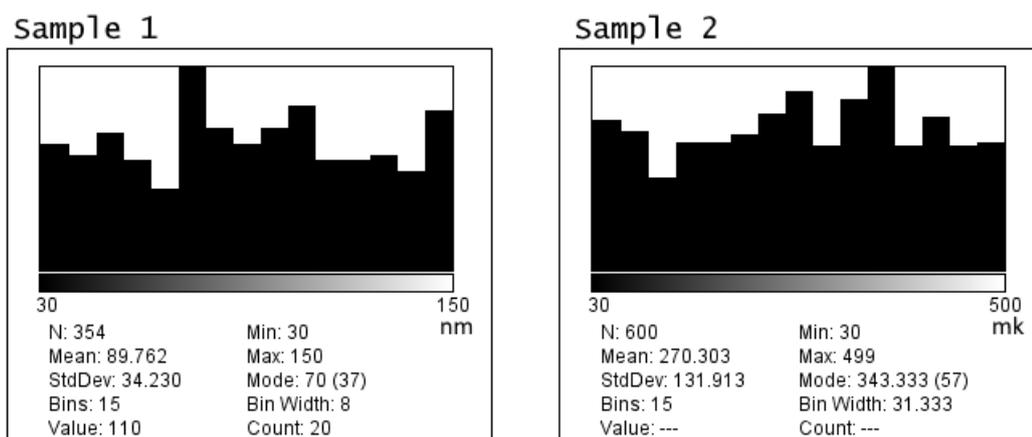


Рисунок 1 – Распределение диаметров исследуемых образцов

Для построения калибровочного графика на определение кремниевых кислот по указанному методу использовался рабочий раствор силиката натрия с концентрацией в пересчете на SiO_2 равной 0,01 мг/мл.

Получение окрашенных растворов различной концентрации для построения калибровочного графика осуществлялось следующим образом: определенный объем стандартного раствора помещался в мерную колбу на 50 мл, разбавлялся дистиллированной водой примерно до 20 мл, добавлялось 3 мл ацетатного буферного раствора и 5 мл 4%-го раствора молибдата аммония. Смесь перемешивалась и оставлялась на 15 минут для созревания кремнемолибденовых гетерополикислот. Для восстановления кремнемолибденовых кислот добавлялось 5 мл оловянного восстановителя, растворы доводились до метки, выдерживались 20 минут для развития окраски и фотометрировались при длине волны 720 нм на спектрофотометре СФ-2000 в кварцевых кюветах с длиной оптического пути 10 мм относительно холостого раствора. Калибровочный график (рисунок 2) хорошо описывается прямой с величиной достоверности аппроксимации $R^2 = 0,9668$.

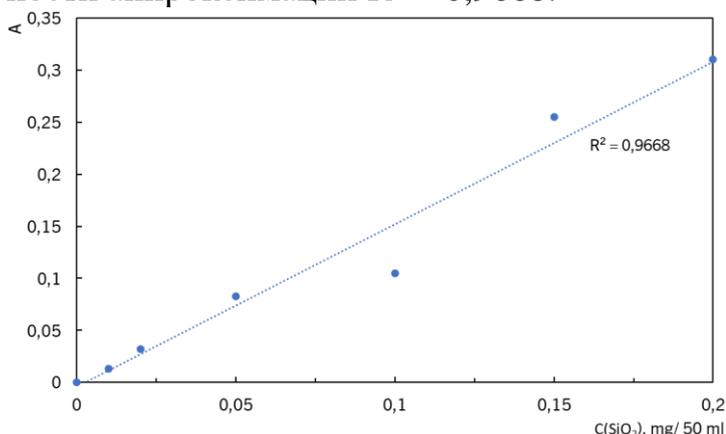


Рисунок 2 – Калибровочный график для определения кремниевых кислот

Для определения химической активности навеску каждого образца массой около 0,2 г помещали в коническую колбу объемом 50 мл, добавляли 20 мл воды, встряхивали на лабораторном колбовстряхивателе в течение 30 минут

до образования суспензии. Далее добавлялись все необходимые реактивы и осуществлялось фотометрирование. Оптическая плотность измерялась при аналогичных построению градуировки условиях. Определение осуществлялось в трех параллелях. Результаты определения активности представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Определение химической активности диоксида кремния

Образец	Масса навески, г	A	Масса активного SiO ₂ , мг (по графику)	Активность, %
1	0,2088	0,078	0,05268	24,52 ± 0,74
	0,2052	0,074	0,05012	
	0,2042	0,072	0,04885	
2	0,2011	0,005	0,0059	3,01 ± 0,21
	0,2049	0,006	0,0066	
	0,2042	0,005	0,0059	

По результатам эксперимента видно, что наноразмерный оксид кремния обладает значительной химической активностью, в то время как микронные порошки проявляют незначительное химическое взаимодействие с водой. Практически четверть исследованного образца наночастиц диоксида кремния из-за большой удельной поверхности способна активно вступать в химическое взаимодействие и вести себя как силикат-ион. В целом, при переходе от микро-размерности к нано-размерности химическая активность возрастает практически в восемь раз.

Таким образом, показано что наночастицы инертного по отношению к воде вещества (SiO₂) в микроразмере обладают достаточно большим сродством к взаимодействию при понижении размеров на три порядка.

Список литературы

1. Камбалина, М. Г. Определение общей концентрации и форм нахождения кремния в природных водах методами атомно-абсорбционной спектроскопии с электрической атомизацией и спектрофотометрии.: дис. ... канд. хим. наук : 02.00.02 / М. Г. Камбалина. – Томск, 2015. –139 с. – Библиогр.: с. 101-125.,
2. Рао Ч.Н.Р., Новые направления в химии твердого тела: структура, синтез, свойства, реакционная способность и дизайн материалов / Рао Ч.Н.Р., Дж. Гопалакришнан. – Новосибирск: Наука. Сиб. Отд-ние, 1990. – 520 с.
3. Silicon and silicon oxide core-shell nanoparticles: Structural and photoluminescence characteristics / Journal of Applied Physics 105, 074301 (2009); <https://doi.org/10.1063/1.3100045> / Mallar Ray1, Samata Sarkar1, Nil Ratan Bandyopadhyay, Syed Minhaz Hossain, and Ashit Kumar Pramanick
4. Шеуджен, А.Х. Кремний и методы его определения / А.Х. Шеуджен [и др.]. – Майкоп: изд-во МГТИ, 2002. – 41 с.

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ СУСПЕНЗИЙ ПАРАФИНА, МОДИФИЦИРОВАННОГО ПОЛИЭТИЛЕНГЛИКОЛЕМ

Юдин А.А., Сальникова Е.В., д-р биол. наук, канд. хим. наук, доцент,
Диянова Ю.И.

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

Редкоземельные элементы (РЗЭ) на сегодняшний день используются во многих отраслях современной промышленности. Зачастую, именно присутствие редкоземельных элементов, даже в небольших количествах, определяет свойства материалов. Переработка РЗЭ остается одной из немногих областей, где по-прежнему при их добыче используется технология жидкостной экстракции. Технология жидкостной экстракции несет в себе ряд недостатков, в том числе, использование больших объемов токсичных, пожароопасных органических растворителей [1].

В последние годы активно развиваются технологии твердофазной экстракции и ионной флотации, которые лишены вышеуказанных недостатков. Перспективным материалом для технологий твердофазной экстракции и ионной флотации являются водные суспензии парафина.

Целью данной работы является подбор условий для получения устойчивой суспензии высокоочищенного парафина марки П-2.

Существует ряд методик для получения суспензий, которые в основном основаны на диспергировании расплавленного парафина в воде. Диспергирование может проводиться с использованием интенсивного перемешивания, ультразвука, высокого давления и так далее. При понижении температуры во время диспергирования происходит затвердевание дисперсной фазы – парафина. Для стабилизации частиц парафина можно использовать поверхностно активные вещества (ПАВ), наночастицы диоксида кремния [2].

В качестве стабилизатора для суспензий парафина в данном исследовании использовали ПАВ неионогенного типа – полиэтиленгликоль (ПЭГ). Выбор данного ПАВа обусловлен, прежде всего, его высокой скоростью биоразлагаемости в сточных водах, химической стойкостью в жесткой воде, безопасностью для человека [3].

На первом этапе исследований для получения суспензий использовали диспергирование с применением интенсивного перемешивания (1000 об/мин) с нагреванием смеси компонентов до 80 градусов. Состав исследуемых смесей: смесь 1: 5 % парафина, 95 % воды; смесь 2: 5 % парафина, 5 % ПЭГ, 90 % воды.

Получение суспензий проводилось следующим образом: подготовленная смесь помещалась в установку, представленную на рисунке 1, нагревалась до 80 °С, после чего включалось перемешивание. После образования эмульсии температура водяной бани постепенно снижалась до 40 °С, после чего перемешивание останавливалось, суспензии охлаждались до 4 °С, далее подвергались исследованию.

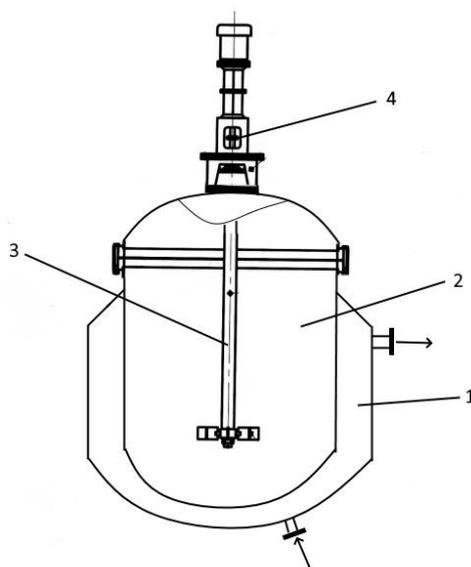


Рисунок 1 – Установка для получения суспензий: 1 – водяная рубашка; 2 – реактор; 3 – мешалка; 4 – редуктор мешалки

Для полученных суспензий была определена концентрация взвешенных веществ методом нефелометрии, определен размер частиц методом оптической микроскопии (получение микрофотографий осуществлялось на бинокулярном микроскопе Микромед-1, вариант 2-20, иммерсионный объектив, обработка полученных изображений производилась посредством ПО ImageJ). Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры частиц парафина, полученных методом интенсивного перемешивания

Смесь	Состав	Размер частиц, мкм	Концентрация, масс. %
Смесь 1	5% П-2, 95% H ₂ O	–	–
Смесь 2	5% П-2, 5% ПЭГ, 90% H ₂ O	185,345 ± 17,660	0,3 %

Исходя из полученных результатов видно, что в отсутствие полиэтиленгликоля образования устойчивой суспензии не происходит; при добавлении ПЭГ в количестве 5 масс. % происходит образование суспензии со средним размером частиц 185 мкм, однако, концентрация взвеси очень мала, полученную суспензию не имеет смысла применять для ионной флотации и сорбционных процессов.

Для увеличения концентрации водно-парафиновой суспензии и уменьшения размера дисперсных частиц было решено использовать метод ультразвукового диспергирования. Ультразвуковое диспергирование (УЗД) создает более жесткие условия, что способствует образованию мелкодисперсной эмульсии при температуре плавления парафина и дальнейшему образованию суспензии при понижении температуры.

Для создания эмульсии использовался ультразвуковой диспергатор DK Sonic, ультразвуковая мощность 60 Вт, частота излучателя – 40 кГц. Смесь вышеуказанного состава загружалась в диспергатор, нагревалась до 80 °С, время диспергирования – 30 минут, по истечении указанного времени при ультразвуковом воздействии температура снижалась до температуры застывания парафина, далее суспензии извлекали, охлаждали до комнатной температуры, исследовали их свойства. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Параметры частиц парафина, полученных методом ультразвукового диспергирования

Смесь	Состав	Размер частиц, мкм	Концентрация, масс. %
Смесь 1	5% П-2, 95% H ₂ O	87,446 ± 25,496	1,22 %
Смесь 2	5% П-2, 5% ПЭГ, 90% H ₂ O	62,882 ± 5,496	7,32 %

Исходя из полученных данных можно сделать вывод, что использование ультразвукового диспергирования приводит к получению водно-парафиновых суспензий с высокими концентрациями и небольшим размером частиц, порядка 62 мкм. Полученные суспензии имеют высокую стабильность, остаются устойчивыми в течение двух и более недель. Введение полиэтиленгликоля приводит к увеличению концентрации дисперсных частиц в семь раз по сравнению со смесью 1. Микрофотография частиц парафина, полученного методом УЗД в присутствии полиэтиленгликоля представлена на рисунке 1.

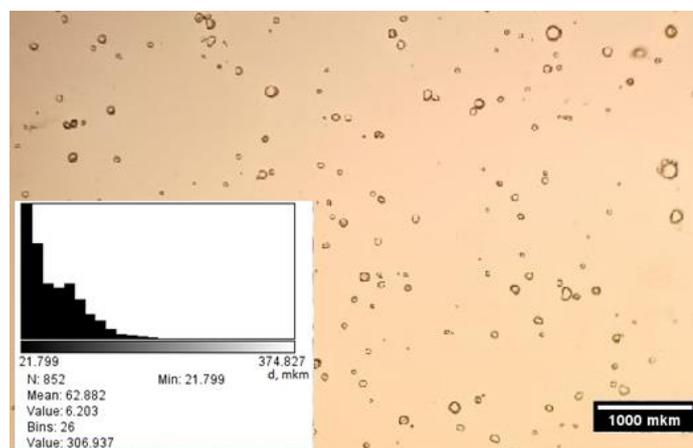


Рисунок 1 – Дисперсные частицы парафина, полученные методом ультразвукового диспергирования в присутствии 5% масс. полиэтиленгликоля

Для оценки сорбирующих свойств суспензия парафина с ПЭГ, полученная методом ультразвукового диспергирования была смешана с модельным раствором, содержащим ионы Se^{4+} , после чего твердые частицы отделили фильтрованием через мембрану, изготовленную из ацетата целлюлозы с размером пор 0,2 мкм, трижды промыли на фильтре

дистиллированной водой, высушили под вакуумом и методом рентгенофлуоресцентного анализа оценили остаточное содержание церия в полученном материале (рисунок 2).

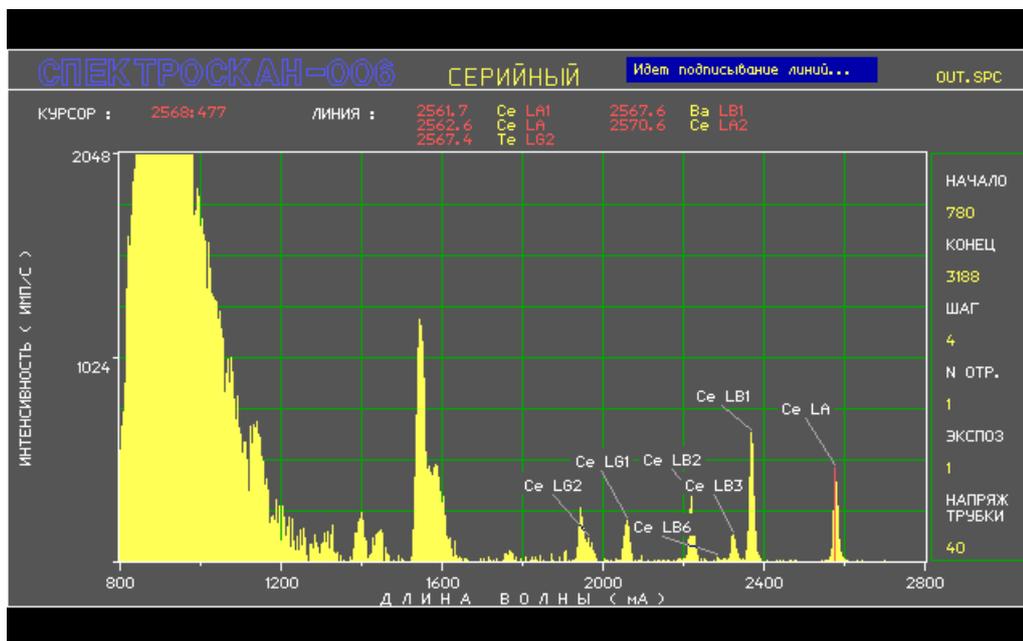


Рисунок 2 – Рентгенофлуоресцентный спектр частиц парафина после сорбции модельного раствора, содержащего ионы церия

По результатам спектрального анализа видно, что в исследуемом образце имеется значительное количество ионов церия, следовательно, суспензии парафина с различными модификаторами могут использоваться в качестве перспективных материалов для извлечения ценных элементов из бедных руд и техногенных отходов методами сорбции, твердофазной экстракции и ионной флотации.

Список литературы

1. Новопольцева, Т.С. Твердые частицы парафина и стеариновой кислоты, стабилизированные SPAN 80 и TWEEN 80 / Т.С. Новопольцева [и др.] // Успехи в химии и химической технологии – 2017. – № 13 (194). – С. 40-41.
2. Cho, K. Experimental study on the application of paraffin slurry to high density electronic package cooling / K. Cho, M. Choi // Heat and Mass Transfer. – 2000. – Vol. 36. – No 1. – P. 0029-0036.
3. Зелепукин И. В. Синтез и характеристика гибридных ядро-оболочек $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ наночастиц для биомедицинского применения / И. В. Зелепукин // Акт природы – 2017. – № 4 (34).

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ГАММА-СПЕКТРОМЕТРИИ В АНАЛИЗЕ ПОЧВ (ОБЗОР)

Юдин А.А., Сальникова Е.В., д-р биол. наук, канд. хим. наук, доцент,
Лялюкова Т.О., Салавьева В.А.

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

Спектрометрия ядерных излучений, возникшая как метод исследования в ядерной физике уже в последние десятилетия XX века приобрела прикладное значение. Гамма-спектрометрия нашла применение в разведочной и рудной геофизике, при активационном анализе, в исследованиях загрязнений окружающей среды, в космических исследованиях и в других областях, сегодня этот метод все шире применяется и для анализа почв.

Спектр – функция распределения параметра, характерного для исследуемого объекта. Таким параметром для электромагнитных излучений служит обычно частота колебаний (длина волны, энергия квантов), а плотность распределения вероятности (спектральная плотность) выражается мощностью в интервале частот, интенсивностью потока квантов и так далее. Гамма-кванты испускаются при изменениях энергетических состояний ядер, при переходе их из возбужденного состояния в невозбужденное. Возбуждение ядер является следствием радиоактивного распада или ядерных реакций. Гамма-лучи же представляют собой кванты или фотоны высокой энергии и коротковолнового электромагнитного излучения, испускаемые из природных или искусственных изотопов. Спектр содержит сведения о том, сколько каких составляющих входит в данное излучение. Причем, следует заметить, что целью измерений в прикладной гамма-спектрометрии является не спектр сам по себе, а те характеристики источника излучения и окружающих его веществ, которые можно определить при обработке спектра и которые имеют геофизический, геохимический или другой смысл [1].

Радиоактивные изотопы элементов, испускающих гамма-излучение, называются радионуклидами. И здесь надо помнить, что многие радионуклиды встречаются в природе, но только калий (K), уран (U) и торий (Th) производят гамма-лучи достаточной энергии и интенсивности, которые можно измерить с помощью гамма-спектроскопии. Эти радионуклиды присутствуют в почвах и горных породах в виде изотопов ^{40}K , ^{238}U и ^{232}Th . Причем распределены эти изотопы в почвах в различных количествах. Следовательно, появляется возможность регистрации гамма-сигнатур почв, которые специфичны для определенных местных условий [2, 10]. На гамма-поле влияют не только активность энергии квантов и физическая природа источников излучений, но и расположение в пространстве веществ, поглощающих и рассеивающих излучения. То есть для почвоведения гамма-спектрометрия представляет особую ценность, поскольку она не только обнаруживает сигнал с поверхности ландшафта, но и объединяет информацию в определенном объеме.

Все исследовательские методы гамма-спектрометрии почв можно разделить на лабораторные и полевые. Если в лаборатории обычно анализируются небольшие количества вещества (пробы, образцы почв), то в полевых исследованиях наблюдение и съем данных осуществляется на крупных и протяженных объектах в изменчивых естественных условиях. Сбор мелкомасштабной информации о свойствах почвы с использованием обычных проб почвы и лабораторных анализов требует много времени и затрат. Для мониторинга почв, почвенного моделирования необходимы более эффективные методы получения этой информации. Зато новейшие стационарные и мобильные проксимальные датчики почвы обеспечивают высокое качество полевых исследований. Проксимальные гамма-датчики почвы обладают способностью предоставлять информацию о почве с высоким пространственным разрешением и объяснять изменения свойств почвы. Эти методы зондирования почвы менее подвержены воздействию мешающих факторов, таких как облака и растительный покров, и имеют преимущества перед методами дистанционного зондирования с воздуха и из космоса, причем на современных мобильных установках построение «гамма-портрета» почв может проводиться во время движения или во время стационарных записей, а достигнутая точность их такова, что оба подхода дали аналогичные результаты для разных типов почвы [3, 9]. То есть использование мобильных проксимальных гамма-датчиков помогает установить менее неоднозначные связи между получаемыми данными и свойствами почвы.

Довольно традиционно, что радиогеохимические методы входят в состав поисково-оценочных и разведочных работ при оценке почв предположительно содержащих полезные ископаемые, тем более установлено, что обилие и распределение радионуклидов отражают геоморфологические процессы и процессы выветривания. Песчаные почвы с выщелоченными профилями легко распознаются по низкой частоте гамма-излучения. В глинистых почвах ^{232}Th может адсорбироваться на глинах. Калиевые полевые шпаты встречаются в гранитах. Свежевыветрившийся гранит с неглубоким профилем почвы имеет высокую частоту встречаемости ^{40}K . Железистые материалы или гравий из глубоко выветренного профиля богаты ^{232}Th и ^{238}U . Концентрация ^{40}K , ^{232}Th и ^{238}U в почвах и горных породах обычно увеличивается с увеличением содержания кремнезема. В целом, наиболее высоким значением показателя соотношение Th/U обладают осадочные отложения прибрежно-морских фаций и грубозернистые окисленные породы, тогда как глинистые и карбонатные отложения характеризуются низкими значениями показателя [2, 5].

Выявить случаи загрязнения почвы обогащенным или обедненным ураном позволяет анализ отношения удельной активности ^{238}U к ^{235}U . Явный сдвиг в данном соотношении без сомнения свидетельствует о наличии техногенного воздействия. Однако данный подход применим только для образцов с детектируемым количеством ^{235}U в почве. Но обоснование количества дополнительного содержания урана, обусловленное деятельностью

радиационно-опасного объекта, можно получить из совместного анализа соотношений радионуклидов ^{238}U , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K [1].

В последние годы гамма-спектроскопия вышла далеко за пределы использования в геологоразведочных работах и исследование объектов непосредственно связанных с работой с радиоактивными материалами. В этом случае исключительно важно, что понимание характеристик химического состава, а так же пространственной изменчивости структур почв, имеет решающее значение для современного сельского хозяйства, способствуя снижению риска неурожая, повышения эффективности принятия решений и получения выгод как в экономическом, так и в экологическом смысле.

Так, примеры ряда полевых экспериментов в Германии показали, что мобильная полевая гамма-спектрометрия дает ценную информацию, допускающую даже количественные прогнозы для отдельных фракций по размеру зерна почвы или целых классов почвенных текстур. А ошибки прогнозирования для отдельных фракции текстуры оказались всегда ниже 5% [8].

Недавнее крупное комплексное исследование, проведенное на юго-востоке Бразилии, где были проанализированы почвы в четырех топоследовательностях с различной литологией, рельефом и гидрологией показало, что методы гамма-спектрометрии не только отразили концентрацию разных радионуклидов в почвах, показав прямую зависимость от состава исходного материала, будь то горные породы или органические отложения, но и обнаружили значительные изменения в некоторых сегментах вдоль топоследовательностей, не обнаруживаемые обычными методами обследования почвы, указывая на переход от одного класса почв к другому [6].

Полевое исследование проведенное с помощью мобильных проксимальных датчиков на нескольких полях Бельгии позволило показать применимость гамма-спектрометрии для определения уровня содержащегося в почве доступного для растений калия, что имеют решающее значение для оптимизации внесения в почву калийных удобрений и впоследствии оптимизации роста и урожайности сельскохозяйственных культур [7].

Однако, одновременно с достижениями на «ниве познания» свойств почв, с помощью гамма-спектрометрия, необходимо отчетливо понимать, что данный метод далеко не «всесилен». Следует обратить внимание, что регистрируемые сигналы зависят от состава коренных пород. А поскольку сигналы второго порядка изменяются в результате процессов выветривания, это приводит к большему количеству проблем для интерпретации данных. Кроме того, благодаря своим физико-химическим свойствам радионуклиды ведут себя в почвах по-разному, и их свойства будут сильно отличаться [10]. Следовательно, гамма-сигнатуры почв специфичны для местных условий и требует тщательной «калибровки» и учета местных условий.

Наконец, для понимания современной ситуации необходимо заметить, что исказить природный фон могут радионуклиды, появление которых связано с человеческой деятельностью. Также присутствуют в почвах, и такие изотопы

как ^{137}Cs (радиоизотоп цезия), который попал в почвы в результате ядерных испытаний и особенно при авариях на ядерных объектах. Так, Чернобыльская катастрофа привела к тому, что почвы только в Российской Федерации 19 областей были загрязнены ^{137}Cs с плотностью загрязнения выше 1 Ки/км². Это, в свою очередь и исказило природный «гамма-портрет» многих сельскохозяйственных угодий Брянской, Калужской, Тульской и Орловской областей [5]. Другой пример такого искажения – это авария на АЭС «Фукусима-1» приведшая к формированию следа, как ^{134}Cs , так и ^{137}Cs на сельскохозяйственных землях за пределами 30 км зоны отчуждения, в срединной части префектуры Фукусима, в направлении с северо-востока на юго-запад в пределах радиуса 80 км [4].

Таким образом, на сегодняшний день, гамма-спектрометрия является общепринятым методом в геонауках. В последние годы почвоведы сделали много усилий по расширению возможностей, связанных с гамма-спектрометрией, и преодолению ограничений для ее практического применения. Она является одним из перспективных методов зондирования и анализа почвы, который может предоставлять информацию о свойствах почвы с высоким пространственным разрешением. Это неинвазивный и неразрушающий метод, и он абсолютно безопасен за счет использования пассивного обнаружения естественного распада радиоизотопов. При этом, он является одним из эффективных способов получения информации, необходимой для мониторинга почв, моделирования их состава и структуры, и точного земледелия. Хотя, при всех достоинствах гамма-спектрометрии, не следует забывать и о присущих ей ограничениях.

Список литературы

1. Едикин, А. А. Применение гамма-спектрометрии для выявления техногенного загрязнения почвы уранов / А. А. Едикин, М. Е. Васянович, А. В. Наливайко // Принципы экологии. - №2 (6). – 2013. – С. 29-35.
2. Макарова, И. Р. Применение методов гамма-спектроскопии и ИК-спектроскопии для целей поисковой геологии в Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции (на примере Ухтинского района) / И. Р. Макарова [и др.]. // Георесурсы. – Т.23. - №1. – 2021. – С. 17-29.
3. Пегов, А. Н. Практические примеры обработки данных в прикладной гамма-спектрометрии / А. Н. Пегов. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 149 с.
4. Степаненко, В. Ф. Загрязнение окружающей среды и пищевых продуктов радионуклидами и дозами облучения населения после радиационной аварии на АЭС «Фукусима-1»: Часть 1. Загрязнение окружающей среды / В. Ф. Степаненко, М. Хоши, А. Ф. Цыб // Медицинская радиология. – Т.58. - №6. – 2013. – С. 14-24.
5. Сычѳв, В. Г. Крупномасштабные радиационные аварии и загрязнение почв техногенными радионуклидами / В. Г. Сычѳв, П. М. Орлов, М. И. Лунѳв // Плодородие. - №3 (90). – 2016. – С. 30-32.

6. Danilo César de Mello, José Alexandre Melo Demattê, Fellipe Alcantara de Oliveira Mello, Raul Roberto Poppiel, Nélide Elizabet Quiñonez Silvero, José Lucas Safanelli, Arnaldo Barros e Souza, Luis Augusto Di Loreto Di Raimo, Rodnei Rizzo, Maria Eduarda Bispo Resende, Carlos Ernesto Gonçalves Reynaud Schaefer Applied gamma-ray spectrometry for evaluating tropical soil processes and attributes // *Geoderma*. 2021. Vol.381. - S.114736.
7. Kassim, A. M. Potential of On-the-Go Gamma-Ray Spectrometry for Estimation and Management of Soil Potassium Site Specifically / A. M. Kassim, S. Nawar, A. M. Mouazen // *Sustainability*. – Vol. 13. – Iss. 2. – 2021. – P. 661-667.
8. Patzold, S. Proximal Mobile Gamma Spectrometry as Tool for Precision Farming and Field Experimentation / S. Patzold, M. Leenen, T. Heggemann // *Soil Systems*. – Vol. 4. – 2020. – P. 31 – 55.
9. Petersen, H. Characterization of some Middle European soil textures by gamma-spectrometry / H. Peterson [etc.]. // *J. Plant Nutr. Soil Sci.* – Vol. 175. – 2012. – P. 651 – 660.
10. Reinhardt, N. Gamma-ray spectrometry as versatile in soil science: A critical review / N. Reinhardt, L. Herrmann // *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. – Vol. 182. – Iss. 1. – 2019. – P. 9-27.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАТУРАЛЬНОЙ КОСМЕТИКИ И ЕЕ ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ

Юмагужина А.Р., Дроздова Е.А., канд. биол. наук,
Алешина Е.С., канд. биол. наук, доцент

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

В связи с глобальными трендами на экологичность и осознанное потребление, в наши дни растет спрос на натуральную и органическую косметику. Теперь ответственного потребителя интересует не только влияние косметических формул на его собственный организм, но и то, как косметические средства воздействуют на окружающую среду.

С 2009 года рынок косметики вырос, в среднем, на 4,1 %. В 2018 году стоимость рынка косметики составила 507,8 миллиарда долларов США, и, по предварительным оценкам, он будет расти до 2025 года на 5,9 % в годовом исчислении. По оценкам экспертов, стоимость мирового рынка натуральной и органической косметики также будет расти на 5,2 % в годовом исчислении до 2027 года [1]. Для многих покупателей экологически чистая косметика равна натуральной косметике, причина в том, что натуральная косметика всегда стремится быть как можно более экологически чистой.

Что касается определений натуральной и органической косметики, то в настоящее время не существует европейского унифицированного стандарта, устанавливающего критериальные требования к ним. Однако, существуют основополагающие принципы, такие как ISO 16128, которые предлагают основу для определения натурального и органического происхождения продуктов на основе характеристики ингредиентов [2].

Органическая косметика – это косметика, содержащая косметические ингредиенты органического происхождения или смеси органических и натуральных ингредиентов, полученные химическими и/или биологическими процессами, определенными с целью химической модификации, которые не содержат каких-либо единиц происхождения ископаемого топлива [3].

Натуральная косметика – это продукт, который производится из натуральных ингредиентов, извлеченных непосредственно из растения, а не из синтезированных компонентов. Допускаются ингредиенты минерального происхождения и животного происхождения, но только в том случае, если это не наносит вред животному, например, пчелиный воск или ланолин (их можно приобрести безопасно). Не допускается тестирование косметики на животных и использование растений, находящихся под угрозой исчезновения. Компоненты не должны содержать генетически модифицированных организмов, но разрешено использование ингредиентов, полученных с помощью биотехнологий (клеточных культур, культур *in vitro*, клонированных, ферментированных микроорганизмами).

Существует также натуральная косметика, содержащая органические ингредиенты в различных процентных соотношениях. Их производство, использование и утилизация должны оказывать минимально возможное воздействие на окружающую среду. Продукты должны быть высокого качества, четко маркированы для рекомендаций потребителям и безвредны для человека, в то время как тестирование на животных исключено. На этикетках косметики, изготовленной из органических ингредиентов, должны быть указаны все органические ингредиенты входящие в их состав.

При выборе натурального косметического средства полезно знать какие компоненты являются натуральными, а какие синтетическими, и какое влияние они оказывают на кожу. Рассмотрим некоторые категории ингредиентов, используемых в натуральной косметике: смягчающие, отшелушивающие средства, консерванты, регуляторы pH и антиоксиданты.

Термин «смягчающее средство» часто используется как синоним увлажняющего крема. В дополнение к их увлажняющим эффектам смягчающие средства тесно связаны с так называемыми «сенсорными свойствами» косметики. Это выражается в целом наборе специфических характеристик, которые можно почувствовать (т.е. гладкость, эластичность и растекаемость) или увидеть (например, степень глянца или матовости), проявляющихся в течение строго определенного времени. Основываясь на химической структуре, смягчающие вещества можно классифицировать как углеводороды, жирные спирты, сложные эфиры.

К основным природным углеводородам относятся минеральное масло и вазелин. Оба смягчающих средства получают из минеральных источников, однако, имея хорошо известное нефтехимическое происхождение, они считаются проблемными ингредиентами с точки зрения устойчивого развития. В качестве другого природного углеводородного смягчающего средства используется сквалан и его стабильное производное, оба можно найти в животных и растениях. Но для защиты биоразнообразия в настоящее время большая часть сквалана на рынок поступает из растительных источников, таких как масло амаранта. Кроме того, последние достижения в области биотехнологии обеспечили способ производства сквалана на биологической основе, полученного путем ферментации сырья – из сахарного тростника, сохраняющего свои характеристики, в процессе технологических манипуляций.

Жирные спирты, ингредиенты с высокой консистенцией, действуют как смягчающие вещества при добавлении в рецептуры в количествах менее 5 %.

Смягчающие средства на основе сложных эфиров сочетают карбоновую кислоту со спиртом. Триглицериды (оливковое масло), которые классифицируются как природные сложные эфиры, можно рассматривать как природные и возобновляемые источники смягчающих веществ, которые можно использовать непосредственно в рецептурах по уходу за кожей.

Отшелушивающие средства используются для удаления омертвевших клеток кожи и, в то же время, подготовку кожи к правильному впитыванию увлажняющих продуктов. Существуют физические и химические

отшелушивающие средства. Механизм действия, подразумеваемый в физических отшелушивающих средствах, включает удаление омертвевших клеток кожи с помощью истирания и физической силы, в то время как химические отшелушивающие средства предназначены для впитывания в кожу, чтобы увеличить оборот клеток. Физические отшелушивающие средства обычно содержат мелкие сферические частицы (размером 0,1-5000 мкм), изготовленные из синтетических пластиковых полимеров, известных как пластиковые микрошарики. Но существуют альтернативные варианты, такие как биоразлагаемые (например, биоразлагаемые микрошарики, изготовленные из целлюлозы), натуральные (например, изготовленные из семян, орехов или коры / скорлупы – риса, грецкого ореха, ананаса, шариков жожоба, кукурузы, миндаля, абрикоса, цельного овса, кофе и семян чиа), органические (например, сахар) и минеральные микрошарики (например кремнезем, бентонит, пемза, слюда, монтмориллонит, соль). Химические отшелушивающие средства включают фруктовые ферменты и “нежные” кислоты, такие как альфа-гидроксикислоты (например, молочная кислота, гликолевая кислота и яблочная кислота) и бета-гидроксикислоты (например, салициловая кислота).

Консерванты являются незаменимым компонентом для большинства косметических продуктов, так как последние используются в течение длительного периода после вскрытия упаковки и могут быть подвержены микробному загрязнению и порче.

Для замены синтетических консервантов используют синтетически произведенные идентичные натуральным консерванты, такие как бензойная кислота / бензоат натрия, сорбиновая кислота / сорбат калия, салициловая кислота и бензиловый спирт, которые встречаются в природе в растениях; также используют натуральные консерванты, в основном растительных экстрактов, таких как экстракт розмарина и сантолины.

В косметике необходимо использовать антиоксиданты для защиты продукта, в частности, от прогорклости жирных веществ. Помимо помощи в стабилизации рецептур, антиоксиданты действуют как активные средства по уходу за кожей, обеспечивая защиту от окислительных стрессов путем удаления свободных радикалов и, следовательно, предотвращая признаки старения кожи. К натуральным антиоксидантам относятся витамин Е, А и С, извлеченные из растительных источников. В качестве активных веществ для кожи доступны другие растительные экстракты: масло семян камелии ассамики, флавоноиды из экстракта виноградных косточек, полифенолы граната (эллаговая кислота и пуникалагин) и другие [4].

В косметике важно, чтобы рН оставался в определенном диапазоне, чтобы гарантировать безопасность потребителей и стабильность продукта. Для повышения рН используют аминокислоту L-аргинина, которая производится в результате микробной ферментации. Эта аминокислота имеет рН около 10,5. Для снижения рН обычно используются альфа-гидроксикислоты, такие как молочная, гликолевая кислота, миндальная кислота, лимонная кислота. Альфа-гидроксикислоты – это органические кислоты, которые состоят из карбоновой

группы, замещенной гидроксильной группой на соседнем углероде. Гидроксикислоты встречаются в природе в растениях (например, сахарный тростник, помидоры, апельсины, лимоны, виноград и яблоки) и ткани животных, но также могут быть синтезированы химическими или ферментативными методами.

Среди альфа-гидроксикислот особо выделяется лимонная кислота. Ее применяют не только как регулятор pH, но и в качестве хелатирующего агента (вещество, которое может вступать в реакцию с ионами металлов, образуя хелаты – соединения, которые не способны вступать в реакцию с другими веществами в вашем средстве), ингредиента для эксфолиации или ароматизации, ее также добавляют в состав как натуральный консервант.

Увеличение производства экологически чистой косметики безусловно имеет ряд преимуществ, но в настоящее время при замене синтетических ингредиентов натуральными и органическими или экологически чистыми, не всегда учитывается функциональность, эффективность и безопасность каждого ингредиента. Экологически чистая косметика требует более тщательного изучения и подбора рецептуры.

Многие ингредиенты, известные под одним названием, могут быть как животного, так растительного или синтетического происхождения, и потому потребители не могут быть полностью уверены в источнике ингредиентов, поскольку действующее законодательство не требует указания происхождения ингредиентов. Особого внимания заслуживает тот факт, что единой сертификации для натуральных и органических продуктов нет, и это усугубляет ситуацию при выборе потребителем косметического продукта. Чтобы достичь более стабильного состояния, косметическая промышленность должна продолжить свой путь по обеспечению функциональности своих продуктов, используя больше натуральных ингредиентов, более экологичные процессы и упаковку, не забывая влиять на структуру потребления, а не только на производство.

Список литературы

1 Keränen, E. Effect of Eco-friendliness on Purchase Decision of Cosmetic Products / E. Keränen // Kajaani University of Applied Sciences. – 2020. – 50 p.

2 ISO 16128-1:2016. Guidelines on technical definitions and criteria for natural and organic cosmetic ingredients and products – Part 1: Definitions for ingredients. – 2016–02. – 11 p.

3 Romero, V. Differences between organic and natural cosmetics: clarifying literature for prescribers / V. Romero, E. Khury, L. Moretti // Surg Cosmet Dermatol. – 2018. – №3. – 188 p.

4 Bom, S. A Step Forward on Sustainability in the Cosmetics Industry: a review / S. Bom, J. Jorge, H.M. Ribeiro, J. Marto // Journal of Cleaner Production. – 2019. – 55 p.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СРЕДЫ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЭКСТРАКЦИИ ИОДА КОМПОЗИЦИЕЙ НА ОСНОВЕ Д₂ЭГФК

Юмашева А.И., Пономарева П.А.

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

Экстракция один из многообещающих методов разделения и концентрирования. Экстракция – это процесс получения компонента из растворов или твердых материалов подходящими органическими растворителями (экстрагентами), которые не смешиваются с исходным раствором[1].

Экстракция - непростой физико-химический процесс, который применяется в различных разделах химии, в таких как: химическая термодинамика, химическая кинетика, теория растворов, органическая и координационная химии. Чтобы описать экстракционные процессы нужно также применить теорию массопереноса.

Главное назначение экстракции – это полностью или частично извлечь компонент из водной в органическую фазу. Для этого нужно выбрать условия образования соответствующих соединений, в виде которых компонент может существовать в органической фазе[1].

Целью нашей работы является изучение влияния среды на физико-химические параметры экстракции иода композицией на основе Д₂ЭГФК.

Объектом исследования выбран водный раствор иода.

Сущность метода заключается в приготовлении водного раствора иода с исходной концентрацией (10,56 моль/л) и оптимальным значением рН =2[4].

В качестве экстракционной композиции был использован диэтилгексил фосфорная кислота в изооктане в концентрации 0,01 М[4].

Эксперимент проводился при 20°С и 10°С.

Результаты представлены в рисунках 1 и 2.

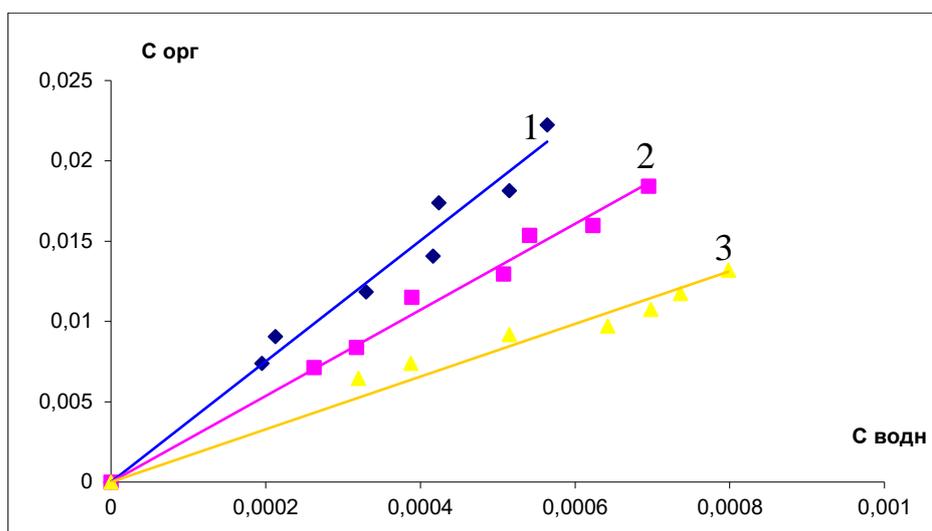


Рисунок 1 - Зависимость концентрации органической фазы от концентрации водной фазы в системе $I_2 - H_2O - D_2ЭГФК$ в изооктане с минерализацией 0 моль/л (1), 0,5 моль/л (2) и 0,75 моль/л (3) при 20°C.

Данные зависимости точно объясняются уравнениями прямой, коэффициенты аппроксимации R_2 составляют 98–99 %.

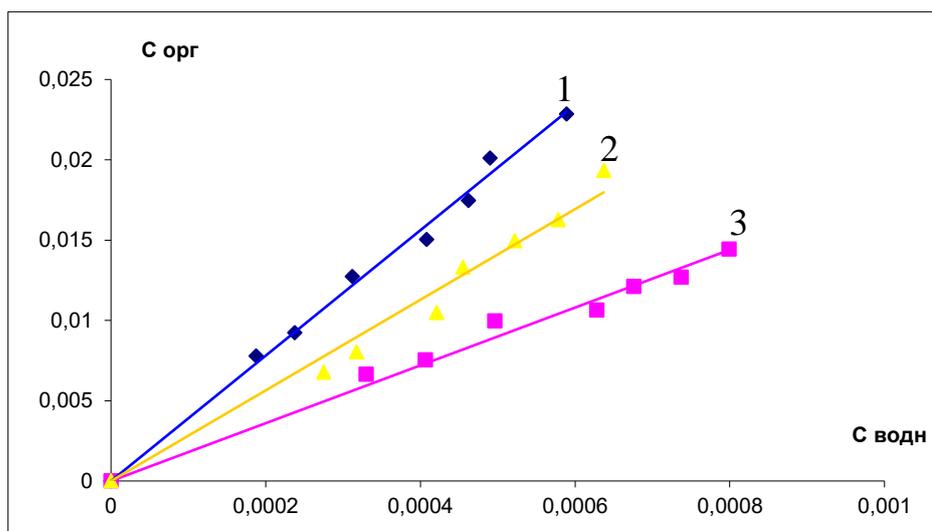


Рисунок 2 - Зависимость концентрации органической фазы от концентрации водной фазы в системе $I_2 - H_2O - D_2ЭГФК$ в изооктане с минерализацией 0 моль/л (1), 0,5 моль/л (2) и 0,75 моль/л (3) при 10°C.

Данные зависимости четко объясняются уравнениями прямой, коэффициенты аппроксимации R_2 составляют 96–99 %.

Физико-химические параметры вычисленные в процессе экстракции представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические параметры процесса экстракции

T, °C	C(Cl ⁻), моль/л	D	R, %
20	0,0	381,49	481,41
	0,5	218,24	426,13
	0,75	120,02	336,56
10	0,0	275,53	468,45
	0,5	128,88	348,94
	0,75	191,09	413,79

Исходя из этого, анализ полученных результатов предоставляет сделать следующие промежуточные выводы:

- коэффициент распределения в экстракции характеризуется средними значениями, которые изменяются в соотношении от минерализации исходного раствора иода в пределах от 120 до 381;

- с увеличением минерализации уменьшается коэффициент распределения, что утверждает ухудшение экстракции;

- с понижением температуры, в целом по различным показателям минерализации, происходит общее увеличение коэффициента распределения, что еще раз свидетельствует о физическом или диффузионном характере распределения.

Список литературы

1. Кузьмин, Н.М., Золотов, Ю.А. Концентрирование следов элементов / Н.М. Кузьмин, Ю.А. Золотов. -Москва: Наука, 1988. - 268 с.

2. Золотов, Ю.А. Экстракция внутрикомплексных соединений / Ю.А. Золотов. -Москва: Наука, 1968. – 313 с.

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

4. Пономарева, П. А. Определение физико-химических параметров экстракции иода органическим растворителем из водных растворов с различной минерализацией / П. А. Пономарева, Э. В. Строева, Ю. В. Гаврюшенко // Материалы III Международной конференции по теоретической и экспериментальной химии. 21-22 сентября. – Караганда: «Изд-во КарГУ», 2006. – С. 168-170.