

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ



***НАУКА – ШАГ В БУДУЩЕЕ***

**XVII СТУДЕНЧЕСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ  
КОНФЕРЕНЦИЯ  
ФАКУЛЬТЕТА  
ТЕХНОЛОГИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ**

**Тезисы докладов**

**30 ноября – 1 декабря 2023 года**

Минск 2023

УДК 001:005.745(06)

**Наука – шаг в будущее** : тез. докл. XVII студенческой науч.-практ. конф. факультета технологии орган. в-в, Минск, 30 нояб. – 1 дек. 2023 г. – Минск : БГТУ, 2023. – 92 с. – ISBN 978-985-897-157-1.

Сборник составлен по материалам докладов XVII студенческой научно-практической конференции факультета технологии органических веществ, проведенной 30 ноября–1 декабря 2023 г. Содержит результаты научных исследований учащихся, студентов, магистрантов и аспирантов, посвященных актуальным вопросам биотехнологии, химической технологии переработки древесины, органических веществ, материалов и изделий, методам и приборам контроля качества продукции, синтезу и исследованиям новых неорганических веществ и материалов, изучению электрохимических процессов, охране труда и основам безопасности жизнедеятельности.

Сборник предназначен для использования учащимися, студентами, магистрантами, аспирантами и преподавателями.

Тексты представлены в авторской редакции.

**ISBN 978-985-897-157-1**

© УО «Белорусский государственный  
технологический университет», 2023

## ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

### ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

**Радченко Ю.С.** – декан факультета технологии органических веществ, доц., канд. техн. наук.

### ЗАМЕСТИТЕЛЬ ПРЕДСЕДАТЕЛЯ

**Остроух О.В.** – заместитель декана по учебной и научной работе, доц., канд. техн. наук.

### ЧЛЕНЫ ОРГКОМИТЕТА

**Рымовская М.В.** – ответственная за научно-исследовательскую работу студентов факультета технологии органических веществ, доц., канд. техн. наук.

**Страх Я.Л.** – ответственная за научно-исследовательскую работу студентов на кафедре биотехнологии, ассист.

**Любимов А.Г.** – ответственный за научно-исследовательскую работу студентов на кафедре полимерных и композиционных материалов, доц., канд. техн. наук.

**Шачек Т.М.** – ответственная за научно-исследовательскую работу студентов на кафедре физико-химических методов и обеспечения качества, доц., канд. техн. наук.

**Николайчик И.В.** – ответственная за научно-исследовательскую работу студентов на кафедре химической переработки древесины, ст. преп., канд. техн. наук.

**Михалёнок С.Г.** – зав. кафедрой, ответственный за научно-исследовательскую работу студентов на кафедре органической химии, доц., канд. хим. наук.

**Осипенок Е. М.** – ответственная за научно-исследовательскую работу студентов на кафедре нефтегазопереработки и нефтехимии, ассист.

**Ковганко В.Н.** – ответственный за научно-исследовательскую работу студентов на кафедре физической, коллоидной и аналитической химии, доц., канд. хим. наук.

**Кузьменков Д.М.** – ответственный за научно-исследовательскую работу студентов на кафедре безопасности жизнедеятельности, ст. преп., канд. техн. наук.

**Макуценя Д.И.** – студент 4 курса, секретарь конференции.

## СОДЕРЖАНИЕ

Машканцева З. Д., Машаруева Д. С. НЕГАТИВНОЕ ВЛИЯНИЕ ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ РЕАГЕНТОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ .....	7
Колесниченко С. Д., Сосновский И. С. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ХРАНЕНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ ФОСФОГИПСА .....	8
Лихачевская А. Ю., Семенова А. А. ПОЛУЧЕНИЕ НАТУРАЛЬНОГО КАУЧУКА ИЗ ОДУВАНЧИКА ЛЕКАРСТВЕННОГО ( <i>TARAXACUM OFFICINALE WEBER</i> ) .....	9
Королева Е.О. ПОЛУЧЕНИЕ КРАФТ-БУМАГИ ИЗ ОПАВШИХ ЛИСТЬЕВ .....	10
Слобожанин В. М., Скляр Д. М. ПОЛУЧЕНИЕ ПИЩЕВЫХ КРАСИТЕЛЕЙ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ .....	11
Бердникова К.С. ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ NaCl НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КАТИОНОВ Na <sup>+</sup> В ПРОРОСТКАХ ЯЧМЕНЯ .....	12
Суходольская В. В., Лагутина К. О. ИССЛЕДОВАНИЕ IN VITRO ВЫСВОБОЖДЕНИЯ НЕСТЕРОИДНЫХ ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ ИЗ ТРАНСДЕРМАЛЬНЫХ ТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ СИСТЕМ .....	13
Гусинец Л. В., Курамшина Р. Н. СИНТЕЗ КАСТИЛЬСКОГО МЫЛА .....	14
Ницкович И. Ю. ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ОЦЕНКИ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ .....	15
Абрамова А. А., Певнева К. Д. ОЦЕНКА ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ НА УЛИЦАХ Г. МИНСКА И Г. ВИТЕБСКА .....	16
Волосевич З. Г., Руткис Д. Р., Михновец А. В., Тонконог П. Д. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ: ИЗ ПРОШЛОГО В БУДУЩЕЕ .....	17
Рубанова Ю. В., Корнейчик Т. Е. ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЕЛКА В ЭНТОМОПРОДУКТАХ МЕТОДОМ КЬЕЛЬДАЛЯ .....	18
Язёнок В. А., Дацик В. А., Юхимук Г. А., Стрелковский И. П. СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ЭНТОМОПРОДУКТАХ .....	19
Бондарь К. Д. АСПЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ СТАНДАРТА СТБ ISO 21001 В УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ .....	20
Стадник Д. В. ВЕРИФИКАЦИЯ МЕТОДИК ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОРБИНОВОЙ И БЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТ МЕТОДОМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ .....	21
Сулим Л. Н. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЯЗКОСТИ КОСМЕТИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ .....	22
Костючик К. А., Федосеева А. А. ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОРМОВ ДЛЯ ЖИВОТНЫХ .....	23
Аунг Кхант Вин ИНТЕГРИРОВАНИЕ СИГНАЛОВ ДЕТЕКТОРОВ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ ....	24
Рогач А. А. ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСТРАКТОВ ХВОИ ЕЛЕЙ .....	25
Пищ С. И. ОПТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ГОМОГЕНИЗАЦИИ МОЛОКА .....	26
Буцько А. Н., Гусакова А. А. ОКСИМЕТИЛФУРФУРОЛ В СОКОВОЙ ПРОДУКЦИИ .....	27
Леонова К. А. ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МАРГАНЦА В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ .....	28
Гораева А. С. ЭКСПРЕСС МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ АКТИВНОГО ХЛОРА В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ И ВОДЕ ПЛАВАТЕЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ .....	29
Антонюк М. П., Горячко И. Ю. АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ НА СООО «ЗОВ-ЛЕНЕВ-РОМЕБЕЛЬ» .....	30
Бровко Ю. В., Гостило Н. С. РАДИАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ В ЗОНЕ БЕЛОРУССКОЙ АЭС .....	31
Костюкович Е. В., Абдулкаримова О. И. ИЗВЛЕЧЕНИЕ ПЕКТИНА ИЗ СВЕКЛОВИЧНОГО ЖОМА .....	32
Молчан Е. Н. АКТИВНЫЙ ИЛ В БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД .....	33
Пантюк М. П., Барновицкая М. С. ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В СОЛИГОРСКОМ ГОРНОПРОМЫШЛЕННОМ РАЙОНЕ .....	34
Стрельцов В. В., Радионович А. А. ПРОИЗВОДИТЕЛИ ПЕЛЛЕТ ИЩУТ РЫНКИ СБЫТА .....	35
Василюк И. А. ОСУШЕНИЕ БОЛОТНЫХ ТЕРРИТОРИЙ БЕЛАРУСИ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ	36
Михайлова А. А., Ключева А. А. ПРОБЛЕМА ЗАГРЯЗНЕНИЯ МИРОВОГО ОКЕАНА ПЛАСТИКОВЫМИ ОТХОДАМИ .....	37
Веремьёва А. А., Пилюк К. С. АНАЛИЗ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ УГРОЗЫ ЗАПОРОЖСКОЙ АЭС .....	38
Симута С. Е., Вареник В. Д. СРАВНЕНИЕ АВАРИЙ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС И АЭС «ФУКУСИМА»: ОБЗОР ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ .....	39
Пальчастая А. Р., Шимко В. В. РАДИОАКТИВНОСТЬ ФОСФОГИПСА КАК ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА ГОМЕЛЬСКИХ СОЛЯНЫХ ГОР .....	40
Макуценя Д. И. ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ 3-АРИЛ-6-АЦЕТИЛЦИЛОГЕКС-2-ЕНОНОВ С ГИДРОКСИЛАМИНОМ .....	41
Вензелева Д. А., Полухович М. В. СИНТЕЗ 5-НИТРО-2-ФЕНИЛБЕНЗИМИДАЗОЛА .....	42

Мишишкевич М. М. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД МОЛОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА МЕТОДОМ КОАГУЛЯЦИИ .....	43
Белоусова А. Э., Миронова М. В. ПОЛУЧЕНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ РЖАВЧИНЫ НА ОСНОВЕ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ И ОКСИДОВ ЦИНКА И МАРГАНЦА ИЗ ОТРАБОТАННОЙ ЩЕЛОЧНОЙ «АЛКАЛАЙН» БАТАРЕЙКИ .....	44
Книга В. С., Данько А. А., Андрасюк К. А., Кугач В. В. ОЧИСТКА ОТРАБОТАННЫХ МАСЕЛ ФИЛЬТРУЮЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ .....	45
Асаёнок Р. С., Сафонов Д. С. СПОСОБЫ ОЧИСТКИ ОТРАБОТАННОГО МОТОРНОГО МАСЛА И ИХ СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ .....	46
Жолудь А. Н., Михайловский А. О. ВЛИЯНИЕ АРОМАТИЧЕСКОГО КАНЦЕРОГЕННОГО ОТХОДА НА ПРОЦЕСС ОКИСЛЕНИЯ НЕФТЯНОГО ГУДРОНА .....	47
Булова А. С., Сапожников Р. С. ВОЗМОЖНОСТЬ МОДИФИКАЦИИ БИТУМНЫХ ВЯЖУЩИХ ЛИГНОСОДЕРЖАЩИМИ ДОБАВКАМИ .....	48
Васильев В. А., Высовень И. В. ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА .....	49
Нечай Ю. А. АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭКСТРАКТОВ ТУИ .....	50
Нечай Ю. А., Курипченко М. Ю. КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ СОСНЫ .....	51
Нечай Ю. А., Сычик К. С. АНТИМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ СОСНЫ .....	52
Куницкая В. И., Поспелов А. В., Касач А. А. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАГНИЕВЫХ СПЛАВОВ WE43 И WE43-T5 В МОДЕЛЬНОМ РАСТВОРЕ ХЭНКА .....	53
Маслаков А. А., Дорошук Д. С. СИНТЕЗ НОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ РЯДА 1-(4-НИТРОФЕНИЛ)-3-(4-АЛКОКСИФЕНИЛ)-ПИРАЗОЛ-5-ОНОВ .....	54
Журомская В. В., Козырь В. С. РАЗРАБОТКА ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ БИОПОЛИМЕРОВ ДЛЯ УПАКОВКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ .....	55
Парасевич И. А., Потис П. М. ПОЛУЧЕНИЕ ДРЕВЕСНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН .....	56
Бранковская Ю. С., Дашкевич С. А. ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ОБРАЗЦОВ БУМАГИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОСТАВА БУМАЖНЫХ МАСС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ИМПОРТНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ .....	57
Копа А. А., Дашкевич С. А. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ ПРОКЛЕЙКИ ВОЛОКНИСТЫХ СУСПЕНЗИЙ НОВЫМИ КАНИФОЛЬНЫМИ ЭМУЛЬСИЯМИ НА ПРОЦЕСС ЭЛЕКТРОЛИТНОЙ КОАГУЛЯЦИИ И СВОЙСТВА ОБРАЗЦОВ БУМАГИ .....	58
Дашкевич С. А. РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПРИМЕНЕНИЯ ПОБОЧНОГО ПРОДУКТА СУЛЬФАТЦЕЛЛЮЛОЗНОГО ПРОИЗВОДСТВА (ОАО «СВЕТЛОГОРСКИЙ ЦКК») ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ХВОЙНЫХ ПОРОД В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ .....	59
Мусаева К. Р. ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ СЛОЕВ ЛИСТОВОГО КАРТОНА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДА ХИМИЧЕСКИХ ДОБАВОК И СОДЕРЖАНИЕ ИХ В БУМАЖНОМ ЛИСТЕ .....	60
Местовская О. П. ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ СЛОЕВ ЛИСТОВОГО КАРТОНА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДА ХИМИЧЕСКИХ ДОБАВОК И СОДЕРЖАНИЯ ИХ В БУМАЖНОЙ МАССЕ .....	61
Белевец Н. В. ОСОБЕННОСТИ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА .....	62
Доминиковская И. В. ПРИМЕНЕНИЕ ДЕФЕКТАТА В ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД .....	63
Ковалёва К. Д. АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА .....	64
Мытько Д. В. ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИЕ МАТЕРИАЛЫ – ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СОРБЕНТЫ В ОТНОШЕНИИ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ .....	65
Пугачёва С. В., Белевец Н. В. ХАРАКТЕРИСТИКА ОТХОДОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА .....	66
Васильковская С. С. ПОЛУЧЕНИЕ АНАЛИТИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ ПРОЦЕССА РАЗМОЛА ЩЕПЫ НА ВОЛОКНА .....	67
Давыдик Т. Н. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПЕЛЛЕТ С ПОНИЖЕННОЙ СОРБЦИОННОЙ ВЛАЖНОСТЬЮ .....	68
Статкевич Е. В., Шиленкова М. Е., Михалкевич Г. П., Еремеев В. А. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СНИЖЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ СВОБОДНОГО ФОРМАЛЬДЕГИДА В ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТАХ ПОСЛЕПРЕССОВОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ .....	69
Петрусевич В. П. СЛОНОВЬЯ НОГА: САМЫЙ ОПАСНЫЙ ОБЪЕКТ В ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС .....	70
Шкелко Я. И., Гаврук С. А. ХАРАКТЕРИСТИКА СТОЧНЫХ ВОД МОЛОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА .....	71
Жилинская О. Д. ПРОБЛЕМЫ КОМПОСТИРОВАНИЯ ОТХОДОВ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ПАРФЮМЕРНО-КОСМЕТИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ .....	72
Кучмей К. А. ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ ПАРФЮМЕРНО-КОСМЕТИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ .....	73
Павлюкович М. В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД .....	74
Семёнова Д. И., Дроздов П. А., Тишко Д. А., Шалыго В. В., Чепелевич Е. А., Лещун К. Г. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛЕРОД-КРЕМНИСТЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ТЕПЛОПРОВОДЯЩИЕ СВОЙ-	75

СТВА КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭТИЛЕНА .....	
Ропот В. И. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТРИЦ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВСПЕ-	
НИВАНИЯ ОГНЕЗАЩИТНЫХ СОСТАВОВ .....	76
Курилов П. Д., Юрьева А. А. СОВМЕСТНОЕ ВВЕДЕНИЕ НАПОЛНИТЕЛЕЙ, УВЕЛИЧИВАЮЩИХ	
ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ .....	77
Ивановская П. Д., Рудая Д. Е. СУХИЕ ШАМПУНИ-ПУДРЫ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ	
ДЛЯ БОРЬБЫ С СЕБОРЕЙНЫМ ДЕРМАТИТОМ .....	78
Ивановская П. Д., Сидорович У. С., Сосновская Е. А. СТИМУЛИРОВАНИЕ РОСТА И РАЗВИТИЯ	
ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ДРОЖЖЕЙ РАСТИТЕЛЬНЫМИ НАСТОЙКАМИ .....	79
Колосовская К. В., Миневич М. Д. ФАРМАКОГНОСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СЫРЬЯ, ИСПОЛЪЗУЕМОГО	
ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ АКВАРЕЛЬНЫХ КРАСОК .....	80
Лосева К. Ю., Ефименко Е. С. СТОЛОВАЯ СВЕКЛА – ИСТОЧНИК ЦЕННЫХ БАВ .....	81
Акудович Д. В., Ролинская А. А. ФАРМАКОГНОСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЗВЕРОБОЯ И МЕЛИССЫ .....	82
Салыгова К. С., Шпак И. А., Винярская Я. Г. СОЦИОЛОГИЧЕСКИЙ ОПРОС ПО ТЕМЕ «КОМПЛЕКС-	
НОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ <i>MEDUSOMYCES GISEVII</i> L.» .....	83
Минченя Н. А., Климович А. А. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ	
ЭКСТРАКТОВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ .....	84
Насенникова Е. Е. ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПОЛИСАХАРИДОВ НА ВЫСВО-	
БОЖДЕНИЕ ПЕНТОКСИФИЛЛИНА ИЗ МАТРИЧНЫХ ТАБЛЕТОК .....	85
Мельник А. Д., Шакель А. Ю. ПОЛУЧЕНИЕ МОНОДЕПРОТОНИРОВАННОЙ ФОРМЫ 5,10,15,20-(3-N-	
МЕТИЛПИРИДИЛ)-ПОРФИРИНА И ИЗУЧЕНИЕ ЕЕ СПЕКТРАЛЬНО-ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ СВОЙСТВ	
Сохибова А. М., Шакель А. Ю. ЭФФЕКТ ПАМЯТИ В КИСЛОТНО-ОСНОВНЫХ РАВНОВЕСИЯХ СВО-	
БОДНЫХ ОСНОВАНИЙ КОРРОЛОВ .....	87
Шакель А. Ю., Мельник А. Д. ОСНОВНОСТЬ ВОДОРАСТВОРИМЫХ 5,10,15,20-ТЕТРААРИЛ-	
ЗАМЕЩЕННЫХ ПОРФИРИНОВ В НИЖНЕМ ВОЗБУЖДЕННОМ СИНГЛЕТНОМ S <sub>1</sub> СОСТОЯНИИ .....	88
Колосовская К. В., Миневич М. Д. АНАЛИЗ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДУБРОВ-	
НИКА ОБЫКНОВЕННОГО И ДУБРОВНИКА ЧЕСНОЧНОГО ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ЦЕНТРАЛЬНОГО БО-	
ТАНИЧЕСКОГО САДА НАН БЕЛАРУСИ .....	89
Литвинюк А. И. СТРЕСС-ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ И ВАЛИДАЦИИ АНАЛИТИЧЕСКИХ	
МЕТОДИК .....	90
Загадская Е. А. ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ РАНОЗАЖИВЛЯЮЩИХ ПО-	
РОШКОВ НА ОСНОВЕ ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ .....	91

## НЕГАТИВНОЕ ВЛИЯНИЕ ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ РЕАГЕНТОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ

Противогололедные реагенты – это химические соединения, призванные бороться с наледью и снегом. Массово они стали применяться не так давно в качестве аналога натурального песка и гранитной крошки. Благодаря таким средствам возможно снизить травматизм пешеходов и количество аварийных ситуаций на проезжей части. Однако их использование может иметь негативные последствия для окружающей среды.

Реагенты обычно состоят из химических соединений, таких как соли, песок или препараты, которые помогают устранить лед и снежные скопления на дорогах. Для снижения опасности для окружающей среды необходимо, в первую очередь, правильное дозирование и применение соединений, чтобы избежать их избыточного попадания в живую природу.

Главная проблема от применения противогололедных средств – засоление городской почвы, что негативно влияет на её свойства, изменяет содержание натрия и других элементов, делая ее непригодной для жизни растений и почвенного населения. Наиболее вредное влияние на почву городов оказывают ионы  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$ , ведь именно поваренную соль (галит) зимой в избытке высыпают на городские улицы и дворы, что приводит к ее попаданию на газоны под деревья. В результате засоления почв возрастает значение рН, то есть почвы становятся щелочными. Элементы питания переходят в недоступную для растений форму. Кислотность почвы влияет на растворимость солей и усвояемость растениями различных питательных веществ: фосфор, железо, цинк, марганец, бор лучше усваиваются на кислых почвах [1].

Для растений использование реагентов и солей в зимнее время на улицах Минска имеет следующие последствия: ухудшение или даже нарушение водного баланса и процессов обмена веществ, нарушение работы белков, нарушение в корнях синтеза витаминов и фитогормонов.

Для решения проблемы возможны следующие варианты [2].

1. Экологичной альтернативой может стать использование хлорида магния или мочевины (карбамида). Однако на данный момент в реалиях страны эти способы сложно реализовать из-за дороговизны материалов в сравнении с привычными реагентами или солью.

2. Закрытие земли. Покрытие земли может помочь предотвратить образование льда и снежного покрова, что может снизить необходимость использования реактивов. Однако важно отметить, что это может иметь свои ограничения и недостатки. Например, такой процесс считается дорогостоящим, требующим регулярного обслуживания и обновления.

Непрерывные исследования и разработки в области дорожных технологий помогают найти новые и более эффективные способы борьбы со льдом и снегом. Это может включать разработку новых материалов, оборудования или методов, которые могут заменить или улучшить использование реактивов, что, в свою очередь, позитивно повлияет на внешний вид минских улиц. Улучшение методов применения и поиски альтернативных решений будут способствовать сохранению растительного мира и созданию более экологически безопасной среды для всех живых существ.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Гладков Е.А., Евсюков С.В., Шевякова Н.И., Долгих Ю.И., Гладкова О.Н., Глушевская Л.С. Влияние противогололедных реагентов на газонные травы. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2016. 18(5): 157-159.

2. Калаев Р. Э. Влияние антигололедных реагентов на окружающую среду / Р. Э. Калаев, М. А. Никитинская, Н. Л. Маркелова, С. З. Калаева // Инновационные пути решения актуальных проблем природопользования и защиты окружающей среды : Материалы докладов Международной научно-технической конференции, Алушта, 04–08 июня 2018 года / Ответственный редактор И.В. Старостина. Том III. – Алушта: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2018. – С. 231-235.

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ХРАНЕНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ ФОСФОГИПСА**

Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов относятся к приоритетным направлениям государственной политики Республики Беларусь. Развитие промышленного производства неизбежно приводит и к увеличению объема техногенных отходов. Такая тенденция характерна для большинства развитых стран.

Ежегодное производство фосфогипса во всем мире оценивается от 100 до 280 Мт. По данным ООН, в настоящее время фосфогипс лишь в количестве порядка 4 % из всего накопившегося в отвалах перерабатывается в товарные продукты. Хотя с химической точки зрения процесс переработки является осуществимым, но экономические издержки на реализацию не позволяют осуществить эти затратные процессы в необходимом объеме [1].

Накопление промышленных отходов приводит к нарушению экологического равновесия и загрязнению окружающей среды из-за образования отвалов, свалок, шламохранилищ и, как следствие, увеличению выбросов в окружающую среду. Достаточно указать только на масштабы этой проблемы на примере ОАО «Гомельский химический завод», где ежегодное пополнение складированного фосфогипса составляет 700 тыс. тонн. Скопившиеся за годы производства около 20 млн тонн фосфогипса — отходов производства фосфорных удобрений — не дают покоя экологам. Под действием атмосферных осадков происходит постоянное вымывание из указанных отвалов растворимых примесей — свободных кислот, кислых фосфатов и фторидов. Под цехами завода и отвалами сформировалась единая зона загрязнения до 7 квадратных километров, представленная сильноминерализованными водами (общее солесодержание от 8 до 31,5 г/л) с превышающими значениями ПДК по фтор-, фосфат- и сульфат-ионам. Происходит загрязнение и воздушной среды. Мониторинг территории, примыкающей к хранилищам показывает, что глубина проникновения указанных примесей уже около 35 – 40 метров, что создает угрозу их проникновения в водоносные слои питьевой воды. Для предотвращения опасных последствий предусмотрено откачивание этих загрязненных вод.

Вышесказанное свидетельствует о том, что на сегодняшний день проблема переработки фосфогипса носит масштабный характер как с технической точки зрения, так и с не менее важной экологической. Так, например, исследования, проведенные в УО БГТУ и ОАО «НИУИФ», позволили установить возможность вовлечения в производство техногенных отходов, образуемых на ОАО «Гомельский химический завод». Была установлена возможность замены на всех цементных заводах Беларуси импортного природного гипсового камня искусственным на основе фосфополугидрата сульфата кальция при сохранении физико-технических свойств цемента [2]. В настоящее время идет разработка конкретных технологических решений по этому вопросу для внедрения в производство цемента.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Кузьменков, М. И. Современные направления переработки фосфогипса / М. И. Кузьменков, А. А. Сакович, Д. М. Кузьменков // Химия. Экология. Урбанистика : материалы Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), г. Пермь, 22-23 апреля 2021 г. - Пермь : Издательство Пермского национального исследовательского политехнического университета, 2021. - Т. 4. - С. 190-193.

2. О применении фосфогипсового камня в производстве цемента в Республике Беларусь / М. А. Трошин, М. И. Кузьменков, А. М. Кержнер [и др.] // Новейшие достижения в области импортозамещения в химической промышленности и производстве строительных материалов : материалы Международной научно-технической конференции: в 2-х частях, Минск, 25-27 ноября 2009 г. - в 2 ч. - Мн. : БГТУ, 2009. - Ч. 1. - С. 288-293.



**ПОЛУЧЕНИЕ НАТУРАЛЬНОГО КАУЧУКА ИЗ ОДУВАНЧИКА  
ЛЕКАРСТВЕННОГО (*TARAXACUM OFFICINALE WEBER*)**

Каучуки — группа веществ натурального или синтетического происхождения, которая отличается эластичностью, водонепроницаемостью, электроизоляционными свойствами; используется в производстве резины и эбонитов.

Мир без резины сейчас трудно себе представить, нас окружают тысячи наименований различных изделий из этого материала, и заменить натуральный каучук синтетическим нельзя, особенно для большегрузных машин: природный каучук прочнее искусственного. Только натуральный каучук обладает достаточной устойчивостью к колебаниям температуры, а также прочностью на разрыв, что особенно важно в случае образования микротрещин в процессе эксплуатации. Беларусь импортирует натуральный каучук из Индонезии и Китая для крупнейшего производителя шин в Европе – ОАО «Белшина», тратя на это миллионы долларов.

В последнее время во всем мире усугубляется дефицит и связанный с ним рост цен на натуральный каучук, а синтетический каучук по своим качествам и свойствам все же ему уступает, поэтому неприхотливый одуванчик может решить проблему с обеспечением нашей промышленности основным сырьем для получения резины.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- изучение способов получения каучука из растительного сырья;
- подбор оптимальных условий для получения каучука из растительного сырья;
- экспериментальное получение каучука;

В конце лета 2023 года, заготовили 2 кг корней одуванчика лекарственного, сырье было вымыто и измельчено в блендере. Затем из полученной массы получил сок, используя для этого в качестве фильтра медицинскую марлю, объем полученного сока составил 250 мл. В полученный сок добавили 50 мл дистиллированной воды и 1,5 г сульфата аммония. Затем к полученной смеси добавили 50 мл этилового спирта и увидели образование капелек каучука.

Сульфат аммония и спирт использовался в качестве коагулянта, для объединения мелких диспергированных частиц в большие по размерам агрегаты.

В результате исследовательской работы получили натуральный каучук из корней одуванчика лекарственного, доказали, что он носит непередельный характер, испытали механические свойства каучука и полученной из него резины, а также их отношение к нагреванию и охлаждению. Выполненная работа доказывает, что из обычного сорняка можно получить ценнейшее сырье для промышленности.

Достоинства технологии получения каучука из одуванчиков очевидны:

- возможность выращивания в непосредственной близости к промышленным центрам (в том числе в северных регионах), снижая тем самым транспортные расходы, минимизируя выбросы парниковых газов;
- отсутствие потребности растений в создании особых условий (состав почвы, специальные климатические условия, обеспечение полива), выращивание одуванчиков может производиться даже в местностях, неадаптированных под ведение сельского хозяйства.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Глинка Н. Л. Общая химия: Учебное пособие для вузов. — 23-е изд., стереотипное / Под ред. В. А. Рабиновича. — Л.: Химия, 1984. — 704 с. ил.

2. Альбом технологических схем основных производств промышленности синтетического каучука. Кирпичников П.А., Береснев В.В., Попова Л.М. Учеб. Пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. – Л.: Химия, 1986 – 224 с

**ПОЛУЧЕНИЕ КРАФТ-БУМАГИ ИЗ ОПАВШИХ ЛИСТЬЕВ**

Целлюлоза, как наиболее широко распространенный природный полимерный материал, является одним из важнейших полуфабрикатов, применяемых в бумажной, текстильной и химической промышленности. В Беларуси ее получают в основном из хвойных и лиственных пород. Лучшее всего подходят ель и береза. Тысячи деревьев вырубались ежегодно для удовлетворения потребностей белорусов в бумажном сырье, т.к. доля макулатуры в производстве целлюлозы невелика.

В настоящее время мы мало задумываемся о сохранности лесов в нашей стране, ведь более 40 % территории Беларуси занимают леса и нам кажется, что так будет всегда. Но события этого лета – эпидемия соснового жука-короеда, которым было повреждено несколько тысяч гектаров леса, а также ураган июля 2023 года, в ходе которого было повалено тысячи деревьев, заставляют принимать меры по сохранности лесов.

В последнее время во всем мире усугубляется дефицит древесных ресурсов, возникла серьезная проблема обеспечения производства целлюлозной массы и бумаги без уничтожения лесов и разрушения окружающей среды, поэтому наиболее актуальный способ получения целлюлозы и выработки бумаги из опавших листьев.

Цель работы - получить целлюлозную массу из опавших листьев и изготовить из нее бумагу.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- изучение физико-химических свойств целлюлозы;
- изучение способов получения целлюлозы из растительного сырья;
- подбор оптимальных условий для получения целлюлозы из растительного сырья;
- экспериментальное получение целлюлозы;
- получение бумаги из целлюлозной массы;
- сравнение целлюлозы, полученной из древесины и из опавших листьев методом

инфракрасной спектроскопии.

Задачей процесса получения целлюлозы (варки целлюлозы) является выведение в неповрежденном виде волокна как структурного элемента. Это достигается, прежде всего, растворением срединной пластинки или межклеточного вещества и удалением лигнина из растительного сырья.

С целью получения целлюлозы были проведены исследования по щелочной варке измельченных опавших листьев при различном содержании NaOH в варочном растворе и изучен выход целлюлозы.

Для получения целлюлозы экспериментально были установлены следующие оптимальные условия: нагревание в течение 2 часов при температуре 100<sup>0</sup>С, используя в качестве лигнина разрушающего вещества 20%-р-р щелочи.

Целлюлоза, полученная из опавших листьев, а также целлюлоза, полученная из древесины, мало отличаются друг от друга по данным спектроскопии, а это означает, что опавшие листья могут использоваться для получения целлюлозы и дальнейшего изготовления бумаги.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Практические работы по химии древесины и целлюлозы / А.В. Оболенская [и др.]. – М: Лесная промышленность, 1995. – 412 с.
2. Ресурсы сети Интернет: <http://www.xumuk.ru>: Химическая энциклопедия; <http://www.xumuk.ru>: Большая советская энциклопедия; <http://ru.wikipedia.org>.
3. Химия и жизнь (Солтеровская химия, часть II)/ под ред. Тарасовой Н.П. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 1997

## ПОЛУЧЕНИЕ ПИЩЕВЫХ КРАСИТЕЛЕЙ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Внешний вид и цвет пищевых продуктов наряду с вкусовыми свойствами являются основными показателями их качества. Поэтому окрашивание пищевых продуктов – кондитерских, алкогольных и безалкогольных напитков, фруктово-ягодных вод, пищевых концентратов, муссов, киселей и т.п. - широко распространено.

Различают натуральные красители и синтетические. Помимо красящих пигментов натуральные красители, как правило, в своем составе содержат целый комплекс биологически-активных веществ: витамины, органические кислоты, ароматические вещества, микроэлементы. Таким образом, улучшая внешний вид, повышается и пищевая ценность изделий, что очень важно в настоящее время, когда практически все натуральные компоненты имеют синтетические аналоги.

В настоящее время большинство людей следят за своим здоровьем и за тем, что употребляют в пищу и пытаются заменить синтетические добавки натуральными, полученными из растительного сырья.

Цель работы: получить экологически чистые натуральные пищевые красители из различного растительного сырья.

Задачи:

- выделить природные красители из растительного сырья способом экстрагирования;
- изучить спектральные характеристики полученных природных красителей;
- использовать натуральные красители при приготовлении кондитерских изделий.

Растительное сырье измельчили и поместили в эмалированную посуду. Сырье залили растворителем и настаивали в течение трех часов, проверяя интенсивность окраски через каждые 30 минут, погружая в смесь сырья и экстрагента бумажный фильтр. Интенсивность окраски оценивали по шкале от 1 до 10 (1- окраска практически не выражена, 10-окраска выражена сильно).

Экспериментально было установлено, что интенсивность окраски наиболее выражена при проведении экстракции при температуре 65-70 °С, т.к. при более высокой температуре красящие вещества меняют свой цвет и структуру.

Для получения экстракта было проведено фильтрование (получен фильтрат 1), из остатков растительного сырья была извлечена жидкость и добавлена в фильтрат 1. Для удаления спирта, фильтрат нагревал при температуре 80°С (т.к. температура кипения спирта составляет 78,4°С).

Опыты показали, что экстракт, полученный из листьев шпината, имеет несколько максимумов в спектре поглощения, что свидетельствует о присутствии в этом экстракте нескольких природных веществ. Однако спектр люминесценции этого экстракта в основном обусловлен свечением хлорофилла, который выступает как натуральный пищевой краситель зеленого цвета. В экстрактах, полученных из плода баклажана синего, плодов калины и корнеплодов свеклы, судя по спектрам поглощения и люминесценции, преобладают в основном флавоноиды, имеются и каротиноиды, которые могут выступать не только как пищевые красители, но являются и антиоксидантами. Получение пищевых красителей из растительного сырья может быть не таким затратным, если использовать для их получения продукты переработки овощей, фруктов, ягод.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Полевой В.В. Физиология растений: Учеб. для биол. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 1989. – 464 с.
2. Мельников Б.Н., И.Б. Блинчева Теоретические основы технологии крашения пищевых продуктов. – М.: Химия, 1978.
3. Химия и жизнь (Солтеровская химия, часть II)/ под ред. Тарасовой Н.П. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 1997.

**ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ NaCl НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ  
КАТИОНОВ Na<sup>+</sup> В ПРОРОСТКАХ ЯЧМЕНЯ**

Химические элементы, поглощаемые растениями из почвы в разных количествах, играют вполне определенную биохимическую и физиологическую роль и ответственны за синтез тех или иных веществ в растительном организме. Засоление почвы представляет собой одно из серьезных препятствий на пути повышения урожайности сельскохозяйственных культур, в частности, зерновых. Солевой стресс влияет на разнообразные физиологические и метаболические процессы, происходящие в растительных клетках: изменяется зольный состав, снижается набухание семян и энергия прорастания, увеличивается поступление и избыточное накопление вредных солей и уменьшается поступление необходимых питательных веществ, что приводит к снижению урожая с/х культур. Преобладающим катионом на засоленных почвах является Na<sup>+</sup>, который в сочетании с анионами (Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) накапливаясь в избыточном количестве в растительных тканях, оказывает токсическое действие. Выявление солеустойчивых и солечувствительных сортов растений представляет значительные трудности, так как почвы отличаются различным ионным составом. В настоящее время для оценки солеустойчивости растений необходимо проводить исследование действия повышенных концентраций NaCl на рост растений на ранних этапах онтогенеза и динамику распределения катионов Na<sup>+</sup> в тканях растений.

Целью данного исследования являлось выявление закономерностей распределения катионов Na<sup>+</sup> в вегетативной и корневой частях ячменя в условиях солевого стресса.

Выборка составила 160 семян трех сортов ячменя (солечувствительный, среднечувствительный, солеустойчивый), семена замачивали на 19 часов для прорастания, затем проращивали в течение 72 часов на растворе, содержащем 0.5мМ CaCl<sub>2</sub> в термостате при 25<sup>0</sup>С. Рассаживали 4 повторности по 40 семян при создании условий солевого стресса с концентрацией 100, 200 и 400мМ NaCl. Контролем служили растения, выращенные в отсутствие солей.

Таблица – Содержание Na<sup>+</sup> в проростках ячменя при разных концентрациях NaCl в среде

Вариант опыта	солечувствительный	среднечувствительный	солеустойчивый	солечувствительный	среднечувствительный	солеустойчивый
	Вегетативная масса, мг/кг			Корневая часть, мг/кг		
Контроль	7,36	5,13	3,43	4,41	0,34	2,45
100мМ	19,92	15,75	15,07	9,37	12,25	9,54
200мМ	25,46	30,45	51,21	9,27	15,03	23,41
400мМ	20,65	23,64	39,5	14,05	20,08	31,7

Данные показывают, что внесение в среду NaCl в концентрации 100 мМ приводило к возрастанию содержания ионов Na<sup>+</sup> в надземной части проростков независимо от сорта в 3-5 раз по сравнению с контролем. В корнях солеустойчивого и среднечувствительного сортов Na<sup>+</sup> накапливался в 5-10 раз интенсивнее, а у солечувствительного сорта только в 2 раза по сравнению с контролем. При увеличении концентрации NaCl в среде до 200 и 400 мМ содержание иона Na<sup>+</sup> еще больше увеличивалось в корнях всех сортов, и было более высоким у солеустойчивого сорта, чем у солечувствительного. В надземной части содержание иона Na<sup>+</sup> при увеличении концентрации соли увеличилось в 3-10 раз по сравнению с контролем.

Таким образом, полученные результаты показывают, что солеустойчивые и солечувствительные сорта отличаются между собой по накоплению в тканях катионов натрия.

**ИССЛЕДОВАНИЕ IN VITRO ВЫСВОБОЖДЕНИЯ НЕСТЕРОИДНЫХ  
ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ ИЗ ТРАНСДЕРМАЛЬНЫХ  
ТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Разработаны методики и получены новые трансдермальные лекарственные формы, в том числе биодиградируемые, нестероидных противовоспалительных препаратов (НПВП), которые сегодня применяются только в виде парентеральных (инъекции) и пероральных (таблетки, капсулы)[1]. По сравнению с пероральным приемом трансдермальное введение обеспечивает более быстрое действие препарата и помогает избежать проблем, связанных со снижением его активности в результате метаболизма в желудочно-кишечном тракте, позволяет снизить частоту назначения лекарства, уменьшить необходимые дозы и минимизировать риск развития гастроинтестинальных побочных реакций [2]. В качестве НПВП использованы ибупрофен и диклофенак. Трансдермальные формы доставки НПВП получены в виде гидрофильных мазей (гелей), пленок и матричных пластырей.

Мазевая лекарственная форма диклофенака натрия была приготовлена на гидрофильной основе. Для этого в 2,5% растворы лекарственного вещества добавляли сульфат-ацетат целлюлозы в форме натриевой соли и карбопол 974Р в массовом соотношении 1:1 до образования однородной суспензии. При введении 2,5% раствора аммиака суспензия превращалась в прозрачный гель. Для сравнения использовали промышленно выпускаемую мазь «Диклофенак гель 1%».

В качестве полимерной матрицы для приготовления пленочных форм на основе ибупрофена и диклофенака натрия использовали 10–12 % растворы поливинилового спирта (ПВС) на водно-спиртовой и водной основе соответственно. Увеличение растворимости ибупрофена в воде было достигнуто с помощью L-аргинина [3]. Из полученных растворов были сформованы пленки, которые сушили на воздухе. Формовочные растворы также наносили на тканевую прослойку промышленно выпускаемого пластыря (Галтеяфарм, Беларусь) с последующим высушиванием нанесенного слоя раствора.

Методом равновесного диализа через полупроницаемую мембрану Visking Dialysis Tubing 44126.02 проведена оценка релиза лекарственных веществ из полученных лекарственных форм и установлено, что наиболее полное высвобождение обеспечивает пленочный дизайн лекарственной формы по сравнению с гелевым, например, 88 и 91% в случае диклофенака и 62 и 98% соответственно в случае ибупрофена. На примере ибупрофена показано отсутствие существенной разницы в его релизе из пленки и пластыря: 98 и 97 % соответственно. Показано преимущество мазей по степени высвобождения лекарственного вещества по сравнению с промышленно выпускаемыми мазями ибупрофена и диклофенака.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Васильев А.Е., Краснюк И.И., Равикумар С., Тохмахчи В.Н. Трансдермальные терапевтические системы доставки лекарственных веществ (обзор) // Хим.-фарм. журн. – 2001. – Т. 35. – С. 29–42.
2. Bhowmik D., Gopinath H., Kumar B.P., Duraivel S., Kumar K.P.S. Controlled Release Drug Delivery Systems // The pharma innovation journal - 2012. Vol.1, No10.-P.24-32.
3. Cajaville J.P. Ibuprofen Arginate for Rapid-Onset Pain Relief in Daily Practice: A Review of Its Use in Different Pain Conditions// Universitario HM. -2021. - Vol.14-p.117-126.

### СИНТЕЗ КАСТИЛЬСКОГО МЫЛА

Кастильское мыло впервые было сварено в Кастильи, и изначальный рецепт состоял из 90 % нерафинированного оливкового масла первого отжима с добавлением 10 % кокосового и/или касторового масла, без добавления красителей и эфирных масел.

Вообще мыла представляют собой смесь длинноцепочечных натриевых или калиевых солей жирных кислот (пальмитиновой, стеариновой, олеиновой), которые относятся к анионным поверхностно-активным веществам. Мыло получается в результате химического расщепления жиров и масел, которое происходит при взаимодействии их со щелочью (гидролиз). Такой процесс называется омылением, в результате которого кроме мыла образуется многоатомный спирт – глицерин, дополнительно обладающий увлажняющими свойствами.

Цель работы – провести синтез кастильского мыла, согласно рецептуре холодным способом с определением норм качества и сделать выводы по полученным результатам.

Для синтеза кастильского мыла были использованы следующие ингредиенты: оливковое и кокосовое масла, щелочь NaOH, дистиллированная вода, эфирные масла лаванды и эвкалипта.

Проведение синтеза кастильского мыла включает следующие этапы: растапливание масел, приготовление щелочного раствора, смешение и доведение до следа, введение натуральных добавок, заливка в форму, созревание [1].

В результате проведенной работы было синтезировано кастильское мыло, которое отличается высоким содержанием оливкового масла в своем составе.

Готовый продукт по своим органолептическим показателям, таким как цвет, запах, консистенция, форма, внешний вид соответствует нормам. Однако вследствие использования пластиковой формы для изготовления и трудностью извлечения, на готовом бруске мыла присутствуют обломы бортика.

Также спустя 6 недель созревания на поверхности мыла появился незначительный белый налет. Такой налет называется содовый пепел (гидрокарбонат натрия) и появляется он вследствие реакции взаимодействия щелочи с углекислым газом, на качество мыла он никак не влияет [2].

При определении физико-химических показателей, таких как качественное число, массовая доля свободно едкой щелочи, pH, было установлено, что полученный продукт также соответствует установленным нормам [3].

По результатам исследований можно сделать вывод о том, что полученные нами образцы по основным показателям соответствуют нормам и по свойствам не уступают заводскому образцу, а превосходят. К тому же методы, апробированные нами, позволяют получать не просто мыло, как моющее средство, но и варьировать свойства, форму, используя различные вытяжки, добавки, формы для заливки, что открывает широкие возможности, как в косметическом плане, так и в эстетическом.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Кейбл, К. Натуральное мыло ручной работы. Большая иллюстрированная энциклопедия / К. Кейбл. – Москва: Эксмо, 2019. – 224 с.
2. Мыло туалетное твердое. Общие технические условия. ГОСТ 28546-2014. – Введ. 05.12.14. – Минск: Научно-производственное республиканское унитарное предприятие «БелГИСС», 2014. – 11 с.
3. Мыло хозяйственное твердое и мыло туалетное. Правила приемки и методики выполнения измерений. ГОСТ 790-89. – Введ. 01.01.90. – Москва: ФГУП Стандартиинформ, 2007. – 17 с.

## ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ОЦЕНКИ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ

Доноры электронов являются основными веществами, улавливающими радикалы, вызывающими обрыв цепи радикальных реакций, разрушающими или инактивирующими сильные окислители. Очевидно, что в этом случае будет справедливо утверждение, что расходование правильно подобранного оксиданта в химической реакции окисления–восстановления дает информацию о концентрации (активности) «антиоксиданта». В этой ситуации наиболее доступным источником информации может служить измерение электрохимических параметров системы реагент/антиоксидант, например, окислительно-восстановительного потенциала [1].  $E_h$  характеризует степень активности электронов в окислительно-восстановительных реакциях, т. е. реакциях, связанных с присоединением или передачей электронов. Он зависит от температуры и взаимосвязан с рН анализируемой среды. Значение  $E_h$  для каждой окислительно-восстановительной реакции выражается в милливольт-ах и может иметь как положительное, так и отрицательное значение. Например, в природной воде значение потенциала колеблется от  $-400$  до  $+700$  мВ и определяется всей совокупностью происходящих в ней окислительных и восстановительных процессов.

Для исследования антиоксидантных свойств применили ионометрический метод с использованием платинового и стандартного хлоридсеребряного электрода и ионометр: HANNA HI 221. Для исследования ОВП были отобраны образцы: молоко «Бабушкина крынка» 3,2%, кефир «Бабушкина крынка» 3,6%, сметана «Брест-Литовск» 20%, сок березовый стерилизованный с сахаром «Berezovik», сыворотка с соком гранат-лайм «Савушкин продукт», кофе «Dallmaer prodomo» и чай «Milton». Результаты определения  $E_h$  в образцах представлены в таблице.

Таблица –Результаты исследования потенциала образцов

Продукция	$E_h$ , мВ
молоко «Бабушкина крынка» 3,2%	36,3
кефир «Бабушкина крынка» 3,6%	107,2
сметана «Брест-Литовск» 20%	91,1
сок березовый стерилизованный с сахаром «Berezovik»	152,3
сыворотка с соком гранат-лайм «Савушкин продукт»	99
кофе «Dallmaer prodomo»	95,5
чай «Milton»	118,4

Как видно из таблицы, наибольшей суммарной антиоксидантной активностью, а именно способностью ингибитора тормозить цепное окисление органических веществ, обладает сок березовый, чай и кефир. Такие значения могут объясняться тем, что в сок березовый добавляют лимонную кислоту при приготовлении, в чае были добавки шиповника и малины, которые обладают антиокислительными свойствами, а кефир является кисломолочным продуктом, что из-за молочной кислоты увеличивает антиоксидантную активность.

Так как повышение показателя потенциала увеличивает барьерные свойства продукта противостоять микробиологической порче, производители активно пользуются этим свойством, чтобы продлить срок годности продукта, то есть прибегают ко всем известному консервированию с добавлением органических кислот.

### ЛИТЕРАТУРА

1 Шачек, Т.М. Исследование окислительно-восстановительного потенциала  $E_h$  как барьерного фактора пищевых продуктов / Т.М. Шачек, З.Е. Егорова, С.И. Аверина // Химия, технология органических веществ и биотехнология. — 2009. — № 4. — С. 192—195.

УДК 504.6:711.433(476.5-25)

## ОЦЕНКА ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ НА УЛИЦАХ Г. МИНСКА И Г. ВИТЕБСКА

Шумовое загрязнение является одним из важнейших факторов вредного воздействия на окружающую среду и здоровье человека. Основными источниками шума в условия городской среды является автотранспорт, железнодорожный и авиатранспорт. Шум, который возникает на проезжей части магистрали, распространяется не только на территорию, находящуюся около дороги, но и вглубь жилой застройки [1].

Цель работы – проведение сравнительного анализа шумового загрязнения на улицах г. Минска и г. Витебска; выявление пространственных особенностей распределения уровня шума. Произведены замеры уровня шума с использованием шумомера UT351/352 на пр-те Независимости ул. Притыцкого в г. Минске; ул. М. Горького и пр-те Строителей в г. Витебске (на каждой улице в 20 точках). Так же произведено по 15 замеров в жилой зоне каждой из улиц. С помощью Quantum GIS построение карты функционального зонирования и тепловой карты шумового загрязнения для исследуемых улиц.

В ходе исследования установлено, что средний уровень шума в г. Витебске по исследуемым точкам составил  $75,5 \pm 0,09$  дБ, в г. Минске  $80,1 \pm 0,21$  дБ соответственно.

Выявлены различия в шумовой нагрузке в зависимости от функциональных зонах. В г. Витебске среднее значение уровня шума в исследуемых зонах изменялось: пр-т Строителей ( $76,13 \pm 0,35$  дБ) → ул. М. Горького ( $75,9 \pm 0,19$  дБ) → район Витебской ТЭЦ ( $66,5 \pm 0,23$  дБ) → селитебная зона пр-та Строителей ( $56,6 \pm 0,23$  дБ) → селитебная зона в районе ул. М. Горького ( $55,9 \pm 0,24$  дБ). Соответственно в г. Минске пр-т Независимости ( $77,6 \pm 0,72$  дБ) → ул. Притыцкого ( $75,5 \pm 0,94$  дБ) → селитебная зона в районе пр-та Независимости ( $67,9 \pm 0,63$  дБ) → селитебная зона в районе ул. Притыцкого ( $66,9 \pm 0,63$  дБ). По полученным нами данным построены карты функционального зонирования уровня шума по всем исследуемым улицам (рисунок).

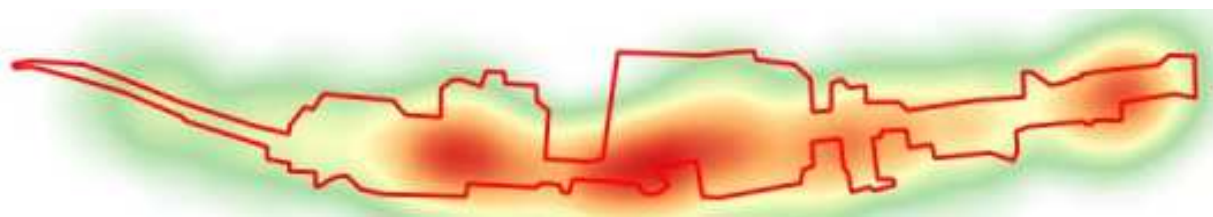


Рисунок – Тепловая карта шумового загрязнения ул. Притыцкого, г. Минск

Закключение. По итогам исследования рассмотрены недостатки и преимущества в функциональном зонировании, даны рекомендации по снижению уровня шума на исследуемых улицах.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Экология городской среды: учебно-методический комплекс по учебной дисциплине для специальности 1-33 01 01 Биоэкология / сост. И. А. Литвенкова; Учреждение образования "Витебский государственный университет имени П. М. Машерова", Фак. химико-биологических и географических наук, Каф. экологии и географии. – Витебск: ВГУ имени П. М. Машерова, 2022. – 175 с.



(кафедра физико-химических методов и обеспечения качества, БГТУ)

**СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ: ИЗ ПРОШЛОГО В БУДУЩЕЕ**

Средства измерений – технические средства, предназначенные для измерений, имеющие нормированные метрологические характеристики, воспроизводящее и (или) хранящее единицу физической величины, размер которой принимают неизменным (в пределах установленной погрешности) в течение известного интервала времени. Они не только помогают измерять и оценивать мир вокруг нас, но и играют ключевую роль в развитии технологий.

Все студенты, обучающие на специальности 1-54 01 03 Физико-химические методы и приборы контроля качества продукции, в процессе учебной деятельности постоянно сталкиваются со средствами измерений: на лабораторных работах, во время учебной и технологических практик, выполнения УИРС, в процессе выполнения дипломных работ, что несомненно требует более глубоких знаний и навыков в данной области. Также, немаловажным является тот факт, что и средства измерений и методики измерений характеристик продукции, постоянно совершенствуются и актуализируются соответственно.

Учитывая вышесказанное, представляется актуальным создание музея средств измерений как цифровой коллекции различного оборудования, интересных фактов и экспозиций, доступных для изучения онлайн, что и было целью данной работы.

Объектами исследования являлись средства измерений, используемые в учебных лабораториях ФХМиОК.

При выполнении поставленной цели были реализованы следующие задачи:

1. Определен перечень средств измерений чаще всего используемых в лабораторных практикумах на кафедре ФХМиОК – весы, рН-метры, иономеры, фотометры т.д.);

2. Осуществлены сбор и обработка исходной информации об оборудовании – фотографии, инструкции по эксплуатации, паспорта, свидетельства о поверке и др.;

3. Разработана концепция представления информации о средствах измерений. Главной идеей было представить средства измерений и соответствующую информацию о них в таком формате, где вся информация будет презентоваться от лица самих средств измерений, используя сочетание необходимой терминологии с разговорным стилем общения;

4. Осуществлен выбор подходящей площадки для презентации музея. Для этого использовали активно развивающуюся социальную сеть Instagram, которая пользуется наибольшей популярностью (в т.ч. у студентов), а также данная площадка весьма удобна для публикации фотографий и получения обратной связи о ресурсе;

5. Разработан дизайн публикаций и план, в соответствии с которым будет презентоваться музей в социальной сети Instagram.

Таким образом, данный проект – музей «Средства измерений: из прошлого в будущее» – для студентов будет являться своеобразным проводником и помощником в процессе учебной деятельности, а именно:

– предоставит возможность подробно рассмотреть различные типы и модели оборудования: от устаревших версий до самых современных, тем самым сохраняя исторический путь их развития;

– выделит интересные и познавательные факты о средствах измерений, а также представит это в увлекательном и доступном формате.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЕЛКА В ЭНТОМОПРОДУКТАХ МЕТОДОМ КЬЕЛЬДАЛЯ**

Организм человека практически лишен резервов белка, в связи с этим единственным источником пополнения фонда аминокислот и обеспечения равновесия процессов синтеза и распада белка в организме могут служить пищевые белки, являющиеся вследствие этого незаменимыми компонентами пищевого рациона.

Потребность организма взрослого человека, ведущего активный образ жизни, в белке составляет в среднем 1,6-2,3 г на 1 кг массы тела. При длительных тренировках, даже если они характеризуются средней интенсивностью, в связи со значительными потерями азота вследствие продолжительной мышечной деятельности содержание белка в рационе должно быть повышено до 2,5 г на 1 кг массы тела. В случае высоких нагрузок даже при адекватной калорийности рациона потребность в белке может возрасти до 2,6-2,9 г на 1 кг массы тела.

Восполнение потребности организма в белке требует ежедневного включения в рацион пищи, богатой этим нутриентом. Ввиду того, что в настоящее время общий дефицит белка на планете оценивается приблизительно в ~ 20 млн т в год, помимо традиционных источников, таких как мясо, рыба, всё активнее начинают использовать альтернативный – насекомых.

Насекомые – это одни из самых древне живущих существ на планете. Согласно научным данным, насекомые существуют на Земле более 300 миллионов лет и насчитывают в настоящее время от 2 до 8 миллионов видов. На сегодня подробно описано около миллиона видов насекомых, включая 17 203 ископаемых вида.

Как показывают различные исследования, многие насекомые богаты содержанием белка. Если для западного человека энтомофагия в лучшем случае представляется чем-то вроде непривычного эксперимента, то во многих регионах Африки и Азии она – часть местной кулинарной традиции. На рубежах Европы поедание насекомых с каждым годом набирает обороты. Во многих странах уже работают предприятия, которые выращивают насекомых на корм животным и производят из них продукты для человека – функциональное питание, протеиновые батончики и хлеб. В Республике Беларусь данная сфера до конца не изучена, и все работы в данном направлении находятся на стадии научных исследований.

В этой связи актуальна оценка белкового компонента насекомых, представленных на рынке Республики Беларусь. Объекты исследования – энтомопродукты. В объектах исследования определяли содержание белка по количеству общего азота с использованием общепринятого метода Кьельдаля. Результаты исследования представлены в таблице.

Таблица – Объекты и результаты исследования

Название	Мучной хрущак жареный	Зофобас	Аргентинский таракан
Фото			
Характеристика	Личиночная форма большого мучного хрущака, до 3 см в длину.	Личинка крупного жука – чернотелки, длина до 5-6 см и масса до 1-1,5 г.	Некрупный вид тараканов, 4-5 см в длину, с ярко выраженным половым деморфизмом.
Количество белка, %	39,58	11,53	11,43

Наибольшим содержанием белка характеризуется мучной хрущак, что согласуется с литературным данным. В то же время во всех образцах значение содержания белка несколько ниже, чем указано в источниках, следовательно, требуются дополнительные исследования.

### СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ЭНТОМОПРОДУКТАХ

Всем давно известно, что на сегодняшний день в условиях постоянно растущей численности населения и ограниченности территорий пригодных для сельского хозяйства одной из глобальных проблем человечества является голод. В Африке, Азии и Латинской Америке большинство населения страдает от недоедания, а особой опасности подвержены дети.

Последние исследования [1] показывают, что использование некоторых насекомых в пищу обладает даже более предпочтительным соотношением питательных веществ, чем приёму мяса/рыбы традиционным способом. Таким образом, возникает интерес к энтомофагии.

Съедобные насекомые содержат высококачественный белок (глутаминовая кислота, лейцин, пролин, аргинин и т.д.), жирные кислоты (олеиновая, стеариновая, пальмитиновая и т.д.), макро (Ca, K, Na, P и т.д.) и микроэлементы (Fe, Cd, Pb, Cu, Zn и т.д.). Насекомые имеют высокую степень конверсии пищи: сверчкам нужно в шесть раз меньше корма, чем крупному рогатому скоту, в четыре раза меньше, чем овцам, и в два раза меньше, чем свиньям и цыплятам-бройлерам, чтобы произвести такое же количество белка. Кроме того, они выделяют меньше парниковых газов и аммиака, также насекомых можно выращивать на органических отходах [1].

Учитывая вышесказанное, актуальным является исследование содержания микроэлементов (Fe, Cd, Pb, Cu, Zn) в различных насекомых и продуктах их переработки. Объекты исследований – сверчки обычные, зофобасы, аргентинские тараканы, сверчки сушеные, мучной хрущак жареный во фритюре. Для проведения эксперимента использовались стандартные методы измерений [2, 3] и поверенное оборудование: анализатор TA-Lab (зав. № 0101200, 27.02.2023) и фотоэлектроколориметр (зав. № 0500605, 10.2023).

Результаты исследований представлены в таблице.

Таблица – Содержание Fe, Cd, Pb, Cu, Zn в энтомопродуктах

Содержание элемента, мг/кг	Наименование объекта				
	сверчки обычные	зофобасы	аргентинские тараканы	сверчки сушеные	мучной хрущак жареный
Fe	173,0	170,0	297,0	326,0	595,0
Cd	0,01	0,006	0,037	не обн.	0,12
Pb	0,05	0,11	0,072	0,28	0,05
Cu	6,3	3,8	2,9	11,0	8,5
Zn	166,0	22,0	65,0	862,0	147,0

Таким образом, результаты определения Fe, Cu и Zn согласуются с литературными данными, а содержание токсичных элементов Pb и Cd не превышает нормативов, установленных для продовольственного сырья.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Insects for food and feed [Электронный ресурс] / Food and Agriculture organization of United Nations. – Минск, 2023. – Режим доступа: <https://www.fao.org/edible-insects/en/>– Дата доступа: 01.11.2023.
2. Определение цинка, кадмия, свинца и меди в пищевой продукции: МУ 31-04/04. – Введ. 31.01.2004. – ФГУ Томский центр стандартизации, метрологии и сертификации, 2004. – 25 с.
3. Продукты пищевые. Методы определения железа: ГОСТ 26928–1986. – Введ. 01.07.88. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1988. – 5 с.

**АСПЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ СТАНДАРТА СТБ ISO 21001  
В УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Качество образования – это комплексное понятие, которое характеризует эффективность данного вида деятельности с разных сторон – разработка стратегии, организация учебного процесса, маркетинг и других. Качество образования базируется на трех ключевых составляющих: цели и содержание образовательного процесса; уровень профессионализма преподавателей и организации преподавательской деятельности; состояние материально-технической базы и уровень научно-информационной базы учебного процесса.

Т.е. качество образования продолжает формироваться непосредственно в учреждениях образования при реализации образовательных программ.

Основными проблемами образовательных учреждений являются такие, как непроработанность маркетинговой стратегии, неприспособленность организационной структуры к условиям рынка, необходимость повышения качества образовательных услуг. Все эти проблемы в большинстве своем являются результатом недостаточной эффективности существующей системы управления качеством образования УВО. [1].

Поэтому, в общем контексте реформирования образования заметное место занимают поиски более эффективных форм и методов управления непосредственно в учреждениях образования, от которых в немалой степени зависят реальные результаты образовательных реформ. Наиболее востребованным и актуальным продуктом организации процессов в УВО является разработка и внедрение подходов и принципов, основанных на СТБ ISO 9001. Соответствие стандарту СТБ ISO 9001 – это начальный уровень гарантий качества в сфере образования, а следующим этапом гарантии качества услуг в сфере образования стало соответствие профессиональному стандарту, разработанному всемирной организацией по стандартизации ISO 21001 и его национальной версии СТБ ISO 21001 «Обучающие организации. Системы менеджмента повышения компетентности. Требования и руководство по применению».

Большинство требований, прописанных в СТБ ISO 21001 соответствуют требованиям аккредитации, лицензирования, а также целям программы развития и собственным целям университета и уже были учтены при адаптации СТБ ISO 9001 к специфике учреждений образования. Тем не менее для внедрения этой системы необходимо учесть следующие аспекты:

1. Разработка такой документации, как процесс коммуникации; методы защиты и обеспечения прозрачности данных обучающихся, методы рассмотрения жалоб и апелляций;
2. Актуализация документированной процедуры «Кадровое обеспечение», «Материально-техническое обеспечение», «Библиотечное и информационное обеспечение»;
3. Включение в документацию системы менеджмента свидетельства (решений о приеме, присвоенных оценок, о результатах оценки, о причине решения о выставлении оценок и окончательной оценке, жалоб или апелляций, а также их разрешения, о характере несоответствий и всех последующих предпринятых действий, результатов каждого последующего действия);
4. Включение в результативность системы менеджмента показателей, относящихся к кадровому обеспечению, материально-техническому снабжению, проценту выполнения требований аккредитации [2].

Все это позволяет прогнозировать высокую востребованность среди учреждений образования внедрение данной системы для предоставления гарантии качества оказываемых образовательных услуг.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Буланичев В.А., Серков Л.А. Методологический подход к управлению вузами на основе принципов синергетики // Современные наукоемкие технологии. – 2007. – № 12. – С. 54-54.
2. СТБ ISO 21001-2021. Обучающие организации. Системы менеджмента повышения компетентности. Требования и руководство по применению. – Минск: БелГИСС, 2021. – 56 с.

(кафедра физико-химических методов и обеспечения качества, БГТУ)  
**ВЕРИФИКАЦИЯ МЕТОДИК ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОРБИНОВОЙ И БЕНЗОЙНОЙ  
КИСЛОТ МЕТОДОМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ  
ХРОМАТОГРАФИИ**

Пищевые консерванты стали важным элементом технологического процесса производства целого ряда пищевых продуктов (молочная продукция, мясные изделия, рыбная продукция и др.). Консерванты – специальные пищевые добавки, которые позволяют снизить жизнедеятельность патогенных микроорганизмов, тем самым позволяя сохранить срок годности продукции.

Одними из распространённых консервантов, которые активно используются при производстве пищевых продуктов, являются сорбиновая и бензойная кислоты. Данные вещества относятся к группе консервантов E200-E209 и E210-E219.

Законодательством установлены предельно допустимые уровни консервантов, чтобы ограничить их количество в продуктах питания. Суточное потребление бензойной и сорбиновой кислот рекомендуется на уровне 5 мг/кг и 25 мг/кг соответственно. Превышение допустимых уровней может вызвать некоторые побочные реакции, включая метаболический ацидоз, судороги, астму и аллергические реакции.

Существует множество аналитических методов для обнаружения бензойной и сорбиновой кислот в продуктах питания, таких как биосенсорный, капиллярный электрофорез, газовая хроматография, жидкостная хроматография. В настоящее время наиболее распространённым методом, используемым в пищевой промышленности, является высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Определение бензойной и сорбиновой кислот в молочной продукции методом ВЭЖХ регламентирует ГОСТ 31504-2012, в плодоовощной продукции – ГОСТ 33332-2015. Методы стандартизованы и валидированы разработчиком. При внедрении стандартизованных методов испытательные лаборатории должны их верифицировать и показать возможность их использования и получения результатов с требуемыми показателями точности в конкретных условиях лаборатории.

Цель работы – верификация методик определения бензойной и сорбиновой кислот методом ВЭЖХ в молочной продукции (ГОСТ 31504) и продуктах переработки плодов и овощей (ГОСТ 33332). Работа проводилась в испытательной лаборатории БелГИМ.

Для проведения верификации был разработан план и установлены характеристики методики, подлежащие верификации: предел обнаружения и количественного определения, показатели точности (правильность, повторяемость и промежуточная прецизионность) и линейность.

В диапазоне измеряемых концентраций сорбиновой и бензойной кислот была получена линейная зависимость между концентрацией и площадью хроматографических пиков, и был рассчитан коэффициент корреляции для каждой зависимости, который составлял не менее 0,99. Пределы обнаружения и количественного определения были определены путем учета, соответственно, 3,3 и 10-кратного остаточного стандартного отклонения линии регрессии к наклону калибровочной кривой.

Для проверки смещения использовали метод добавок, анализируя образцы до и после добавления известных количеств бензойной и сорбиновой кислот. По степени извлечения и критерию Стьюдента оценивали значимость смещения. С целью верификации повторяемости и промежуточной прецизионности были получены результаты измерений несколькими операторами по два параллельных измерения. Обработку результатов осуществляли в соответствии с СТБ ISO 5725-2022.

Таким образом, полученные результаты подтвердили способность лаборатории получать достоверные результаты в соответствии с требованиями методик.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЯЗКОСТИ КОСМЕТИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ**

Вязкость (внутреннее трение) – свойство текучих тел оказывать сопротивление перемещению одной их части относительно другой. В технических терминах вязкость относится к сопротивлению любой жидкости разрешению под действием поверхностного натяжения. Основными кинематическими переменными для жидкостей служат деформация и ее скорость. Поэтому для изучения реологических характеристик жидких сред устанавливают связь между приложенными внешними нагрузками и параметрами продукта. Жидкости с высокой вязкостью определяются как плотные и вязкие. Более высокая вязкость указывает на то, что жидкость является густой, а более низкая вязкость – неполной.

Косметическая продукция предназначена для интеграции разнообразных атрибутов, включая сенсорные свойства, связанные с удобством использования, основные функции и т.д. Измерение вязкости проводят для контроля факторов, связанных с достижением желаемых целей при их применении. Контроль вязкости косметической продукции важен для обеспечения эффективности процесса производства, расходования сырья, с соблюдением требований к качеству и безопасности. Стремительный рост рынка парфюмерно-косметической продукции во всем мире определяет приоритет применения испытательными лабораториями эффективных, недорогих, точных экспресс-методов контроля качества продукции.

Поэтому, целью данной работы являлось исследование динамической и условной вязкости косметической продукции. Объектами исследований были: гель для душа «Lotus», шампунь для ежедневного ухода «Seauty», крем-гель для душа «Вишня», пенка ромашковая для умывания, жидкое мыло «Кокос и ваниль» и крем для лица «Eveline ExtraSoft bio». К веществам, входящим в состав и регулирующим вязкость продукции, относились загустители (натуральные и искусственные смолы, производные целлюлозы и полиэтиленгликоля, пектиновые вещества), а также некоторые ПАВ (акриловые полимеры, алканоламида, сульфатоины), которые также являются вспомогательными загустителями.

В косметической продукции по ОФС.1.2.1.0015.15 исследовали динамическую вязкость на ротационном вискозиметре TQC VR3000 и условную вязкость на вискозиметре ВЗ – 246, используя сопла с диаметрами 2 и 4 мм.

В результате проведенных испытаний были получены следующие данные по динамической и условной вязкости продукции соответственно: шампунь «Seauty» –  $12\,693,1 \pm 23,5$  мПа · с и 240,16 с; жидкое мыло «Кокос и ваниль» –  $772,2 \pm 12,2$  мПа · с и 260,41 с; пенка ромашковая –  $20\,391,2 \pm 22,8$  мПа · с и 349,15 с; гель «Lotus» –  $1\,024,7 \pm 11,2$  мПа · с и 499,23 с; крем-гель «Вишня» –  $2\,971,2 \pm 13,2$  мПа · с и 818,84 с; крем для лица «Eveline ExtraSoft bio» –  $95\,888,3 \pm 15,5$  мПа · с. Значения динамической вязкости косметической продукции находились в диапазоне (700 – 96 000) мПа · с и условной вязкости – (260 – 820) с.

При разработке косметических средств необходимо ориентироваться на удовлетворение нужд потребителей, поддерживать постоянное качество, важно контролировать вязкость в процессе производства, в т.ч. на производственных линиях. Поскольку вязкость влияет на химическую стабильность косметического продукта в упаковке в течение срока хранения, соответствие установленным показателям вязкости позволит наладить качество и оптимизировать процесс производства продукции.

## ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОРМОВ ДЛЯ ЖИВОТНЫХ

Использование кормовых ферментов является положительно развивающимся направлением в кормлении животных. Основное назначение этих добавок – устранить действие антипитательных компонентов в корме, расщепить и утилизировать компоненты, которые не могут быть расщеплены собственными ферментами организма, увеличить диапазон использования корма и минимизировать выведение фосфора.

Ферменты (энзимы) – это специфические белки, образующиеся в клетках живых организмов и катализирующие происходящие в них химические реакции. Наличие и активность ферментов определяют такие важнейшие показатели корма, как усвояемость (использование питательных веществ из корма). [1]

Активность фермента (ферментного препарата) характеризует скорость биохимических (биокаталитических) реакций, осуществляемых ферментом. [2] Знание активности фермента позволяет подобрать соответствующую дозировку для использования фермента, а также контролировать процессы производства и хранения ферментов. Поэтому цель данной работы – изучение литературных данных и выбор методов для исследования активности как самих ферментных препаратов, так и после их внесения в кормовую смесь.

На сегодняшний день существует ряд государственных стандартов, описывающих методы определения активности ферментов (например, ГОСТ 31487-2012, ГОСТ 31488-2012, ГОСТ 31662-2012, ГОСТ 54330-2011). Также производители ферментов применяют оригинальные методики в отсутствие стандартизованных, например, для определения активности ферментов, разрушающих некрахмалистые полисахариды. Тем не менее в связи с тем, что в качестве кормовых добавок часто используют мультиэнзимные комплексы, обладающие разными видами активности (амилолитической, целлюлолитической, протеолитической), такие методы в отдельности не позволяют оценить совокупное действие всех ферментов, входящих в состав комплексного препарата. Для этого используют другие подходы, направленные на оценку эффективности кормовых ферментов.

Один из таких подходов был предложен учеными России, которые в понятие «эффективность» заложили способность фермента сделать работу по разрушению субстрата с высвобождением моносахарида(ов). И предложили использовать альтернативный производственным испытаниям (которые являются весьма трудоемкими и длительными) способ оценки эффективности ферментов: в кормовых тестах *in vitro* в приближенных к желудочно-кишечному тракту условиях (в модельных системах) по температуре и pH среды. [3].

Полученные данные можно будет использовать в качестве предварительного результата при оценке возможности подбора эффективной мультиэнзимной композиции для конкретного рациона и конкретного кормового сырья. Таким образом, целью дальнейших исследований будет подбор условий и проведение испытаний эффективности ферментных препаратов, вносимых в комбикорма, производимые в Республике Беларусь, в частности ОАО «Пуховичский комбинат хлебопродуктов».

### ЛИТЕРАТУРА

1. Bedford, M. Enzymes in farm animal nutrition / M. Bedford, G. Partridge. – CAB International, MPG Print Group, Oxfordshire, UK, 2013. – P. 12–33, 136, 260 – 262.
2. Сеницын, А. П. Активность ферментных препаратов – важнейший критерий их свойств / А. П. Сеницын, О. А. Сеницына, Е. Г. Кондратьева, А. Ю. Плохов // Птицеводство. – 2014. – № 12. – С. 36–40.
3. Соничев, Б. Е. Новый метод определения эффективности кормовых ферментов / Б. Е. Соничев, С. О. Шаповалов // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2022. – № 4. – С. 3–14.

(кафедра физико-химических методов и обеспечения качества, БГТУ)

**ИНТЕГРИРОВАНИЕ СИГНАЛОВ ДЕТЕКТОРОВ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

Сцинтилляционные детекторы на основе фотоэлектронных умножителей (ФЭУ) являются основными детекторами ионизирующего излучения в области радиационной спектроскопии. Основные проблемы их применения связаны с областью малых энергий, где задача обеспечения точности измерений остается актуальной.

Наиболее высокие результаты достигаются с применением зарядочувствительных усилителей (ЗЧУ), на входной емкости которых происходит преобразование выходного тока сигнала ФЭУ в напряжение. Применение ЗЧУ позволяет работать с выносными детекторами с длинными коаксиальными кабелями, обладающими высокой емкостью. В таких усилителях, представляющих собой фильтры низких частот, амплитуда напряжения на емкости пропорциональна амплитуде тока выходного импульса ФЭУ.

Повышение точности преобразования энергии регистрируемой частицы или кванта, по нашему мнению, можно обеспечить путем интегрирования тока, создаваемого в нагрузке ФЭУ, и формирования импульса напряжения с амплитудой, пропорциональной площади сцинтилляционного импульса. В этом случае величина выходного сигнала усилителя будет пропорциональна числу фотонов во вспышке и, следовательно, энергии импульса.

Впервые такой подход был реализован в установке для измерения сцинтилляций в электронно-оптическом преобразователе [1]. Прибор позволил проводить амплитудный анализ сцинтилляций на экране преобразователя, вызванные одноэлектронными шумами и состоящие всего лишь из нескольких десятков фотонов.

Основная идея заключалась в использовании управляемого интегратора на операционном усилителе. В настоящее время в качестве последнего может быть рекомендовано [2] изделие 554УД1 с низким входным шумовым током  $0,003 \text{ пА/Гц}^{1/2}$  и входным током менее 40 пА с полосой единичного усиления 2 МГц или более быстрый (15 МГц) операционный усилитель 554УД2 с несколько худшими шумовыми характеристиками.

Схемы указанного типа нашли широкое применение в современном ядерно-физическом эксперименте [3].

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Буцкий В. В., Ветохин С. С., Саржевский А. М. Устройство для измерения сцинтилляций в электронно-оптическом преобразователе. Авт. свид. СССР № 728101, МПК G01J 1/44. 1980.
2. Лисин Д. В. Применение отечественных операционных усилителей в приборах для спектрометрических измерений в дальнем космосе / Приборы и техника эксперимента, 2018, № 6, с. 43–48.
3. Пурьга Е. А. и др. Широкополосные тракты усиления сигналов полупроводниковых детекторов излучения и частиц / Приборы и техника эксперимента, 2022, № 1, с. 44–57.



(кафедра физико-химических методов и обеспечения качества, БГТУ)

**ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСТРАКТОВ ХВОИ ЕЛЕЙ**

В Республике Беларусь всегда особое внимание уделялось использованию природных ресурсов и импортозамещению. В настоящее время одной из основных тенденций в парфюмерно-косметической отрасли является увеличение производства продукции с натуральными экстрактами. Экстракты пользуются колоссальным спросом на международном рынке. Такая потребность объясняется разнообразием их свойств.

На сегодняшний день имеется большое количество статей о возможности применении хвойных экстрактов в различных сферах. Несмотря на расширение области применения экстрактов, приоритетным направлением остаётся парфюмерно-косметическая промышленность.

Еловая хвоя содержит множество полезных веществ: аскорбиновую кислоту, витамины В, К, Е, РР, каротин, фитонциды, цинк, кальций, марганец, фосфор, медь, эфирные масла. Хвойные водные экстракты обладают ранозаживляющим, противоожоговым противовоспалительным, противовирусным, адапто-генным, дезинтоксикационным, гепатозащитным, биостимулирующим, общеукрепляющим, седативным, косметическим воздействием на организм человека, стимулируют кроветворение, иммунную систему и процессы регенерации, обогащают организм полезными микро- и макроэлементами.

На основании вышеизложенного можно заключить, что работа, посвященная получению экстрактов древесной зелени елей и их практического применения в парфюмерно-косметической отрасли, является актуальной и востребованной.

Импортозамещение является важнейшим государственным приоритетом, от реализации которого зависит сбалансированное развитие региона и страны в целом.

Для повышения конкурентоспособности продукции политика импортозамещения выполняется за счёт следующих мероприятий:

- максимальное использование местных видов сырья, а также создание кооперационных и вспомогательных производств по увеличению уровня локализации производимой продукции, являются основными резервами для сокращения импортоемкости производимой продукции;

- расширение инструментов стимулирования производства импортозамещающей продукции;

- ориентированность импортёров на организацию импортозамещающих производств и экспорта этой продукции.

Таким образом, получение и практическое применение экстракта из природного сырья является важным аспектом в Республике Беларусь.

Для получения хвойных экстрактов будем использовать такое растительное сырьё как: ель канадская, ель колючая. В настоящее время проводится отбор образцов для экстрагирования хвои елей, изучаются возможности применения этого экстракта в парфюмерно-косметической отрасли.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Шанина, Е. В. Переработка древесной зелени сосны обыкновенной с использованием водно-этанольных смесей: автореф. дис. канд. техн. наук : 05.21.03 / Е. В. Шанина; Сибирский государственный технологический университет. – Красноярск, 2004. – 20 с.

2. Ягодин, В. И. Основы химии и технологии переработки древесной зелени / В. И. Ягодин ; под ред. Ю. И. Холькина. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1981. – 223 с.

**ОПТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ГОМОГЕНИЗАЦИИ МОЛОКА**

С целью повышения качества молочной продукции молоко подвергается гомогенизации, которая заключается в дроблении жировых шариков путем воздействия на молоко значительных внешних усилий. Так как на эффективность гомогенизации влияют не только технологические параметры (давление, температура), но и свойства продукта и его состав, то необходимо осуществлять контроль процесса гомогенизации.

Цель исследования – определение степени гомогенизации молока по диаметру жировых шариков с использованием метода турбидиметрии.

Турбидиметрический метод основан на измерении интенсивности света, прошедшего через дисперсную систему, которая ослабляется вследствие его рассеяния частицами дисперсной системы. Для получения информации о размерах частиц дисперсной фазы определяют спектр мутности от длины волны падающего света.

Измерения проводили на спектрофотометре ПЭ-5300 ВИ и фотоколориметре КФК-3-01. Молоко объемом  $0,5 \text{ см}^3$  жирностью 3,2 % смешивали с  $0,5 \text{ см}^3$  раствора гидроксида натрия концентрации 1 моль/дм<sup>3</sup> и разбавляли водой до  $250 \text{ см}^3$ .

Для расчета размеров частиц в дисперсной системе может быть использовано уравнение Рэлея, если размеры частиц не более  $1/10$  длины волны падающего света. Так как размер жировых шариков больше, то для их определения использовали уравнение Геллера.

По полученным результатам оптической плотности при различных длинах волн был рассчитан показатель степени в уравнении Геллера  $n = -(\Delta \lg D / \Delta \lg \lambda)$ , который связан с размером рассеивающих свет частиц.

Размер жировых шариков рассчитывали по нескольким формулам:

$$1) \text{ из уравнения Геллера получена зависимость радиуса } r \text{ от } n: r = \frac{3,1 - n}{0,00216} + 50; \quad (1)$$

2) по таблице функции  $n$  от  $\alpha$  [1]:

$$\alpha = 2\pi r \mu_0 / \lambda_{cp}; \quad (2)$$

где  $r$  – радиус частиц,  $\lambda_{cp}$  – среднее значение используемого диапазона длин волн,  $\mu_0$  – показатель преломления дисперсионной среды равный 1,3330.

Параметр  $\alpha$  равен отношению показателя преломления жира (1,47) к показателю преломления дисперсионной среды  $\alpha = \mu / \mu_0$ .

$$3) \text{ по формуле, приведенной в [2]: } d_{cp} = 2,82 - 2,58 \lg \frac{D_{400}}{D_{1000}}. \quad (3)$$

Рассчитанный по полученным результатам показатель степени  $n$  находился в пределах от 1,966 до 2,147. Рассчитанный по формуле 1 радиус  $r$  изменялся от 490 до 575 нм, по формуле 2 – от 343 до 460 нм, средний диаметр (формула 3) – от 616 до 802 нм. Для оценки правильности полученных результатов необходимо сравнить полученные результаты с результатами других методов, например, лазерной дифракции или микроскопии.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Кленин, В. И. Характеристические функции светорассеяния дисперсных систем / В. И. Кленин, С. Ю. Щеголев, В. И. Лаврушин. – Саратов: Издательство Саратовского университета, 1977. – 176 с.

2. Брусенцев, А. А. Основы переработки молока на предприятиях молочной промышленности: Уч.-мет. пособие / А. А. Брусенцев. – СПб.: Университет ИТ-МО, 2017. – 77 с.

(кафедра физико-химических методов и обеспечения качества, БГТУ)

**ОКСИМЕТИЛФУРФУРОЛ В СОКОВОЙ ПРОДУКЦИИ**

Качество и безопасность соковой продукции из фруктов и овощей в значительной степени зависит от технологии консервирования и режимов хранения конечных продуктов. Несмотря на то, что в процессе технологической переработки происходит инактивация микроорганизмов и ферментов фруктового и овощного сырья, в конечных продуктах продолжают происходить биохимические процессы, которые приводят к образованию разнообразных химических соединений, которые чаще всего называют продуктами реакции Майяра. Очень летучие соединения имеют отношение к аромату, некоторые низкомолекулярные соединения ответственны за формирование вкуса, коричневые полимеры (меланоидины) – за формирование цвета некоторых пищевых продуктов, часть образующихся веществ являются антиоксидантами, несколько соединений обладают мутагенными свойствами. Особого внимания среди продуктов реакции Майяра заслуживает оксиметилфурфурол (ОМФ) – органическое вещество, производное фурфурола, имеющее в своем составе гетероциклическое кислородсодержащее кольцо (фуран) и образующееся при производстве, длительном хранении или в результате высокотемпературной переработки соков и соковой продукции, кондитерской продукции и меда. Присутствие ОМФ в пищевых продуктах нежелательно: фурановые производные являются ядами, большие дозы которых вызывают судороги и паралич, а малые дозы угнетают нервную систему. Содержание данного соединения в разных пищевых продуктах может быть критерием установления подлинности и сроков годности, а также показателем качества и безопасности. Из-за токсического действия ОМФ на организм человека, установлен допустимый уровень его содержания в соковой продукции из фруктов и овощей, равный не более 20 мг/кг (СанПиН № 52 от 21.06.2013, ТР ТС 21/2011, ТР ТС 023/2011, A1JN Code of practice).

Для определения содержания ОМФ в пищевых продуктах используются колориметрический (качественный), спектрофотометрический, хроматографический методы. Колориметрический метод применяется для анализа меда и основан на образовании в кислой среде окрашенного соединения оксиметилфурфурола с резорцином. Спектрофотометрический метод применяется для количественного определения ОМФ в соках и в соковой продукции и заключается в проведении цветной реакции с барбитуровой кислотой и дальнейшем измерении оптической плотности раствора при длине волны 540 нм против холостого опыта. Метод обращенно-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии позволяет определять ОМФ в соках, соковой продукции, напитках, БАД, коньяках, винах, меде.

Изучению содержания ОМФ в пищевых продуктах посвящены многочисленные исследования, в том числе отечественные. Так, ОМФ измеряли в цитрусовых и ананасовом соках, в импортных концентрированных фруктовых соках для выявления возможной фальсификации; в апельсиновом соке для детского питания, Coca Cola и кофе – для оценки их безопасности; определялось наличие связи органолептических свойств яблочных соков и содержания некоторых продуктов реакции Майяра (ароматических соединений). В данной области исследований имеются и патентные разработки, которые относятся к способу предотвращения или уменьшения реакции Майяра в пищевом продукте (RU 2312569 C2, 2007), способу приготовления вкусовой композиции Майяра (RU 2505067 C2, 2011), способу получения ОМФ (SU 1 054 349 A1, 1983). Таким образом, накоплен значительный объем научных и практических данных в рассматриваемой области исследований. Однако, подавляющее большинство сведений касались фруктовых соков, и не затрагивали овощные. Тем не менее, в настоящее время обнаружилась проблема превышения содержания ОМФ в соковой продукции с использованием моркови.

Таким образом, актуальным является изучение накопления ОМФ в продуктах переработки моркови, а также определение факторов, влияющих на его образование.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МАРГАНЦА В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

На здоровье человека оказывает влияние огромное число фактов. При этом одним из основных факторов являются условия труда. Успешные предприятия заинтересованы улучшать условия труда работников, так как видят взаимосвязь между условиями труда и получаемой продукцией. В Республике Беларусь функционирует более 40000 предприятий. Из них более 300 являются представителями машиностроительной отрасли и имеют в своем составе сварочные цеха, обладающие различным технологическим обеспечением. На сегодняшний день в сварочных цехах наравне с традиционной ручной дуговой сваркой применяются процессы механизированной – полуавтоматической и автоматической сварки, а также плазменной, ультразвуковой, термомеханической, лазерной сварки. Несмотря на широкое разнообразие технологий, все виды сварки имеют один общий недостаток – образование сварочного аэрозоля, который представляет собой сложные газо-аэрозольные смеси веществ, выделяющихся при сварке, наплавки, резки и напыления металлов. В химический состав такого аэрозоля входят: марганец, оксиды азота, оксиды кремния, оксид железа, хрома, никеля, оксид углерода, озон и др. Фактическая концентрация вредных веществ зависит от состава сварочных, присадочных, напыляемых материалов, основного металла, режимов сварки, наплавки, резки, состава защитных газов и газовых смесей.

В результате воздействия на организм сварщиков аэрозолей тяжелых металлов возникает группа тяжелых заболеваний. К ним относят хроническое раздражение слизистой оболочки глаз и дыхательных путей, различные виды сердечно-сосудистых заболеваний. Поэтому необходимо контролировать состояние воздуха рабочей зоны сварщиков.

Целью работы являлось определение содержания марганца в воздухе рабочей зоны сварщиков. В качестве объекта исследования был выбран воздух рабочей зоны в сварочных цехах филиала ОАО «БЕЛАЗ» – управляющая компания холдинга «БЕЛАЗ-ХОЛДИНГ» – «Могилевский автомобильный завод имени С.М.Кирова». Определение марганца в воздухе рабочей зоны проводили в период с января по март 2023 года (таблица) согласно МВИ.МН 5831–2017. Измерения были проведены при работающей приточно-вытяжной вентиляции цех 1 и при отсутствии принудительной вентиляции цех №3. Концентрация марганца в сварочном аэрозоле воздуха рабочей зоны сварщиков определена в пределах от 0,0581 до 0,8241 мг/м<sup>3</sup>.

Таблица – Мониторинг концентрации марганца в воздухе рабочей зоны, мг/дм<sup>3</sup>

Место отбора проб		январь	февраль	март
Сварочный цех №1	Котельный зал	0,473	0,514	0,397
	Открытый участок	0,069	0,073	0,058
	Участок сварки	0,457	0,503	0,347
Сварочный цех №3	Монтажный участок	0,628	0,609	0,523
	Участок сварки	0,674	0,624	0,599
	Открытая площадка	0,114	0,105	0,097
* ПДК 0,6 мг/м <sup>3</sup>				

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что в сварочном цехе №1, оборудованном принудительной вентиляцией, не наблюдалось превышений ПДК по содержанию марганца. На сварочном участке №3, неснабженном вентиляцией, напротив, были зафиксированы значения, превышающие ПДК, что может быть связано с высокой интенсивностью проводимых работ. Согласно полученным данным можно сделать вывод о необходимости оборудования всех участков предприятия вентиляционными системами, проведения контроля за своевременным выявлением превышения допустимых концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны для улучшения условия труда работников.

**ЭКСПРЕСС МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ АКТИВНОГО ХЛОРА  
В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ И ВОДЕ ПЛАВАТЕЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ**

Актуальность работы связана с необходимостью контроля содержания активного хлора в питьевой воде, а также в воде плавательных бассейнов во избежание негативного влияния на здоровье населения. Цель работы – разработка быстрых, простых и эффективных методов определения содержания активного хлора в воде и проведение сравнительного анализа проб воды из различных источников. Для достижения цели были поставлены следующие задачи: разработать методы фотометрического определения активного хлора в воде; усовершенствовать методы эталонов и уравнивания окраски; провести анализ проб воды из различных источников г. Центрального района г. Минска; сделать выводы о качестве воды исследуемых источников.

Был получен стандарт 1 с отсутствием условного хлора. Для исследования использовалось 5 мл 5% иодида калия (KI) и 5 мл 10% разбавленной серной кислоты ( $H_2SO_4$ ). Изменений в окраске раствора не наблюдалось, т.к. при взаимодействии KI и  $H_2SO_4$  реакция не протекала. Затем в эту же колбу добавили раствор крахмала  $(C_6H_{10}O_5)_n$  (была использована верхняя прозрачная фракция для применения его в качестве индикатора для обнаружения свободного йода), в ходе чего окраска также не поменялась. Для приготовления стандарта 2 в колбу добавили 0,5 мл ( $c=10^{-4}$  М) раствора иодата калия ( $KIO_3$ ), а также 5 мл 5% раствора иодида калия (KI) и 5 мл раствора 10% разбавленной серной кислоты ( $H_2SO_4$ ). В результате наблюдали изменение окраски на светло-желтую, т.к. выделился йод ( $I_2$ ):  $KIO_3 + 5KI + 3H_2SO_4 \rightarrow 3K_2SO_4 + 3I_2 + 3H_2O$ . При добавлении раствора крахмала наблюдали изменение окраски на светло-синюю, что объясняется наличием окислителя (условного хлора). Стандарты 3 и 4 были приготовлены аналогичными 2 и 1, но добавлено 1мл и 1,5 мл иодата калия в каждый из них соответственно. Была получена цветная шкала для определения содержания активного хлора. Для применения метода уравнивания окраски стандарт №4 был разбавлен дистиллированной водой до уравнивания окраски со стандартом №2, поскольку изначально его окраска была темнее. Таким образом, был усовершенствован метод для определения концентрации условного хлора в приготовленных ранее стандартах.

Для последующих опытов были определены оптические плотности растворов с использованием спектрофотометрии. Для этого были приготовлены растворы проб питьевой горячей и холодной воды жилых домов на ул. Киселева и вблизи Минск-Арены, а также одного из плавательных бассейнов г. Минска. Результаты исследования показали, что концентрация активного хлора в воде одного из плавательных бассейнов г. Минска незначительно (на 0,044 мг/л) превышает допустимую, что не приводит к ухудшению ее органолептических качеств. Концентрация активного хлора холодной и горячей воды в жилых домах на ул. Киселева не доходит до минимально допустимой концентрации (0,3 мг/л), следовательно хлор не окажет необходимого бактерицидного действия и вода непригодна для использования без дополнительной обработки. Концентрация активного хлора в холодной воде в жилых домах вблизи Минск-Арены соответствует нормам, а в горячей – значительно (в 10,56 раза) ее превышает. Данная вода может нанести ущерб здоровью человека, а значит, не пригодна для использования без дополнительной очистки.

Следует отметить, что целесообразность применения предложенных методов обусловлена их повышенной точностью, простотой применения, сокращением времени анализа, а также количества химической посуды и реагентов по сравнению со стандартным методом.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2 кн. Кн. 2: Физико-химические методы анализа: для студ. вузов, обучающихся по химико-технол. спец. / М.: Дрофа, 2007. – С. 50-90.

**АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ НА СООО «ЗОВ-ЛЕНЕВРОМЕБЕЛЬ»**

СООО «ЗОВ-ЛЕНЕВРОМЕБЕЛЬ» в результате своей производственной деятельности оказывает влияние на окружающую среду. Это связано в основном с выделением в атмосферный воздух вредных веществ, образующихся при производстве мебели.

В цехах предприятия осуществляется раскрой плитных материалов, фрезерование, склеивание, облицовка. Выделяющиеся вредные вещества – древесная пыль и взвешенные вещества. Воздух удаляется аспирационной установкой и очищается в циклоне УЦ – 2000/4.

На слесарно-механическом участке производится заточка инструмента, наварка зубьев на пилы, фрезы, пайка. При этом выделяются неорганическая пыль с содержанием оксида кремния 70-20 %, меди оксид, цинка оксид, азота диоксид, углерода оксид. Воздух удаляется местной вентиляцией, от станков по заточке пил, аспирационной установкой и очищается в циклоне собственного изготовления по типу ЦН-11-800.

Наибольшую опасность представляют аварии и неполадки, связанные с работой циклонов. При работе предприятия образуется большое количество древесной пыли, содержащей формальдегид и другие взвешенные вещества. Большая часть этой пыли улавливается циклонами и фильтрами. Поэтому при нарушении работы очистных установок и неустранении своевременно неполадок большое количество древесной пыли попадет в атмосферный воздух, пыль может осесть в близлежащие жилые районы и привести к болезням органов дыхания.

Для недопущения возникновения аварийных ситуаций необходим постоянный контроль за технологическим процессом, проведение предупредительных и плановых ремонтов очистного оборудования, постоянный контроль за его состоянием, обучение работников технике безопасности и контроль ее выполнения

Нами выявлено, что на СООО «ЗОВ-ЛЕНЕВРОМЕБЕЛЬ», как и на многих деревообрабатывающих предприятиях республики, отсутствует организованная природоохранная служба. Функции по охране окружающей среды выполняют специалисты разных отделов

Более целесообразно создать на предприятии отдельную природоохранную службу, выполняющую следующие функции:

- формирование гигиенически и экологически обоснованных требований к выпускаемой продукции и контроль за их соблюдением;
- проведение экологической экспертизы продукции;
- контроль за соблюдением экологических требований, предъявляемых к технологическим процессам;
- организация контроля за количеством и качеством, составом твердых, жидких и газообразных технологических отходов, изучение их влияния на качество природной среды, а также на эффективность работы сооружений для очистки выбросов и сбросов;

**ЛИТЕРАТУРА**

1 Специфические санитарно-эпидемиологические требования к установлению санитарно-защитных зон объектов, являющихся объектами воздействия на здоровье человека и окружающую среду: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 11.12.2019 г., № 847. – Введ. 17.12.2019. // Нац. правовой интернет-портал Респ. Беларусь. – 2019. – 5/47508 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.pravo.by/document/?guid=3961&p0=C21900847>. – Дата доступа: 10.02.2021.

2 Пожарная безопасность зданий и сооружений: СН 2.02.05-2020. – Введ. 04.04.2021. – Минск: М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2021. – 70 с.

**РАДИАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ  
В ЗОНЕ БЕЛОРУССКОЙ АЭС**

Применение источников ионизирующих излучений во многих отраслях промышленности расширяется с каждым годом. Такая ситуация требует проведения постоянного, систематического радиационного контроля окружающей среды, включая оценку радиоактивного загрязнения пищевых продуктов.

С целью убедиться в безопасности проживания для городских и сельских жителей в зоне атомной электростанции, путем исследования продуктов и сырья употребляемых в пищу, было проведено исследование.

При проведении радиационно-гигиенического мониторинга в зоне наблюдения Белорусской АЭС осуществлен отбор и исследование 55 проб пищевых продуктов и сырья для их изготовления с целью установления удельной активности радионуклидов цезия-137, стронция-90: 18 проб молока коровьего сырого, 5 проб картофеля продовольственного, 6 проб сахарной свеклы, 4 пробы яблок, 1 проба мяса сырого (говядина), 2 пробы лесных ягод, 4 пробы грибов, 8 проб зерна продовольственного, 5 проб ржаной муки, 2 пробы рыбы пресноводной.

Удельная активность цезия-137 в исследованных пробах составляла:

В молоке коровьем сыром: от 0 до <5,7 Бк/л (N- 100,0 Бк/л);

В картофеле продовольственном: 0 Бк/кг (N-80,0 Бк/кг);

В сахарной свекле: от 0 до 0,41 Бк/кг (N-100,0 Бк/кг);

В яблоках: от 0 до 0,12 Бк/кг (N-40,0 Бк/кг);

В мясе: 0,67 Бк/кг (N-500,0 Бк/кг);

В лесных ягодах: от 0,08 до 0,29 Бк/кг (N-185,0);

В грибах: от 8,31 до 60,0 Бк/кг (N-370,0);

В зерне продовольственном: от 0 до 0,39 Бк/кг (N-60,0);

В ржаной муке: от 0,04 до 1,03 Бк/кг (N- 60,0 Бк/кг);

В рыбе пресноводной: от 0 до 0,38 Бк/кг (N- 370,0 Бк/кг).

Удельная активность стронций-90 в исследованных пробах составляла:

В молоке коровьем сыром: от 0 до <3,7 Бк/л (N- 3,7 Бк/л);

В картофеле продовольственном: 0 Бк/кг до 1,7 Бк/кг (N-3,7 Бк/кг);

В сахарной свекле: от 0 до 1,9 Бк/кг (N- отсутствует);

В яблоках: от 0 Бк/кг (N-отсутствует);

В мясе: 28,7 Бк/кг (N-отсутствует);

В лесных ягодах: от 0 до 0,8 Бк/кг (N- отсутствует);

В грибах: от 0,5 до 9,5 Бк/кг (N-отсутствует);

В зерне продовольственном: от 0 до 2,9 Бк/кг (N- отсутствует);

В ржаной муке: от 0 до 8,6 Бк/кг (N- отсутствует);

В рыбе пресноводной: от 12,6 до 13,6 Бк/кг (N- отсутствует).

Проб с превышением норм содержания цезий-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и сырье не выявлено. Исходя из всего выше сказанного можно сделать вывод, что все продукты питания безопасны для употребления местных жителей. Но необходимо постоянно проводить контроль продуктов в связи с близким нахождением атомной электростанции.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Статистический ежегодник Островец-бюллетень [Текст]. – 2021.
2. Чубик М. П. Экология человека [Текст] –Томск, 2019. – 245с.
3. Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99): ГН 10-117-99.

### ИЗВЛЕЧЕНИЕ ПЕКТИНА ИЗ СВЕКЛОВИЧНОГО ЖОМА

Свекловичный жом – обессахаренная свекловичная стружка, которая образуется при производстве сахара из сахарной свеклы. Данный побочный продукт может быть использован как корм для сельскохозяйственных животных, как удобрения посевных угодий, а также как сырье для производства ценных видов продукции, например для получения пектина.

Пектиновые вещества – это группа высокомолекулярных полисахаридов, входящих в состав клеточных стенок и межклеточных образований растений совместно с целлюлозой, гемицеллюлозой, лигнином. Полимерную цепь пектина формируют остатки галактуроновой кислоты. В растительных тканях (овощах и фруктах) эти соединения в комплексе с целлюлозой образуют протопектин, который в свою очередь структурирует клеточные стенки, обеспечивает форму, засухоустойчивость и сохранность при длительном хранении [1]. Содержание пектиновых веществ в свекловичном жоме в зависимости от зоны возделывания колеблется от 20 до 45% на сухую массу [2].

Традиционная технология получения пектина из свекловичного жома предусматривает применение раствора соляной кислоты для экстракции пектина и довольно высоких температур, что обуславливает высокие требования по коррозионной стойкости основного технологического оборудования. Поэтому изучение влияния основных условий экстракции на выход пектиновых веществ из свекловичного жома и формирование на основе таких исследований технологии производства пектина из свекловичного жома является актуальным.

Объектом исследования являлся сырой измельченный свекловичный жом с ОАО «Городейский сахарный комбинат». Предмет исследования – эффективность извлечения пектиновых веществ из свекловичного жома при варьировании условий. В качестве экстрагентов использовали 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 моль/дм<sup>3</sup> растворы цитрата аммония и лимонной кислоты. В качестве фактора, повышающего эффективность экстракции, использовали ультразвуковую обработку при частоте 22 кГц и времени обработки 10 и 20 мин.

В результате проведенных исследований было установлено, что осаждение пектиновых веществ из экстракта неразбавленным этанолом в присутствии соляной кислоты приводит к увеличению выхода пектина от абсолютно сухих веществ сырья в 1,5-1,7 раза. Экстракция пектиновых веществ с использованием раствора лимонной кислоты эффективнее, чем с использованием цитрата аммония, однако полученные к настоящему моменту числовые значения сопоставлять некорректно из-за разных гидромодулей процесса. Достигнутая степень экстракции при гидромодуле 60 и использовании лимонной кислоты составила 25-27 %, при гидромодуле 30 и использовании цитрата аммония составила 3-4 %. Ультразвуковая обработка при использовании в качестве экстрагента воды позволяет извлечь 3-6% пектиновых веществ из свекловичного жома при гидромодуле 30.

В дальнейшем мы планируем установить совместное воздействие лимонной кислоты и ультразвука на эффективность экстракции пектина из свекловичного жома.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Голубев В.Н., Шелухина Н.П. Пектин: химия, технология, применение. – М., 1995. – 317 с.
2. Донченко, Л. В. Пектин: основные свойства, производство и применение/ Л.В. Донченко, Г. Г. Фирсов. – Москва: ДеЛи принт, 2007. – 276 с.



## **АКТИВНЫЙ ИЛ В БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД**

Очистные сооружения являются одной из наиболее важных систем жизнеобеспечения современного города. Стабильная и эффективная работа очистных сооружений всегда была и остается залогом санитарной и экологической безопасности.

Цель работы: оценить возможность восстановления с помощью интродуцированных микробных препаратов биоценоза активного ила при очистке сточных вод целлюлозно-бумажного комбината.

Биологическая очистка сточных вод:

- основана на способности микроорганизмов использовать органические вещества, находящиеся в сточных водах, в качестве источника питания, в результате чего происходит окисление загрязняющих веществ,

- осуществляется с помощью активного ила, представляющего собой единую систему из разнообразных микроорганизмов,

- это функционирующая система «активный ил – сточные воды».

Активный ил представляет собой биоценоз зоогенных скоплений (колоний) бактерий и простейших организмов необходимых для биологического очищения сточных вод.

Для исследования взяты образцы активного ила очистных сооружений токсичных стоков целлюлозно-бумажного комбината цеха беленой бумаги.

Для интенсификации развития активного ила в сточные воды внесен микробный препарат ЦБО-интенс.

Гидробиологический анализ активного ила, проведенный через месяц после внесения биопрепарата, показал значительное улучшение биоценоза и отсутствие вспухания активного ила. Существенно снизилась концентрация нитчатых микроорганизмов. Улучшились седиментационные свойства ила. Ил характеризуется как удовлетворительно работающий. Ил практически восстановился после нитчатого вспухания. Наблюдение за восстановлением видового разнообразия активного ила продолжили.

Микроскопическое исследование активного ила биологических очистных сооружений через два месяца после внесения микробного препарата показало преобладание 5-7 видов. Активный ил после 2 месяцев действия биологического препарата ЦБО-интенс характеризуется хорошим видовым разнообразием с высокой степенью окисления органических веществ.

Таким образом, показана возможность восстановления биоценоза активного ила с помощью интродуцированного микробного препарата при очистке сточных вод целлюлозно-бумажного предприятия. Препарат позволяет увеличить окислительную мощность активного ила и препятствует его нитчатому вспуханию.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Избыточный активный ил на биологических очистных сооружениях. Электронный ресурс – Режим доступа: <https://acs-nnov.ru/izbytochnyj-aktivnyj-il-na-biologicheskikh-ochistnyh-sooruzheniyah.html>. – Дата доступа: 23.10.2022.

2. Луканин, А.В. Процессы и аппараты биотехнологической очистки сточных вод / А.В. Луканин. - М.: ИНФРА-М. - 2016. - 242 с.

3. Разумов, А.С. Методы микробиологических исследований воды. - М., 1947. - 60 с.

4. Состав, зональность и регенерация активного ила. Электронный ресурс - Режим доступа: <https://vodakanazer.ru/kanalizaciya/septik/aktivnyy-il.html>. – Дата доступа: 03.10.2022.

## ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В СОЛИГОРСКОМ ГОРНОПРОМЫШЛЕННОМ РАЙОНЕ

Боле 90 процентов в общем объеме производства Солигорского района занимает продукция ОАО «Беларуськалий». При переработке сильвинитовых руд на предприятии около 75 % их объема переходит в отходы. Именно здесь сконцентрировано 98 процентов всех накопившихся отходов в республике – 770 миллионов тонн галитошламовых отходов калийного производства. Накопилось более 65 млн тонн жидких шламов. Под солеотвалами и шламохранилищами занято около 1,4 тыс. га земель. Данные земли выведены из сельскохозяйственного оборота и в плане плодородия утрачены безвозвратно. На земной поверхности образовались терриконы высотой до 120-140 метров. Под галитовыми отходами наблюдается засоление почв, поверхностных и подземных вод. Глубина засоления подземных вод превышает 120 м. Площади засоления постоянно увеличиваются. Границы засоления с минерализацией около 1 г/дм<sup>3</sup> прослеживаются на удалении 0,5-1,0 км. Скорость продвижения засоления оценивается от нескольких метров до десятков метров в год и увеличивается на порядок в зонах влияния водозаборных установок подземных вод. Раздувание отходов ветром приводит к загрязнению воздуха [1].

Над выработками калийных руд образовались просадки земной поверхности. Они вызвали заболачивание сельскохозяйственных земель, образование в стенах зданий трещин, возникновение техногенных землетрясений.

Установлено, что влияние негативных факторов экологии обуславливает рост заболеваемости, сокращает продолжительность жизни. Статистические данные последних лет указывают на увеличение заболеваемости населения на территории в радиусе 20 км вокруг рудников по сравнению со средними показателями региона. Поэтому к дальнейшему освоению месторождения необходимо подходить комплексно с учетом решения всех экологических проблем при эксплуатации горно-обогатительного комбината.

Пути улучшения экологической ситуации в Солигорском районе следующие:

1. Для снижения объема отходов и сокращения площади солеотвалов необходима разработка перспективных технологий по очистке, обезвреживанию или переработке и утилизации отходов.
2. Применение новейших технологий предполагает добычу руды с извлечением только сильвинита, оставляя галлит в выработке.
3. Возможно использование галитовых отходов в качестве технической соли на посыпку дорог, на нужды теплоэнергетики.
4. Использование шламовых отходов, содержащих хлористый калий и микроэлементы, в качестве новых форм удобрений.
5. Совершенствование технологии горных работ. Селективная выемка калийных солей с оставлением промежуточного слоя каменной соли и комбинированная система отработки обеспечит уменьшение объемов пустой породы.
6. Использование отработанных горных выработок для хозяйственных целей. Возможно использование шахт для выращивания сельскохозяйственных культур, а также как хранилище сельскохозяйственной продукции. Горные выработки могут быть использованы для захоронения высокотоксичных отходов.
7. Биологическая рекультивация нарушенных земель. Одним из методов решения геоэкологических проблем является создание растительного покрова на месте отработанных шламохранилищ и прилегающих земель.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Проблемы Солигорского горнопромышленного района [Электронный ресурс] <https://ppt-online.org/531280>. – Дата доступа 12.11.2023.

**ПРОИЗВОДИТЕЛИ ПЕЛЛЕТ ИЩУТ РЫНКИ СБЫТА**

Несколько лет назад деревообработчики вложились в создание заводов по выпуску топливных гранул, так называемых пеллет. Производство пеллет сопровождает первичную переработку дерева на предприятиях лесного комплекса. Опилки, щепа, стружка, кора, ветви, листья измельчают, сушат и прессуют в гранулы.

Объемы производства пеллет в Беларуси в январе-октябре 2021 г. составили 408,2 тыс. тонн. В прошлом году в связи с вводом санкций со стороны ЕС и вынужденного поиска новых рынков сбыта продукция лесхозы Республики Беларусь вынуждены были ограничить производство пеллет на 28,6% (было произведено всего 291,6 тыс. тонн), а нереализованные проекты по строительству новых заводов поставили на паузу.

Сейчас в стране два миллиона кубометров низкосортной древесины. Это примерно как 40 тысяч железнодорожных вагонов. Но зачем ее продавать за бесценок, если можно создать продукт – топливные гранулы с высокой добавленной стоимостью?

Производители древесного топлива стоят сегодня на распутье, и выбор им необходимо сделать столь же непростой: пытаться продавать свою продукцию на Запад в обход санкций, осваивать восточное направление или способствовать развитию внутреннего рынка.

Сложность в том, что однозначного ответа на этот вопрос нет, каждый путь имеет свои достоинства и одновременно связан с определенными рисками.

Если до принятия очередного пакета санкций все было понятно и прозрачно, все были счастливы и продавали свою продукцию в первую очередь, конечно, в Европу, то сейчас самое время определиться, что делать дальше.

На наш взгляд, наиболее вероятным выходом из создавшегося положения является производство пеллет для внутреннего рынка. Но для этого нужна соответствующая потребительская культура и отчетливая ориентация страны на «зеленую» экономику.

Рассматривается вопрос перевода котельных ЖКХ небольшой мощности, работающих на дровах, на пеллеты. По некоторым оценкам, это позволит нарастить потребление до 95 тысяч тонн в год. Проявили желание использовать пеллеты для отопления сельхозорганизации, в качестве проверки эффективности их применения покупает население.

Хороший пример использования собственно произведенных пеллет показывает Столбцовский лесхоз. В прошлом году во время модернизации мастерских в лесхозе перешли при отоплении с дров на гранулы. Установили котел небольшой мощности 12 киловатт, что позволяет обогревать помещение площадью 150 кв. метров. Установили новый котел и в охоткомpleксе лесхоза. Планируется отапливать пеллетами и строящееся здание ПМУ «Окинчицы». В будущем предусматривается провести реконструкцию котельного участка – перевести на отопление пеллетами.

Оценили преимущество использования пеллет и рядовые граждане. Новоселы ставят пеллетные котлы, старую систему отопления с использованием дров переводят на пеллеты. Работники лесхоза стараются популяризовать новый вид топлива, разъяснять потенциальным потребителям выгоду и удобство. И результат налицо. С начала осени число частных покупателей и отгружаемые им объемы топливных гранул выросли в разы – за сентябрь, например, реализовано 700 тонн, 90 процентов из которых приобрели организации, граждане. Но это составляет всего 10 процентов от общего производства. Поэтому производители пеллет настойчиво ищут рынки сбыта.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Как перестраивает работу пеллетного производства Столбцовский лесхоз [Электронный ресурс] <https://www.sb.by/articles/topit-ekotoplivom> – Дата доступа 18.10.2023.

## ОСУШЕНИЕ БОЛОТНЫХ ТЕРРИТОРИЙ БЕЛАРУСИ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

Длительная и масштабная компания по осушению болот на территории болот на территории Республики Беларусь затронула 96 % естественных торфяников, которые в начале 20 века занимали 14,25 % всей площади страны. Осушение болот привело к потере 40 % водно-болотных угодий Беларуси. В результате добычи торфа, интенсивного сельскохозяйственного освоения осушенных земель появились большие площади нарушенных торфяников. Сегодня Республика Беларусь обладает 2,5 млн га (вместе с осушенными) торфяных болот, но только 4 % сохранились в естественном состоянии.

Наличие столь огромного массива нарушенных торфяников наносит ущерб биосфере и экономике [1]. Также осушенные болота часто горят. На их тушение затрачиваются огромные человеческие и экономические ресурсы. Осушенные торфяники и нарушенные болота превращаются из поглотителей углерода в его источник. Это приводит к потере накопленного в почве углерода и снижению плодородия почв. Ежегодно белорусские торфяники, осушенные для ведения лесного хозяйства, выделяют в атмосферу 5 – 15 тонн  $\text{CO}_2$ -экв/га/год. С осушением болот на территории Республики Беларусь произошли климатические изменения. Мягкие зимы стали более морозными, а без болотной влаги лето стало более засушливым [2].

Для восстановления экологического равновесия и биологического разнообразия региона производится повторное заболачивание местности. Ярким примером служит проект «Торфяники-2», в ходе которого выполнено повторное заболачивание неэффективно осушенных торфяников (3384 га.), экологическая реабилитация 4 верховых болот (11257 га.) и восстановление гидрологического режима заказника Ельня, что приведет к сокращению выбросов парниковых газов на 2220179 т  $\text{CO}_2$ -экв/20 лет [1]. Проект «Ветландс», стартовавший в 2018 г., позволит предотвратить выбросы в атмосферу в общей сложности 3199577 т  $\text{CO}_2$ -экв/20 лет. Это будет достигнуто благодаря восстановлению 12456 га деградированных и неэффективно осушенных лесных торфяников, предотвращению вырубки и снижению деградации лесов, экологической реабилитации выработанного торфяника Докудовское, управлению пастбищами на Туровском лугу и замещению ископаемых видов топлива возобновляемыми видами энергии из болотной растительной биомассы.

Учитывая вышесказанное, экологические последствия осушения болот на территории Республики Беларусь являются серьезной проблемой, которая влияет на биологическое разнообразие и экологическое равновесие региона. Однако ведутся работы по восстановлению болот, что позволяет надеяться на улучшение ситуации в будущем. Важно продолжать работу по сохранению природных ресурсов и обеспечению экологической устойчивости Республики, чтобы создать благоприятную среду для сосуществования человека и природы.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Беларусь предотвратит выбросы в атмосферу более 5 млн. тонн  $\text{CO}_2$  благодаря восстановлению болот [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.minpriroda.gov.by/ru/news-ru/view/belarus-predotvratit-vybrosy-v-atmosferu-bolee-5-mln-tonn-co2-blagodarja-vosstanovleniju-bolot-2602/> – Дата доступа: 01.11.2023.

2. Как Беларусь использует повторное заболачивание нарушенных торфяников для сохранения уникального биоразнообразия своих болот [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.undp.org/ru/belarus/news/как-беларусь-использует-повторное-заболачивание-нарушенных-торфяников-для-сохранения-уникального-биоразнообразия-своих-болот> – Дата доступа: 29.10.2023.

**ПРОБЛЕМА ЗАГРЯЗНЕНИЯ МИРОВОГО ОКЕАНА ПЛАСТИКОВЫМИ ОТХОДАМИ**

Мировой океан является жизненно важным источником ресурсов, а также домом для множества видов животных и растений. Он играет важную роль в регуляции климата и является ключевым компонентом земной экосистемы. Однако, мировой океан и его экологическое состояние стало серьезной проблемой. В течение десятилетий человеческая деятельность негативно влияла на океан и его экосистему. Миллионы тонн пластика, нефтепродуктов и других токсичных веществ попадают в океан каждый год, нанося непоправимый ущерб морской жизни. Это загрязнение угрожает не только морским организмам, но и нам, людям, которые зависимы от морской пищевой цепи и здоровья океана.

Большое тихоокеанское мусорное пятно, или Восточный мусорный континент, – это крупнейшее скопление морского мусора, расположенное в северной части Тихого океана. В координатах это составляет: 135 - 155° западной долготы и 35-42° северной широты. По оценкам ученых, мусор покрывает около 1,6 млн кв. км, что в три раза превышает площадь Франции. В частности, большая часть грязи поступает с азиатского континента. Сейчас в Большом тихоокеанском мусорном пятне, расположенном между Калифорнией и Гавайскими островами, содержится около 1,8 триллиона кусочков пластика. Их общий вес – около 80 тысяч тонн.

Модель Большого тихоокеанского мусорного пятна показывает, как концентрация пластика постепенно уменьшается по направлению к внешним границам. В центре пятна – самая высокая плотность, достигающая 100 кг/кв. км, а в самой отдаленной области его плотность уменьшается до 10 кг/кв. км [1]. Период полураспада пластика только по приблизительным оценкам составляет от 400 до 700 лет, а полиэтиленовых пакетов — от 100 до 200 лет. Он практически не растворим в воде, вследствие чего мусор в океане дрейфует на поверхности воды, или непосредственно под ее толщей, опускаясь на глубину до 100 метров.

С морским мусором столкнулись по меньшей мере 690 видов морских обитателей, включая морских птиц, черепах, млекопитающих и кораллы. Это является серьезной проблемой, которая может привести к вымиранию некоторых видов и негативно сказывается на экосистеме океана, включая коралловые рифы, которые являются домом для многих видов. Кроме того, загрязнение мусором также может приводить к нарушению пищевой цепи.

Для предотвращения вымирания морских видов и защиты морской среды необходимо принимать меры по сокращению использования пластика и правильной утилизации отходов. Это может включать в себя переработку и повторное использование пластиковых материалов, разработку биоразлагаемых альтернатив или просто улучшение системы утилизации отходов. Кроме того, важно повысить осведомленность общественности о проблеме морского мусора и содействовать сохранению морской среды для будущих поколений.

На сайте компании The Ocean Cleanup, занимающейся данной проблемой, сообщается, что для очистки Большого тихоокеанского мусорного пятна требуется развернуть 10 полноразмерных систем очистки, чтобы к 2040 году удалить 90% пластика в океане. Для очищения Большого тихоокеанского мусорного пятна важно максимально быстро перейти от использования одноразового пластика к биоразлагаемым материалам [2].

**ЛИТЕРАТУРА**

1. РБК Тренды [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://trends.rbc.ru/trends/green/64ba6b839a7947790f6010bc> – Дата доступа: 30.10.2023.

2. Объектив [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.objectiv.tv/objectively/2023/04/18/bolshoe-musornoe-pyatno-v-tihom-okeane-dostiglo-ploshhadi-620-tys-kv-metrov/> – Дата доступа: 01.11.2023.

**АНАЛИЗ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ УГРОЗЫ ЗАПОРОЖСКОЙ АЭС**

Запорожская АЭС – крупнейшая атомная станция в Европе. Она производила одну четвертую часть всей электроэнергии Украины, мощность станции – около 6 тысяч мегаватт [1]. На данный момент она находится на территории боевых действий, что создаёт потенциальную угрозу не только для Украины, но и для близлежащих стран, в том числе Беларуси.

Венским Университетом природных ресурсов и прикладных наук в 2012 году были смоделированы катастрофы, которые теоретически могут произойти на всех 257 АЭС в Европе — в том числе и на Запорожской. Согласно данным, полученным при моделировании аварии на ЗАЭС, подхваченное ветром радиационное облако может пойти в любую сторону и затронет Европу, Беларусь, западную часть Российской Федерации, Турцию и т.д. Разница между Чернобыльским и Запорожским реакторами состоит в уровне безопасности. В отличие от ЧАЭС, Запорожская атомная станция защищена значительно более надёжно [2].

В отличие от АЭС Фукусимы, которая стоит на побережье Тихого океана, Запорожская АЭС расположена на берегу Каховского водохранилища реки Днепр. Во время аварии в Японии заметную часть радиоактивных вод просто смыло в океан. В случае с ЗАЭС ситуация выглядит намного более опасной — объёмы воды и возможности нивелировать последствия сброса радиоактивных веществ несравнимы. По данным МАГАТЭ, уровень воды в водохранилище у Запорожской ТЭС понизился с 17 до 11,27 метра. При этом он продолжает падать, из-за чего разница по сравнению со всеми остальными районами водохранилища может достигнуть двух метров. Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) заявило о том, что при текущей высоте водохранилища в районе Запорожской ТЭС (ЗТЭС) водяные насосы продолжают работать. При этом сейчас они не работают постоянно, так как и канал ЗТЭС, и большой пруд-охладитель возле АЭС заполнены и имеют достаточные запасы воды для охлаждения на несколько месяцев [3].

Ситуация с ядерной безопасностью на Запорожской АЭС крайне хрупкая. Потеря Каховского водохранилища стала катастрофой для региона в целом и усугубила серьезные трудности для этой крупной атомной электростанции. Сейчас, более чем когда-либо, все стороны должны полностью придерживаться основных принципов МАГАТЭ, призванных предотвратить ядерную аварию.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Сетевое издание Sputnik.by [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://sputnik.by/amp/20220815/rossiyskiy-akademik-otsenil-opasnost-zaporozhskoy-aes-dlya-belarusi-1065795508.html> — Дата доступа: 21.10.2023.
2. Сетевое издание Mucsum.fm [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://mucsum.fm/news/2022-08-31/esli-na-zaporozhskoy-aes-proizoydyot-avariya-kto-postradaet-i-grozit-li-opasnost-yugre-1237415> — Дата доступа: 21.10.2023.
3. РИА Новости [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://ria.ru/amp/20230612/zaes-1877582444.html> — Дата доступа: 21.10.2023.

**СРАВНЕНИЕ АВАРИЙ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС И АЭС «ФУКУСИМА»:  
ОБЗОР ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

Ядерные аварии представляют собой серьезную угрозу для окружающей среды и человечества в целом. Две известные аварии, Чернобыльская АЭС и АЭС "Фукусима", стали важными событиями в истории ядерной энергетики, оставив глубокий след в экологической картине обоих регионов.

Количество выброшенной радиоактивности: авария на Чернобыльской АЭС привела к значительно большему выбросу радиоактивных веществ в окружающую среду. Общий выброс составил 5300 ПБк (петабеккерелей), что на порядки превышает оценочные 520 ПБк выбросов в результате аварии на АЭС "Фукусима" [1]. Этот фактор свидетельствует о более масштабных и длительных последствиях для окружающей среды в случае Чернобыля.

Типы радионуклидов и распределение: обе аварии привели к выбросу летучих радионуклидов, таких как инертные газы, йод, цезий, и теллур. Однако, в Чернобыле количество тугоплавких элементов, включая актиноиды, было значительно выше, чем в случае «Фукусимы». Это создает угрозу для экосистем и долгосрочные проблемы радиоактивного загрязнения.

Распределение радионуклидов в воде: большая часть радионуклидов после аварии на АЭС "Фукусима" была выведена в море и отложена в Тихом океане. Этот факт имеет важное значение для экосистем морских биологических видов и может повлиять на человеческое здоровье через пищевые цепи. В Чернобыле такой масштабный выброс в водные источники не фиксировался.

Масштаб эвакуации и последующие меры безопасности: в случае АЭС "Фукусима" эвакуация и меры безопасности были осуществлены более оперативно и эффективно по сравнению с Чернобылем. Районы вокруг "Фукусимы" были меньше загрязнены, а прогнозируемые последствия для здоровья населения значительно ниже. Это подчеркивает важность быстрого реагирования на подобные чрезвычайные ситуации.

Здоровье человека: важным аспектом сравнения является отсутствие смертельных случаев из-за острого радиационного воздействия в случае АЭС "Фукусима". Это в противовес Чернобылю, где были зафиксированы случаи летального исхода от острой радиации. Это свидетельствует о значительном прогрессе в медицинской помощи и безопасности.

Последующие меры по обеспечению безопасности: компании по обеспечению безопасности пищевых продуктов и эвакуация после аварии на АЭС "Фукусима" работали быстро и эффективно. В отличие от Чернобыля, на Фукусиме не было смертельных случаев из-за острого радиационного воздействия. Это подчеркивает важность систематического улучшения планов безопасности и готовности к подобным кризисам.

Сравнительный анализ экологических последствий аварий на Чернобыльской АЭС и АЭС "Фукусима" подчеркивает необходимость постоянного совершенствования систем безопасности, эвакуации и медицинской помощи в случае ядерных аварий [2]. Извлеченные уроки из обеих катастроф могут служить основой для улучшения мер по предотвращению и смягчению последствий подобных событий в будущем.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. National Library of Medicine [Электронный ресурс] / Comparison of the Chernobyl and Fukushima nuclear accidents: a review of the environmental impacts – Режим доступа: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24189103/>
2. Wikipedia.org [Электронный ресурс] / Comparison of the Chernobyl and Fukushima nuclear accidents – Режим доступа: [https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison\\_of\\_the\\_Chernobyl\\_and\\_Fukushima\\_nuclear\\_accidents](https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_the_Chernobyl_and_Fukushima_nuclear_accidents).

**РАДИОАКТИВНОСТЬ ФОСФОГИПСА КАК ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА  
ГОМЕЛЬСКИХ СОЛЯНЫХ ГОР**

Фосфогипс — продукт химической реакции между фосфоритами и серной кислотой, широко используемый в различных отраслях, включая производство удобрений, гипсовых изделий и очистку воды. Однако фосфогипс может содержать радиоактивные элементы, такие как уран, торий и их дочерние изотопы — радий, радон, полоний и т.д., что вызывает важные вопросы безопасности. Происхождение радиоактивных элементов в фосфогипсе связано с процессом добычи и переработки фосфоритов. Уран и торий, присутствующие в некоторых фосфоритах, переходят в фосфогипс в процессе его производства. Эти радиоактивные элементы могут оставаться активными в фосфогипсе, что создает потенциальную опасность при его использовании в различных отраслях. По статистике, значительная часть фосфогипса, производимого в мировом масштабе, содержит следы урана и тория. Согласно статистическим данным [1], около 85% фосфогипса может иметь повышенные концентрации радиоактивных элементов.

Существует одно конкретное место, где проблема радиоактивности фосфогипса становится особенно важной — Гомельские соляные горы, расположенные на западной окраине этого областного центра, рядом со зданием химического завода, который занимается производством комплексных фосфорсодержащих удобрений. Образующиеся при этом отходы складываются на территории предприятия. За десятилетия работы образовались мощные отвалы, которые за характерный белый цвет называют гомельскими Альпами. Их масса на сегодняшний день превышает 20 млн. тонн. Дождевая вода, стекающая с этих искусственных гор, попадает в почву и часть ее проникает в водозаборные слои, из которых жители региона используют воду для питья и бытовых нужд. Вода, поступающая из этих источников, может содержать повышенные уровни радиоактивных элементов, что представляет серьезную угрозу для здоровья и окружающей среды.

Мониторинг радиоактивности в Гомельских горах является важной частью управления экологическими рисками. Экологические организации и правительственные агентства проводят регулярные измерения радиоактивности в воде и почве, чтобы отслеживать изменения в уровнях радиоактивных элементов [2].

Для снижения рисков радиоактивности при использовании фосфогипса в различных отраслях необходимо принимать дополнительные меры предосторожности. Например, ужесточение норм и стандартов для контроля радиоактивности в продуктах и отходах, а также поощрение разработки и применения экологически более безопасных методов производства и утилизации фосфогипса.

Проблема радиоактивности фосфогипса в Гомельских горах является серьезной экологической угрозой, требующей внимания и действий на различных уровнях — от мониторинга и контроля до внедрения более безопасных технологий и стандартов. Решение этой проблемы имеет важное значение для сохранения окружающей среды и здоровья населения в этом регионе.

**ЛИТЕРАТУРА**

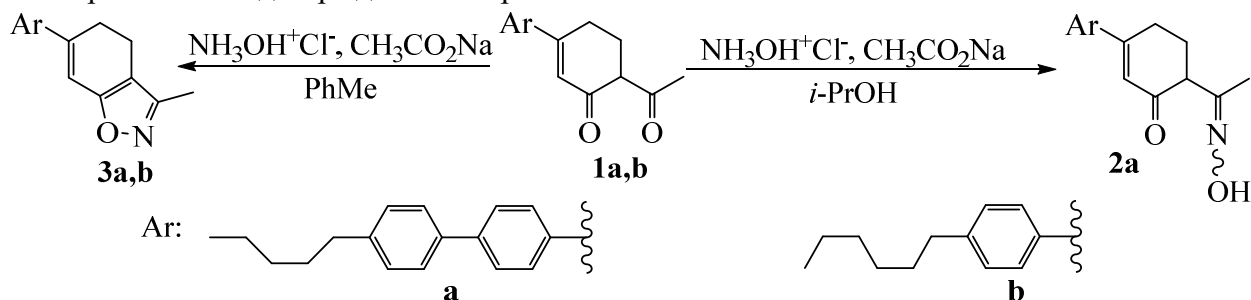
1. А.А. Ключников, Э.М. Пазухин, Ю.М. Шигера. Радиоактивные отходы АЭС и методы обращения с ними: электронная книга / авт.–сост. А.А. Ключников, Э.М. Пазухин, Ю.М. Шигера, А.А. Новикова – 2005. – 482 с.
2. Официальный портал министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://minpriroda.gov.by>— Дата доступа: 21.10.2023.



**ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ 3-АРИЛ-6-АЦЕТИЛЦИКЛОГЕКС-2-ЕНОНОВ  
С ГИДРОКСИЛАМИНОМ**

Существующие в виде равновесной смеси кетонного и енольного таутомеров 6-ацетилзамещенные циклогекс-2-еноны являются С-диэлектрофилами и следовательно могут вступать в реакции с бинуклеофильными соединениями. Это свойство β-дикарбонильных соединений широко используется для образования продуктов циклизации с выходом на конденсированные азотсодержащие гетероциклы. Целью данной работы является продолжение исследования синтетического потенциала синтезированных нами ранее 3-арил-6-ацетилциклогекс-2-енонов [1], которые вводились при различных условиях в реакции с гидроксиламином для получения новых соединений, проявляющих анизотропные и люминесцентные свойства, а также биологическую активность.

Реакция вещества **1a** проводилась путём кипячения с полуторакратными избытками тригидрата ацетата натрия и гидрохлорида гидроксиламина в растворе изопропилового спирта, промежуточный контроль за ходом реакции вёлся при помощи тонкослойной хроматографии. При этом с выходом 82,6 % наблюдалось образование смеси *син*- и *анти*-4-(1-(гидроксимино)этил)-4''-пентил-5,6-дигидро-[1,1':4',1''-терфинил]-3(4H)-онон (**2a**), структура которых была подтверждена спектрально.



Для получения конденсированных гетероциклических соединений к одному эквиваленту исходных циклогексенонов добавляли двухкратный избыток тригидрата ацетата натрия и 3,5-кратный избыток гидрохлорида гидроксиламина с кипячением в толуоле с насадкой Дина-Старка. При этом с выходом 95% и 92%, соответственно, были получены соединения 3-метил-6-(4'-пентил-[1,1'-бифенил]-4-ил)-4,5-дигидробензо[d]изоксазол (**3a**) и 3-метил-6-(4'-гексил-[1,1'-бифенил]-4-ил)-4,5-дигидробензо[d]изоксазол (**3b**), структура которых также подтверждена спектрально [2].

Региохимия присоединения бифункционального нуклеофила по ациклической карбонильной группе подтверждается сравнением соответствующих сигналов спектров <sup>1</sup>H ЯМР со спектральными данными соединений аналогичного класса, описанными в литературе [2].

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Кузьмина, М.М. Синтез 3-арил-6-ацетилциклогекс-2-енонов реакцией солей Манниха с ацетилацетоном / М.М. Кузьмина, Д.И. Макуценя // 73-я научно-техническая конференция учащихся, студентов и магистрантов: сборник научных работ, Минск, 18-23 апреля 2022 г. / Белорусский государственный технологический университет. – Минск: БГТУ, 2022. – С. 251-253.

2. Реакции 3,5-дизамещенных 6-ацетил-2-циклогексен-1-онон и 4,6-дизамещенных этил 2-оксо-3-циклогексен-1-карбоксилатов с аминами / Е. Р. Шпербер [и др.] // Монография. – Краснодар, 2006. – 160 с.

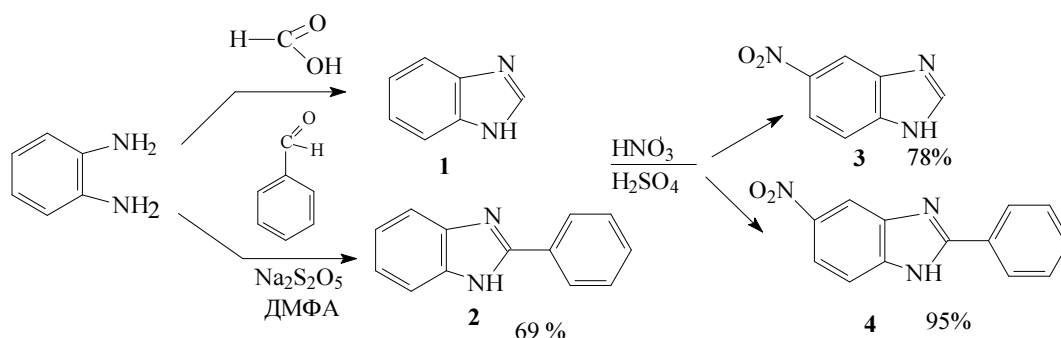
**СИНТЕЗ 5-НИТРО-2-ФЕНИЛБЕНЗИМИДАЗОЛА**

Производные бензимидазола находят широкое применение в фармацевтической области [1], в сельском хозяйстве, в промышленной сфере. Так, 2-фенилбензимидазол применяют в качестве ускорителя высокотемпературного отверждения порошковых красок, его небольшие добавки в полиамиды, повышают их термическую стабильность, а аэрозольные генераторы ингибитора 2-фенилбензимидазола применяют для защиты от коррозии изделий больших габаритов и сложной конфигурации.

Цель данной работы осуществить синтез 2-фенилбензимидазола и изучить реакцию нитрования незамещенного бензимидазола и 2-фенилбензимидазола.

Бензимидазол (**1**) получали реакцией *o*-фенилендиамин с муравьиной кислотой при нагревании на водяной бане в течение 30 мин и последующей нейтрализацией реакционной смеси раствором щелочи.

Синтез 2-фенилбензимидазола осуществляли реакцией *o*-фенилендиамин и бензальдегида при нагревании в течение 8 часов в диметилформамиде в присутствии катализатора окислительного циклодегидрирования метабисульфита натрия.



Наличие фенильного заместителя в соединении **2** предполагает возможное электрофильное замещение как по конденсированному, так и по изолированному бензольному циклу. Реакцию нитрования соединений **1** и **2** проводили в одинаковых условиях, а именно действием концентрированных азотной и серной кислот при комнатной температуре в течение 30 мин. Контроль протекания осуществляли методом ТСХ. Сравнительный анализ данных на тонкослойной хроматограмме показал, что нитрование соединений **1** и **2** идет с образованием одного продукта в каждой из реакций, которые по значению температур плавления соответствуют 5-нитробензимидазолу (**3**) ( $T_{пл} = 201-203^{\circ}\text{C}$ ) и 2-фенил-5-нитробензимидазолу (**4**) ( $T_{пл} = 275-277^{\circ}\text{C}$ ). Таким образом, реакции электрофильного замещения идут по бензимидазольному циклу, не затрагивая фенильный заместитель в соединении **2**.

Введение нитрогруппы в соединение **2** расширяет спектр биологической активности замещенных бензимидазола, а именно такого рода соединения проявляют фунгицидную активность.

Дальнейшие исследования по данной тематике будут направлены на модификацию соединения **4** путем восстановления нитрогруппы с образованием ароматических аминов.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Xiang P, Zhou T, Wang L, Sun CY, Hu J, Zhao YL, et al. Novel benzothiazole, benzimidazole and benzoxazole derivatives as potential antitumor agents: Synthesis and preliminary in vitro biological evaluation // *Molecules*. 2012. Vol. 17.P. 873-883.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД МОЛОЧНОГО  
ПРОИЗВОДСТВА МЕТОДОМ КОАГУЛЯЦИИ**

На предприятиях молочной промышленности образуются сточные воды, представляющие собой сложную систему, в которой загрязнителями являются преимущественно жир, взвешенные вещества, органические соединения. Сточные воды на таких производствах образуются в основном в результате мойки оборудования, уборки производственных цехов и помещений. В них попадают отходы производства, остатки (потери) молочных продуктов и молока, реагенты, используемые в процессе мойки оборудования, различные примеси. Во многих случаях такие сточные воды на предприятиях не очищаются и сбрасываются в городскую канализационную сеть, что приводит к повышенной нагрузке на неё. В некоторых случаях сброс сточных вод осуществляется непосредственно в поверхностные водные объекты. Для очистки сточных вод молочной промышленности до установленных нормативов используются физико-химические и биологические методы.

В работе исследовалась возможность применения коагуляции для очистки сточных вод молочной промышленности. Для этого была приготовлена модельная сточная вода с использованием детского кефира «Депи» (26 мл кефира на 1 л воды). В качестве коагулянтов были выбраны наиболее распространённые гидролизующиеся соли – хлорид железа  $FeCl_3$  и сульфат алюминия  $Al_2(SO_4)_3$ . Для определения оптимальной дозы коагулянта проводилось пробное коагулирование. Для этого модельная сточная вода наливалась в стеклянные цилиндры ёмкостью 50 мл (по 40 мл). В каждый цилиндр с помощью пипетки добавлялись различные количества растворов коагулянтов. После интенсивного перемешивания производилось отстаивание очищаемой воды. В процессе отстаивания осуществлялось визуальное наблюдение за процессом образования агрегатов и их осаждением, а также измерялась высота слоя образующегося осадка. Исследования проводились при разных значениях рН, которые корректировались с помощью 1Н раствора NaOH.

В результате пробного коагулирования было установлено, что при рН = 7 и более при добавлении исследуемых коагулянтов очистка сточной воды не наблюдается. При меньших значениях рН происходило хлопьеобразование – при использовании раствора  $Al_2(SO_4)_3$  оно начиналось через 30 с после добавления коагулянта, при использовании раствора  $FeCl_3$  – через 1 мин. Кроме этого, в случае применения хлорида железа наблюдалось вторичное загрязнение очищаемой воды ионами железа (она приобретала бледно-жёлтую окраску). Поэтому дальнейшие исследования проводились с сульфатом алюминия. В результате проведённых экспериментов были выбраны оптимальные значения дозы коагулянта и рН: 60 мг  $Al_2(SO_4)_3$  на 1 л сточной воды, рН = 4,5. При выбранных условиях была исследована кинетика осаждения образующихся агрегатов. Для этого использовалась колонна, которая имеет штуцеры, позволяющие отбирать пробы на разной высоте. Через определенные промежутки времени отбирались пробы очищаемой воды на высоте 60 см, в которых измерялась оптическая плотность. По полученным данным определялась эффективность очистки воды (таблица).

Таблица – Результаты кинетики осаждения

Эффективность очистки, %	32	75	84	85	87,3	87,7	88
Время отстаивания, мин	14	17	19	30	40	50	60

Проведённые исследования показывают, что при коагуляции модельной сточной воды выделяются тонко диспергированные взвешенные вещества, а также эмульгированные коллоидные примеси и достигается эффективность очистки по ним 88%. Таким образом, коагуляция может использоваться как первая ступень очистки сточных вод молочных предприятий, однако в каждом конкретном случае требуется индивидуальный подбор рН, вида и дозы коагулянта.

**ПОЛУЧЕНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ РЖАВЧИНЫ НА ОСНОВЕ ФОСФОР-  
НОЙ КИСЛОТЫ И ОКСИДОВ ЦИНКА И МАРГАНЦА  
ИЗ ОТРАБОТАННОЙ ЩЕЛОЧНОЙ «АЛКАЛАЙН» БАТАРЕЙКИ**

За деньги на переработку принимаются такие бытовые отходы как: бумага, полимерные отходы, стеклотара, отходы бытовой техники, машинное масло, шины, черные и цветные металлы. И только отработанные батарейки принимаются безвозмездно. В России за год потребляется примерно миллиард штук батареек, это около 20 000 т, а перерабатывается только около 340 т. В Республику Беларусь, по оценкам экспертов, ежегодно завозится около 500 т. элементов питания, а перерабатывается около 115 т [1]. Таким образом, большая часть отработанных батареек выбрасывается в мусорное ведро, а далее попадает на свалку бытовых отходов.

В практической части исследования мы получили фосфатирующий состав аналогичный составу «Цинкарь» содержащий фосфорную кислоту массовой долей – 30%, дистиллированную воду массовой долей – 35 %, ортофосфат цинка массовой долей – 15%, ортофосфат марганца массовой долей – 15%, вещество способствующее процессу комплексообразователь, красную кровяную соль массовой долей – 5%. Полученному составу мы присвоили название – «Наш Цинкарь». Для получения 1л раствора «Наш Цинкарь» мы израсходовали: фосфорную кислоту массой 372 гр., дистиллированную воду массой 434 гр., 0.558 гр. катодной массы батарейки содержащей в основном оксид цинка и 0.558 гр. анодной массы батарейки содержащей в основном оксид марганца, комплексообразователь ЭДТА-Na<sub>2</sub> массой 0.06 гр.

С целью сравнения составов мы провели следующие анализы:

- измерили кислотную плотность растворов ареометром и провели количественный анализ на концентрацию в них фосфорной кислоты.
- провели титриметрический количественный анализ растворов на содержание общей и свободной кислоты.
- применили растворы и провели испытание стойкости фосфатных покрытий капельным методом, применив раствор Г. Акимова и А. Ульянова.

Результаты проведенных анализов размещены в таблице.

Таблица – Показатели фосфатирующих составов

Фосфатирующий состав	Кислотная плотность при 20 <sup>0</sup> С г/мл	Содержание Н <sub>3</sub> Р <sub>0</sub> <sub>4</sub> %	Свободная кислотность (К <sub>с</sub> ) «точки»	Общая кислотность (К <sub>о</sub> ) «точки»	Стойкость покрытия минуты
«Цинкарь»	1,240	38.16	6	62	4.5
«НашЦинкарь»	1,250	39.47	8	65	5

Одна «точка» равняется 0,2 мл NaOH, 0,1М, пошедшего на титрование раствора.

Сравнительный анализ полученных в исследовании данных позволяет утверждать о качественном равенстве фосфатирующих составов. Таким образом, фосфаты цинка и марганца закупаемые для производства преобразователей ржавчины за границей, можно заменить на цинко-марганцевый концентрат, получаемый в результате механической переработки батареек. Полученная расчетная стоимость массы цинко – марганцевого концентрата 4руб.20коп в 1 литре раствора достойна внимания экономистов.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Трубилина Марина, «Огонь, батарейка!», Российская Газета, 19 ноября 2019 г. № 260 (8018).

**ОЧИСТКА ОТРАБОТАННЫХ МАСЕЛ ФИЛЬТРУЮЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ**

Ежегодно в мире образуется около 15 млн. тонн отработанных масел, которые полностью или частично утратили свои эксплуатационные свойства, за счет образования в процессе использования механических примесей и продуктов окисления. Удаление таких примесей из масла позволит использовать их как сырьевую базу для создания различных нефтепродуктов (например, в качестве компонента товарного масла, пластификатора к резинотехническим изделиям, пластифицирующих добавок при производстве битума и асфальтобетонных покрытий и т.д.) [1].

Одним из простых и доступных способов очистки отработанных масел является фильтрование. В качестве фильтрующих элементов используют различные материалы: металлические и керамические мембраны, различные волокна (асбест, стекло, каолин, базальт, графит), полипропилен, полиэтилен, силикагель, войлок, уголь, капрон, пенополиуретан, глина и т.д. [2].

В данной работе в качестве фильтрующего материала использовали полипропиленовый фильтр. В качестве объекта исследования изучали отработанное моторное масло Navoline Ultra S SAE 5W-40 (таблица). Для оценки степени очистки отработанного масла определяли такие показатели как кинематическая вязкость при 40 и 70°C, плотность при 20°C.

Таблица – Показатели масла Navoline Ultra S SAE 5W-40 до и после очистки

Показатели	Navoline Ultra S SAE 5W-40		
	чистое	отработанное	
		до очистки	после очистки
Выход очищенного масла, %	–	–	94,33
Выход осадка, %	–	–	5,67
Кинематическая вязкость при 40°C, мм <sup>2</sup> /с	89,46	81,36	82,11
Кинематическая вязкость при 70°C, мм <sup>2</sup> /с	30,67	28,77	29,20
Плотность при 20°C, кг/м <sup>3</sup>	879	855	856

Применение полипропиленового фильтра позволило очистить отработанное масло от механических примесей, о чем свидетельствует образование осадка на слое фильтрующего элемента. Наблюдается увеличение вязкости до 82,11 мм<sup>2</sup>/с и, соответственно, увеличивается плотность. Таким образом, установлено, что для продления срока службы моторного масла и предварительной очистки загрязненных отработанных масел может применяться процесс фильтрования.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Озеренко А.А., Куликов А.Б., Фросин С.Б., Дунаев С.В., Лесин А.В. Переработка отработанного моторного масла // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2023. – №1. – С. 21–27.

2. Керученко Л.С., Мальцева Е.И., Карнюшев Н.А. О повышении очистки отработанных моторных масел в условиях сельскохозяйственных предприятиях // Вестник Омского ГАУ. – 2021. – № 2 (42). – С. 106–112.

**СПОСОБЫ ОЧИСТКИ ОТРАБОТАННОГО МОТОРНОГО МАСЛА  
И ИХ СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ**

Переработка отработанных смазочных материалов является одной из актуальных задач ресурсосбережения и защиты окружающей среды. Отработанные масла – это не только опасные отходы, наносящие серьезный ущерб окружающей среде, но и ценный ресурс для получения вторичной продукции. Предложено достаточно много эффективных способов очистки отработанных масел, среди которых наибольший интерес представляют методы, направленные на очистку отработанных масел от смолисто-асфальтеновых соединений [1].

Выбор технологии очистки зависит от загрязненности моторного масла, но предварительно отработанное масло необходимо удалить из него воду, механические примеси и продукты сгорания. К перспективным методам очистки отработанных масел относятся коагуляция, экстракция, кислотная очистка, фильтрование и комбинирование этих методов [2].

В работе был выполнен сравнительный анализ эффективности различных методов очистки отработанных масел: коагуляция и комбинированный метод, включающий стадии окисления, экстракции и коагуляции (рисунок 1).

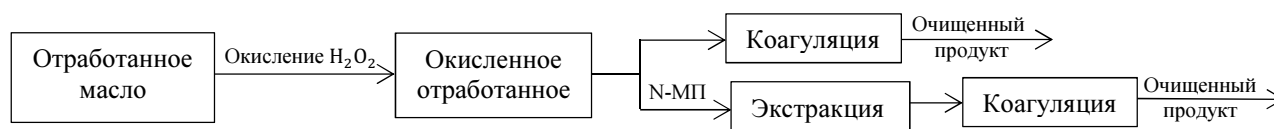


Рисунок 1 – Схема эксперимента

Для оценки эффективности очистки отработанного масла в рассматриваемых технологиях определяли изменение плотности, кинематической вязкости при 40 и 70°C, показателя преломления при 20°C масла до и после очистки и использовали метод пятна, заключающийся в нанесении капли масла на фильтровальную бумагу, выдерживании в течении часа в сушильном шкафу и последующей визуальной оценкой (рисунок 2).



1 – зона тяжёлых нерастворимых механических примесей; 2 – зона малорастворимых органических примесей; 3 – зона топлив

а – отработанное масло до очистки; б – масло после очистки по комбинированному методу

Рисунок 2 – Оценка эффективности очистки масел

Полученные данные свидетельствуют об эффективности использования для очистки отработанных масел комбинированного метода, включающего стадии экстракции и коагуляции. В результате наблюдается снижение содержания механических примесей и смолисто-асфальтеновых веществ, улучшение качественных показателей очищенного масла.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Бусин И. В. Очистка работающего моторного масла от продуктов старения: дис. на соискание канд. техн. наук: 05.20.03 / И. В. Бусин. – Мичуринск, 2014. – 160 л.
2. Алёхин А. В. Анализ способов очистки отработанных моторных масел / А. В. Алёхин, Р. И. Абашкин // Мичур. гос. аграр. ун-т. – Мичуринск, 2022. – С. 2–4.

**ВЛИЯНИЕ АРОМАТИЧЕСКОГО КАНЦЕРОГЕННОГО ОТХОДА  
НА ПРОЦЕСС ОКИСЛЕНИЯ НЕФТЯНОГО ГУДРОНА**

Экологические проблемы химической промышленности привлекают пристальное внимание мировой общественности, поскольку загрязнение окружающей среды химическими веществами связано с отрицательным воздействием на человека. Особое внимание уделяется наличию в продукции шинной и резинотехнической промышленности полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), которые, накапливаясь, могут оказывать ярко выраженное канцерогенное, мутагенное и токсическое действие на организм человека [1]. При производстве автомобильных шин в состав резиновой смеси добавляют 10÷20% масла-мягчителя, содержащего ПАУ, которые при истирании автомобильных шин, попадают в окружающую среду.

Мягчители представляют собой концентрат канцерогенных ароматических углеводородов (отход производства), полученный путём селективной очистки масляных фракций нефти. В связи с этим представляет интерес найти способ применения данного канцерогенного отхода. Одним из перспективных направлений использования такого отхода является его использование в качестве добавки к гудрону при окислительном способе производства битума.

Для окисления использовали нефтяной гудрон, полученный на ОАО «Нафтан», со следующими исходными показателями: температура размягчения по методу кольца и шара 36°C; пенетрация, определённая при 25°C, 184×0,1 мм. Окисление гудрона проводили при 220°C с отбором проб для установления изменения основных эксплуатационных свойств битума.

В качестве добавки к гудрону использовали канцерогенный отход – экстракт селективной очистки пластификатора ПН-6 растворителем N-метилпирролидоном в соотношении растворитель к сырью, равному 2:1 по массе, при перемешивании и 50°C. После чего проводили окисление смеси гудрона с данным экстрактом так же, как и для гудрона.

На рисунке представлены графические зависимости температуры размягчения образцов окисленных гудрона и его смеси с экстрактом от времени их окисления. Пенетрация после 6 часов окисления: гудрона – 71×0,1 мм, смеси гудрона с экстрактом – 148×0,1 мм.

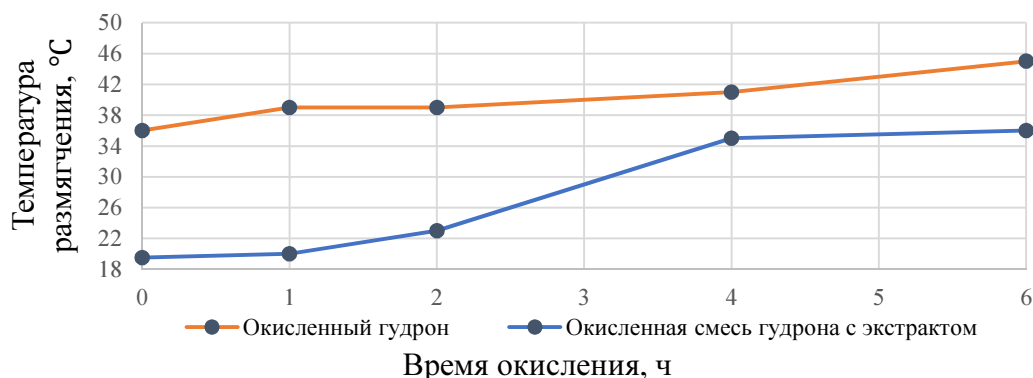


Рисунок – Графические зависимости температуры размягчения окисленных образцов от продолжительности окисления

Введение в гудрон в качестве добавки экстракта (канцерогенного отхода) приводит к снижению температуры размягчения и повышению пенетрации получаемых окисленных битумов.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Охотина Н.А. Проблемы загрязнения продукции резиновой промышленности полициклическими ароматическими углеводородами. Часть 1 / Н. А. Охотина [и др.] // Весн. Казан. технол. ун-та. – 2013. – № 3. – С. 129–131.

**ВОЗМОЖНОСТЬ МОДИФИКАЦИИ БИТУМНЫХ ВЯЖУЩИХ  
ЛИГНОСОДЕРЖАЩИМИ ДОБАВКАМИ**

Неудовлетворительное качество нефтяных дорожных битумов является определяющим фактором преждевременного разрушения дорожных, мостовых и аэродромных асфальтобетонных покрытий. Одним из способов решения данной проблемы является модификация нефтяных битумов различными добавками.

В работе в качестве добавки для модификации нефтяных битумов предложено использовать лигнин, который является побочным продуктом при производстве целлюлозы (сульфатный лигнин) и гидролизе растительных материалов (гидролизный лигнин). В Беларуси скопилось по различным данным от  $3 \cdot 10^6$  до  $5 \cdot 10^6$  т гидролизного лигнина. Сегодня основным способом его промышленного использования является сжигание, что экономически неоправданно, поскольку из влажного лигнина, находящегося в отвалах, необходимо предварительно удалить воду. Наличие в молекулах лигнина сильно полярных групп (гидроксильных, карбонильных, карбоксильных) обуславливает способность макромолекул к реакциям конденсации с образованием новых углерод-углеродных связей. Применение лигнина в качестве модификатора битумов способствует изменению его структурно-группового состава и как следствие, влияет на эксплуатационные свойства вяжущего. Анализ литературных данных показал, что в качестве эффективной добавки к нефтяным битумам также может выступать отход производства – низкомолекулярный полиэтилен.

Целью работы являлось исследование влияния добавок низкомолекулярного полиэтилена (НМПЭ) в смеси с гидролизным лигнином (ЛГ) на эксплуатационные свойства битумов. Приготовление модифицированного битума осуществляли следующим образом: в разогретый до температуры  $160 \pm 2^\circ\text{C}$  нефтяной битум марки БНД 40/60 при перемешивании (лопастная мешалка, скорость вращения – 300 об/мин) вводили 5,0% мас. гомогенизированной смеси низкомолекулярного полиэтилена и лигнина в соотношении 1:1, 1:2, 1:3 и 2:1. Продолжительность перемешивания составляла 40–45 минут. Для полученных модифицированных битумов определили следующие показатели: температура размягчения, пенетрация при  $25^\circ\text{C}$ , эластичность, индекс пенетрации (таблица).

Таблица – Влияние соотношения компонентов в модификаторе на эксплуатационные свойства битумов

Соотношение компонентов в модификаторе (НМПЭ : ЛГ)	Свойства модифицированного битума			
	Температура размягчения, $^\circ\text{C}$	Пенетрация при $25^\circ\text{C}$ , 0,1 мм	Индекс пенетрации	Эластичность, %
1:1	50,8	58,4	-0,6	20,52
1:2	50,2	60,0	-0,7	24,53
2:1	51,9	48,6	-0,8	–

Установлено, что с увеличением доли низкомолекулярного полиэтилена в составе модификатора для нефтяных битумов возрастает температура размягчения, снижается пенетрация модифицированных битумов. Таким образом, подбором соотношения компонентов в модификаторе можно регулировать эксплуатационные характеристики модифицированных битумов и получать вяжущие с заданными свойствами.



**ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА**

Пластиковые отходы постепенно загрязняют и засоряют окружающий мир, утилизация таких отходов затруднена и в основном связана с их сжиганием. При сжигании они выделяют токсичные вещества, которые загрязняют окружающую среду и наносят вред здоровью людей и животных. В связи с этим, переработка полимерных отходов является важным и актуальным. Кроме того, в последнее время появилась проблема дефицита полимерного сырья. Потенциально благодаря переработке полимерных отходов из 1 кг пластикового мусора можно получить около 0,8 кг вторсырья. Наиболее востребованным отходом для переработки является полиэтилентерефталат (ПЭТ). Основным методом переработки отходов ПЭТ является механический, однако такой способ не позволяет получить вторичный полимер высокого качества. В тоже время, при химической переработке ПЭТ-отходов можно выделять исходный мономер для синтеза полимера с использованием таких методов, как пиролиз, сольволиз, метанолиз и гидролиз.

Целью данной работы являлось изучение особенностей гидролиза отходов ПЭТ с получением вторичного сырья.

В качестве объектов исследования были изучены отходы ПЭТ, полученные измельчением бывших в употреблении ПЭТ-бутылок.

При переработке отходов ПЭТ в лабораторных условиях применялся щелочной гидролиз в течение 4 ч при температуре 100 °С [1], а так же кислотный гидролиз в течении 4 ч при температуре 70°С [2].

Материальный баланс щелочного гидролиза представлен в таблице.

Таблица – Материальный баланс щелочного гидролиза

Загружено			Получено		
Вещество	Масса, г	Процентное содержание, %	Вещество	Масса, г	Процентное содержание, %
ПЭТ	5	100	Терефталевая кислота	0,59	11,8
			ПЭТ (непрореагировавший)	3,42	68,4
			Неустановленные продукты	0,99	19,8
<b>Итого</b>	<b>5</b>	<b>100</b>	<b>Итого</b>	<b>5</b>	<b>100</b>

Анализ таблицы показывает, что выход целевого продукта – терефталевой кислоты составляет 11,8 мас.%, при этом процентное содержание непрореагировавшего ПЭТ – 68,4 мас.%, что свидетельствует о неполном протекании гидролиза. В связи с этим для увеличения выхода терефталевой кислоты и полноты гидролиза необходимо увеличить температуру и время гидролиза, а также проводить процесс с использованием катализатора.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Yoshioka, T. Kinetics of Hydrolysis of PET Powder in Nitric Acid by a Modified Shrinking-Core Model / Toshiaki Yoshioka, Nobuchika Okayama, and Akitsugu Okuwaki // *Industrial & Engineering Chemistry Research*. – 1998; – Vol. 37, No. 2. – pp. 336-340.

2. Максимова, У.В. Щелочной гидролиз как способ переработки вторичного полиэтилентерефталата / У.В. Максимова, Ю.С. Инкина; науч. рук. А.А. Троян // *Химия и химическая технология в XXI веке: материалы XX Международной научно-практической конференции имени профессора Л.П. Кулёва студентов и молодых ученых, 20–23 мая 2019 г., г. Томск.* – Томск: Изд-во ТПУ, 2019. – С. 601–602.

**АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭКСТРАКТОВ ТУИ**

Вторичные метаболиты хвойных растений и их компоненты представляют интерес для практического использования в производстве антиоксидантных средств мягкого терапевтического действия. Источником новых перспективных соединений, проявляющих высокую биологическую активность, могут выступать экстракты хвои туи.

Цель настоящего исследования – спектрофотометрическое определение содержания полифенольных соединений в экстрактах хвои 4-х культиваров *Thuja occidentalis*, различающихся формой и окраской хвои.

Объектами исследования являлись образцы экстрактов, выделенные из охвоенных концов ветвей длиной 15–20 см следующих культиваров *Thuja occidentalis*: ‘Golden Aurea’ (образец 1), ‘Brabant’ (образец 2), ‘Globosa Nana’ (образец 3), ‘Globosa Alba’ (образец 4). Растения ‘Golden Aurea’ и ‘Brabant’ имеют колоновидную форму кроны, золотистый и зеленый цвет хвои соответственно. Культивары с шаровидной формой кроны ‘Globosa Nana’ и ‘Globosa Alba’ также различаются по цвету хвои: у ‘Globosa Nana’ окраска хвои зеленая, а у ‘Globosa Alba’ кончики зеленых побегов окрашены в белый цвет.

Для количественного определения полифенольных соединений в качестве фотометрического реагента использовали 18-молибдендифосфатный гетерокомплекс структуры Доусона (18-МФК). Сумму полифенольных соединений определяли методом градуировочного графика в расчете на стандартное вещество – рутин. Для построения градуировочного графика использовали стандартные растворы рутина в интервале концентраций  $2,5 \cdot 10^{-6}$  –  $5,0 \cdot 10^{-5}$  моль/л.

Для получения спиртовых экстрактов навеску измельченного растительного сырья (~1 г) помещали в круглодонную колбу с обратным холодильником, добавляли 30 мл 70%-ного этанола и содержимое нагревали на кипящей водяной бане в течение 30 мин. Экстракцию проводили дважды. После отделения нерастворимого остатка фильтрованием полученный экстракт помещали в мерную колбу вместимостью 100,0 мл, охлаждали и доводили объем до метки 70%-ным этанолом. Перед проведением спектрофотометрических измерений полученный экстракт разбавляли в 10 раз. Для измерения оптической плотности экстрактов растений и стандартных растворов рутина аликвоту анализируемого раствора объемом 15,0 мл помещали в мерную колбу вместимостью 25,0 мл, вносили 0,8 мл раствора 18-МФК с концентрацией  $1 \cdot 10^{-3}$  моль/л, 5 мл фосфатного буферного раствора с pH 7,7 и доводили объем до метки дистиллированной водой. Оптическую плотность измеряли через 15 минут при 820 нм на спектрофотометре ПЭ-5400 УФ в стеклянной кювете с толщиной слоя 1 см относительно раствора сравнения, содержащего все компоненты, кроме анализируемого.

Таблица – Антиоксидантная активность экстрактов хвои туи

№ образца	Оптическая плотность	Содержание полифенольных соединений, мг/г
1	0,041	9,90
2	0,052	12,36
3	0,113	27,51
4	0,134	29,22

Полученные экспериментальные данные (табл.) показывают более высокую антиоксидантную активность экстрактов туи с шаровидной формой кроны по сравнению с экстрактами туи колоновидной формы.

**КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ СОСНЫ**

В настоящее время наблюдается интенсивный рост заболеваемости полирезистентными штаммами микроорганизмов, что повышает потребность в новых, эффективных и безопасных противомикробных препаратах. По литературным данным эфирные масла сосны обладают существенной антимикробной активностью.

Цель настоящего исследования – изучение компонентного состава эфирных масел двух видов сосны – сосны горной (*Pinus mugo*) и сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*), культивируемых в Республике Беларусь.

Объектами исследования являлись эфирные масла, выделенные из охвоенных концов побегов сосны длиной 10–12 см методом гидродистилляции.

Разделение компонентов эфирного масла выполняли на хроматографе «Хроматэк-Кристалл», оснащенный пламенно-ионизационным детектором и оборудованном капиллярной колонкой Cyclosil В длиной 30 м, внутренним диаметром 0,32 мм и неподвижной фазой  $\beta$ -циклодекстрин (0,25 мкм), в режиме программирования температуры в токе газа-носителя азота. Идентификацию компонентов эфирных масел проводили сравнением времен удерживания идентифицируемых пиков с временами удерживания стандартных образцов. Количественные определения проводили методом внутренней нормализации по площадям газохроматографических пиков без использования корректирующих коэффициентов.

По результатам хроматографического разделения в исследованных образцах эфирных масел идентифицировано более 20 соединений. Главными компонентами в изученных образцах являлись монотерпеновые углеводороды, суммарное содержание которых составляет более 50%. Монотерпеновые углеводороды представлены преимущественно  $\alpha$ - и  $\beta$ -пиненами,  $\Delta^3$ -кареном,  $\beta$ -фелландреном, камфеном, мирценом, сабиненом.

В эфирном масле сосны обыкновенной преобладающим соединением является  $\alpha$ -пинен, концентрация которого составляет 20–25%, в то время как в масле сосны горной она не превышает 17%.

Главным компонентом масла сосны горной является  $\Delta^3$ -карен с концентрацией 20–22%. В этом масле отмечено достаточно высокое содержание  $\beta$ -фелландрена (15–17%) и  $\beta$ -пинена (5–7%) по сравнению с эфирным маслом *Pinus sylvestris* (2–3%). Эфирное масло сосны горной обогащено борнилацетатом (5–7%) по сравнению с маслом сосны обыкновенной (1–2%). Концентрации идентифицированных спиртов в обоих образцах близки.

Исследованные образцы различаются по характеру распределения энантиомеров монотерпенов (табл.).

Таблица – Распределение энантиомеров терпеноидов в эфирных маслах *Pinus*

Соединение	Распределение энантиомеров (-/+), %	
	<i>Pinus mugo</i>	<i>Pinus sylvestris</i>
$\alpha$ -пинен	55:45	100:0
камфен	20:80	20:80
$\beta$ -пинен	80:20	75:25

На основании проведенных исследований установлены особенности компонентного состава и характер распределения энантиомеров основных компонентов эфирных масел *Pinus mugo* и *Pinus sylvestris*, культивируемых в Республике Беларусь.

**АНТИМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ СОСНЫ**

Эфирные масла хвойных растений и их компоненты представляют интерес для практического использования в качестве антимикробных средств против устойчивых к антибиотикам микроорганизмов.

Цель настоящего исследования – изучение антимикробных свойств эфирного масла двух видов сосны – сосны горной (*Pinus mugo*) и сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*), культивируемых в Республике Беларусь.

Объектами исследования являлись эфирные масла, выделенные из охвоенных концов побегов сосны длиной 10–12 см методом гидродистилляции. Разделение компонентов эфирного масла выполняли на хроматографе «Хроматэк-Кристалл», оснащенный пламенно-ионизационным детектором и оборудованном капиллярной колонкой Cyclosil В длиной 30 м, внутренним диаметром 0,32 мм и неподвижной фазой  $\beta$ -циклодекстрин (0,25 мкм), в режиме программирования температуры в токе газа-носителя азота. Идентификацию компонентов эфирных масел проводили сравнением времен удерживания идентифицируемых пиков с временами удерживания стандартных образцов. Количественные определения проводили методом внутренней нормализации по площадям газохроматографических пиков без использования корректирующих коэффициентов.

Антибактериальную активность определяли методом диффузии растворов эфирного масла в агар (метод бумажных дисков). В качестве тест-культур использовали санитарно-показательные микроорганизмы: *Staphylococcus aureus*, *Salmonella alony*, *Bacillus subtilis*, *Clostridium* sp., *Escherichia coli* Hfr H, *Pseudomonas aeruginosa*.

По результатам хроматографического разделения в исследованных образцах эфирных масел идентифицировано более 20 соединений. Главными компонентами изученных образцов являлись монотерпеновые углеводороды, концентрация которых составляет более 50%. Главным компонентом эфирных масел является  $\alpha$ -пинен с концентрациями 15–17% в масле *Pinus mugo* и 20–25% в масле *Pinus sylvestris*.

Исследованные образцы различаются по характеру распределения энантиомеров  $\alpha$ -пинена. Масло *Pinus sylvestris* является оптически чистым по (–)- $\alpha$ -пинену, в то время как в образце *Pinus mugo* концентрации право- и левовращающих изомеров приблизительно равны.

Особенности компонентного состава и характер распределения энантиомеров исследованных эфирных масел определяют их антимикробную активность (табл.).

Таблица – Антимикробная активность 5%-ных растворов эфирных масел *Pinus* и 20%-ных растворов стандартных веществ

Тест-культуры бактерий	<i>Pinus mugo</i>	<i>Pinus sylvestris</i>	$\alpha$ -пинен	
			(–)	(+)
Диаметр зоны ингибирования роста, мм				
<i>Staphylococcus aureus</i>	15	16	10,8	7,2
<i>Salmonella alony</i>	12	15	16,1	11,5
<i>Bacillus subtilis</i>	17	17	21,4	15,6
<i>Clostridium</i> sp.	17	19	24,3	17,7
<i>Escherichia coli</i> Hfr H.	14	15	18,4	12,1
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	15	15	12,1	8,3

Таким образом, более сильные бактерицидные свойства эфирного масла сосны обыкновенной обусловлены повышенной концентрацией (–)- $\alpha$ -пинена.

**ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАГНИЕВЫХ СПЛАВОВ WE43 И WE43-T5  
В МОДЕЛЬНОМ РАСТВОРЕ ХЭНКА**

Магний и его сплавы представляют значительный интерес в качестве потенциальных материалов для ортопедических имплантатов, поскольку обладают механическими характеристиками, близкими к тем, которые характерны для костной ткани, и проявляют высокую биосовместимость [1]. Тем не менее, их использование осложнено серьезной проблемой, заключающейся в чрезмерно быстрой коррозии в биологических средах. Этот фактор, в свою очередь, может привести к разрушению имплантата до того момента, когда поврежденная кость полностью восстановит свои прочностные характеристики.

Один из основных подходов к снижению скорости биодеградации магниевых материалов заключается в применении термической обработки магниевых сплавов. Этот метод включает в себя нагрев сплавов до температуры, при которой легирующие компоненты переходят в раствор, с последующей закалкой для удержания этих компонентов в растворе в процессе охлаждения. Для магниевых сплавов обычно используются два основных типа термической обработки: осаждение (старение) и отжиг.

Известно [2], что термическая обработка существенно повышает прочность магниевых сплавов за счет уменьшения размера зерен магния и интерметаллических частиц (ИМЧ). В процессе термической обработки легирующие элементы растворяются в кристаллической структуре магния, формируя твердые растворы. Особенно следует отметить, что иттрий образует твердый раствор как в  $\alpha$ -, так и в  $\beta$ -фазах магния, что приводит к равномерному распределению иттрия как внутри зерен магния, так и вдоль их границ. Этот механизм упрочнения способствует улучшению механических характеристик материала, что делает его более подходящим для условий высоконагруженной эксплуатации. Вместе с формированием твердого раствора термическая обработка магниевых сплавов также вызывает их перекристаллизацию, в результате чего происходит перераспределение атомов в кристаллической решетке материала. Это приводит к уменьшению размеров зерен (кристаллов) и формированию новой кристаллической структуры. Таким образом, термическая обработка способствует увеличению коррозионной стойкости и механической прочности магниевых имплантатов.

Цель данной работы заключалась в изучении электрохимических свойств магниевых сплавов WE43 и WE43-T5 в модельном растворе Хэнка (рН 7,4).

В результате изучения коррозионных свойств магниевых сплавов WE43 и WE43-T5 в растворе Хэнка (рН 7,4) были получены поляризационные кривые, по которым были рассчитаны значения токов коррозии. Сравнивая полученные значения токов коррозии сплава WE43 ( $1,23 \cdot 10^{-5}$  А/см<sup>2</sup>) и WE43-T5 ( $2,83 \cdot 10^{-6}$  А/см<sup>2</sup>), установлено, что термообработка приводит к увеличению коррозионной стойкости сплава WE43 в 4,3 раза.

**ЛИТЕРАТУРА**

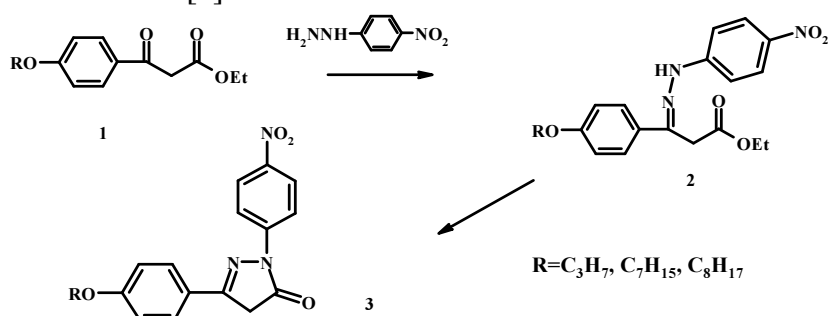
1. Xu L. Corrosion Behavior in Magnesium-Based Alloys for Biomedical Applications / L. Xu [et al.] // Materials. – 2022. – Vol. 15, no. 7. – P. 2613.
2. Ghorbanpour S., McWilliams B.A., Knezevic M. Effect of hot working and aging on the monotonic, cyclic and fatigue behavior of magnesium alloy WE43 / S. Ghorbanpour, B.A. McWilliams, M. Knezevic // Materials Science and Engineering: A. – 2019. – Vol. 747. – P. 27–41.

(кафедра физической, коллоидной и аналитической химии, БГТУ)

**СИНТЕЗ НОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ РЯДА 1-(4-НИТРОФЕНИЛ)-  
3-(4-АЛКОКСИФЕНИЛ)-ПИРАЗОЛ-5-ОНОВ**

Замещенные 4-ацилпиразолоны в своей структуре имеют 1,3-дикетонную группу и поэтому способны образовывать устойчивые хелатные комплексы с различными металлами. Это свойство позволяет использовать соединения данного ряда в качестве аналитических реагентов для экстракции [1].

Ключевыми промежуточными веществами при получении замещенных пиразолонов являются 3-кетозэфиры. Нами разработаны методы синтеза веществ содержащих пиразолоновый гетероцикл на основе 3-(4-алкоксифенил)-3-кетозэфиров и замещенных гидразинов. В результате проведенной ранее работы получены 3-арилпиразолоны, содержащие различные заместители при атоме азота N-1 [2].



В данном сообщении приводятся результаты исследования по синтезу соединений ряда 1,3-диарил-5-пиразолонов, содержащих нитрогруппу в арильном фрагменте молекул.

Нами установлено, что при реакции β-кетозэфиров **1** с 4-динитрофенилгидразином в присутствии уксусной кислоты образуются арилгидразоны **2**. В условиях синтеза эти вещества претерпевают дальнейшую циклизацию в соответствующие пиразолоны **3**. Подобное превращение наблюдается при реакции кетозэфиров **1** с гидразином и фенилгидразином, тогда как с 2,4-динитрофенилгидразином могут быть выделены соответствующие гидразоны [2].

Таким образом, в результате проведенного исследования разработан метод синтеза новых соединений ряда 1-(4-нитрофенил)-3-(4-алкоксифенил)-пиразол-5-онов. Эти соединения, по нашему мнению, могут служить ценными полупродуктами для получения новых эффективных экстрагентов ряда 4-ацилпиразолонов.

Работа выполнена в рамках ГПНИ «Химические процессы, реагенты и технологии, биорегуляторы и биооргхимия» (подпрограмма Синтез и направленное модифицирование регуляторов биопроцессов» (Биорегуляторы), задание 2.1 (НИР 8).

**ЛИТЕРАТУРА**

1. J. Arichi, G. Goetz-Grandmont, J.P. Brunette. Solvent extraction of europium(III) from nitrate medium with 4-acyl-isoxazol-5-ones and 4-acyl-5-hydroxy-pyrazoles. Effect of salts and diluents. / Hydrometallurgy. – 2006. – Vol. 82. – P. 100-109.

2. Ковганко В.Н., Ковганко Н.Н., Слабко И.Н., Дорощук Д.С., Кручик В.И. Использование замещенных 3-арил-3-кетозэфиров в синтезе биологически активных и мезогенных пиразолов. / Сборник тезисов докладов Республиканской конференции с международным участием «Физико-химическая биология как основа современной медицины», посвященной 110-летию со дня рождения В. А. Бандарина. Ч. 1 / под ред. В.В. Хрусталёва, Т.А. Хрусталёвой. – Минск : БГМУ, 2019. – С. 144.

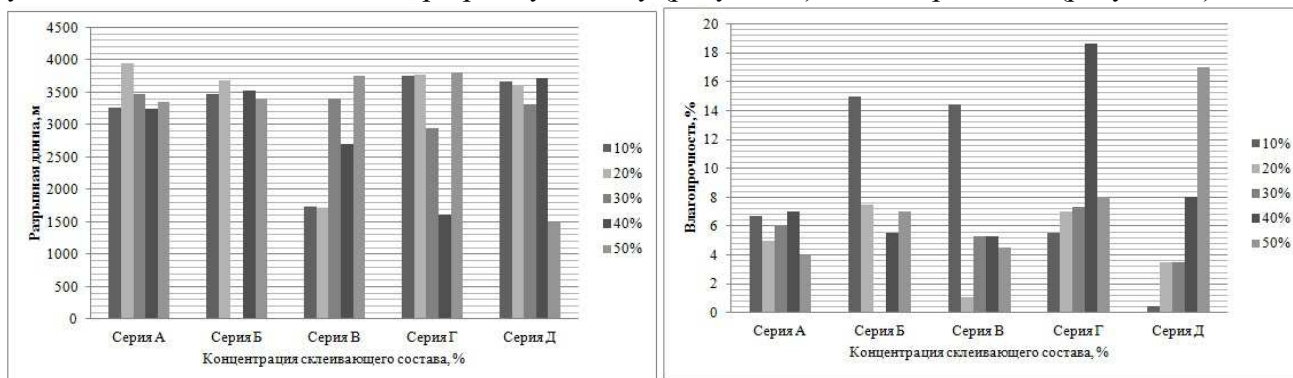
## РАЗРАБОТКА ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ БИОПОЛИМЕРОВ ДЛЯ УПАКОВКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Современное развитие многих отраслей промышленности диктует необходимость создания импортозамещающих технологий, к числу которых относится технология упаковочных материалов с использованием отечественных растительных биополимеров. К перспективным растительным биополимерам относятся крахмалы и продукты их модификации. За рубежом широко применяют модифицированный крахмал Hi-Cat (Франция). В Республике Беларусь производятся модифицированные виды крахмала ОАО «Ютанол» (Могилёв). Однако эти продукты не используются в технологии упаковочных материалов. Поэтому разработка технологии применения отечественных продуктов взамен импортного представляет научный и практический интерес.

Целью работы: разработать импортозамещающую технологию получения упаковочных материалов с использованием растительных биополимеров. В лабораторных условиях кафедры ХПД изучено влияние четырёх видов отечественных крахмалов (модифицированных), выпускаемых в условиях ОАО «Ютанол» (Могилёв, РБ) на качество упаковочных материалов.

Для исследования были подготовлены образцы бумаги, которые представляли собой нарезанные образцы (полоски) одинаковой ширины (15 мм) и длины (290 мм). Образцы бумаги обрабатывали склеивающими составами. В качестве склеивающих составов использовались крахмальные клейстеры, изготовленные из четырёх марок модифицированных крахмалов отечественного производства и одной марки импортного крахмала Hi-Cat. Концентрации каждой серии склеивающего варьировали в диапазоне от 10% до 50%.

На вертикальной разрывной машине РМБ 30-2 М определяли следующие показатели качества склеенных образцов: разрушающее усилие в сухом и во влажном состояниях, удлинение в сухом и во влажном состояниях, разрывную длину (рисунок, а) и влагопрочность (рисунок, б).



а

б

Рисунок – Разрывная длина(а) и влагопрочность (б) образцов бумаги в зависимости от концентрации склеивающего состава

К практическому использованию можно рекомендовать упаковочный материал, полученный с использованием склеивающих составов, представляющих собой крахмальные клейстеры на основе модифицированных крахмалов серии Б (крахмал кукурузный + сульфамиловая кислота) и серии Г (массовая доля связанного азота 0,36 %, степень замещения 0,042 моль/моль, рН в растворе 10% составляет 8.0) с концентрацией 20–30%. Отечественные склеивающие составы имеют следующие преимущества по сравнению с импортным аналогом: сокращается время набухания от 12 до 10 минут; сокращается продолжительность приготовления склеивающих составов на 15–17%.

\* Исследования проводили в рамках заключенного договора о сотрудничестве и утвержденного плана взаимодействия между БГТУ и ГУО «Средняя школа № 108 г. Минска».

## ПОЛУЧЕНИЕ ДРЕВЕСНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН

В настоящее время развитие деревоперерабатывающей промышленности в направлении расширения видов древесных композиционных материалов (ДКМ) является актуальным и перспективным, т. к. они обладают комплексом физико-химических и механических свойств и особенностей, отличающих их от традиционных конструкционных материалов, что позволяет расширить области их применения.

Известно, что ДКМ по механическим характеристикам уступают массивной древесине, но при этом у них отсутствуют такие недостатки, как анизотропия, наличие пороков, низкая биостойкость и др. В зависимости от вида наполнителя и типа связующего вещества возможно получать различные виды ДКМ (волокнистые, слоистые, комбинированные и т. п.) с заданными свойствами.

С целью повышения физико-механических свойств и технических характеристик ДКМ на кафедре химической переработки древесины проведены исследования по изучению возможности использования в их композиции в качестве армирующего компонента углеродных волокон, являющихся побочным продуктом на ОАО «СветлогорскХимволокно».

Углеродное волокно — материал, состоящий из тонких нитей, образованных преимущественно атомами углерода. Атомы углерода объединены в микроскопические кристаллы, выровненные параллельно друг другу. Выравнивание кристаллов придает волокну большую прочность на растяжение. Углеродные волокна обладают уникальными механическими свойствами, у них достаточно высокая прочность и модуль упругости. Причем при повышении температуры механические свойства не уменьшаются, а наоборот, возрастают. Среди большого ряда материалов только углеродные волокна обладают такими специфическими свойствами. Углеродные волокна стойки к органическим растворителям, щелочам и кислотам, но недостаточно стойки к действию окислителей. Следует отметить, что, изменяя параметры технологического процесса, можно получать волокна с различными электро- и теплофизическими показателями, благодаря чему они могут обеспечить ДКМ теплоизоляционные свойства. В таблице приведена характеристика исследуемых углеродных волокон.

Таблица – Характеристика углеродных волокон

Наименование показателя	Значение
Влажность, %	0,20
Массовая доля золы, %	0,04
Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом*см	0,43
Предел прочности при растяжении, МПа	более 600
Модуль упругости, ГПа	75–200
Температура деструкции, °С	300–400

Анализ таблицы показал, что волокнистая структура углеродных волокон, их высокая механическая прочность и термоустойчивость обуславливает их использование в первую очередь в композиции древесноволокнистых плит (ДВП) теплоизоляционного назначения.

При получении лабораторных образцов ДВП следует отметить высокие связеобразующие свойства между древесными и углеродными волокнами, что является определяющим условием для формирования равноплотного и прочного листового композиционного материала.

Результаты исследований показали возможность использования углеродных волокон при получении ДКМ на примере ДВП, что также позволит расширить область их применения.



**ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ОБРАЗЦОВ БУМАГИ В ЗАВИСИМОСТИ  
ОТ СОСТАВА БУМАЖНЫХ МАСС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ  
И ИМПОРТНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ**

В Республике Беларусь функционирует 12 бумажных и картонных предприятий. Они выпускают широкий ассортимент бумажной и картонной продукции с использованием различных видов химических веществ [1]. Последние отличаются функциональным действием на бумажные массы и, следовательно, оказывают влияние на свойства выпускаемой продукции. Широкое применение нашли такие импортные функциональные вещества, как димеры алкилкетенов в виде эмульсии АКД (для проклейки), коагулянт AURAT (для коагуляции), полимерное соединение Lyscrid P48 (для флокуляции) и различные виды упрочняющих веществ. Однако прекращение импортных поставок упрочняющих веществ в Республику Беларусь вынуждает отечественные предприятия использовать дорогостоящее соединение Lyscrid P48 не только в качестве флокулянта, но и дополнительно в качестве упрочняющего вещества. Для этого расход Lyscrid P48 увеличивают в 2–3 раза, что приводит к повышению себестоимости выпускаемой продукции.

Отсутствие данных о возможности использования в составе бумажных масс отечественного продукта ПроХим DS (производитель ООО «ПроХимТехнологии», г. Смолевичи) в качестве упрочняющего вещества обуславливает актуальность настоящей работы с научной и практической точек зрения. Кроме того, замена импортной эмульсии АКД на отечественную канифольную, разработанную на кафедре химической переработки древесины, способствует решению актуальной проблемы – импортозамещения.

Цель исследования – изучение возможности использования отечественного продукта ПроХим DS для упрочнения бумаги при одновременной замене импортной эмульсии АКД на отечественную канифольную.

Объектом исследования являлась оберточная (упаковочная) бумага, имеющая массу одного метра квадратного 80 г. Ее качество должно соответствовать ГОСТ 8273-75. При этом прочность (разрывная длина) должна превышать 1700 м.

В лабораторных условиях кафедры химической переработки древесины изготовлены образцы бумаги на листоотливном аппарате «Rapid-Ketten» (Германия), моделирующем работу бумагоделательной машины. Бумажные массы отличались составом по волокну и содержанием функциональных химических веществ. Волокнистая суспензия содержала волокна целлюлозы беленой из хвойных (20 %) и лиственных (80 %) пород древесины. В 1 %-ную волокнистую суспензию последовательно вводили химические вещества, % от абсолютно сухого волокна (% от а. с. в.): проклеивающая эмульсия – 0,15, коагулянт – 0,0003%, упрочняющее вещество – 0,05, флокулянт – 0,02.

Установлено, что прочность образцов бумаги, полученных из бумажных масс с использованием отечественных химических веществ (проклеивающей эмульсии и упрочняющего вещества) вместо импортных соединений аналогичного назначения, повышается на 15 %. Об этом свидетельствует увеличение разрывной длины образцов бумаги от 1700 до 1955 м. При этом гидрофобность образцов бумаги является высокой, поскольку впитываемость образцов бумаги при одностороннем смачивании их водой не превышает 30 г/м<sup>2</sup>.

Таким образом, показана практическая возможность использования отечественных химических веществ вместо импортных, обеспечивающих бумаге необходимые прочность и гидрофобность.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Черная Н.В., Колесников В.Л., Жолнерович Н.В. Технология производства бумаги и картона. – Минск : БГТУ, 2013. – 435 с.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ ПРОКЛЕЙКИ ВОЛОКНИСТЫХ СУСПЕНЗИЙ НОВЫМИ КАНИФОЛЬНЫМИ ЭМУЛЬСИЯМИ НА ПРОЦЕСС ЭЛЕКТРОЛИТНОЙ КОАГУЛЯЦИИ И СВОЙСТВА ОБРАЗЦОВ БУМАГИ**

Получение клееных видов бумаги и картона основано на использовании в волокнистых суспензиях различных проклеивающих веществ [1]. В настоящее время широко применяют импортные проклеивающие вещества (димеры алкилкетенов в виде эмульсий АКД различных марок). Однако они являются эффективными только для проклейки целлюлозных суспензий, поскольку волокна макулатурных суспензий заблокированы ранее введенными химическими веществами. Механизм проклейки волокнистых суспензий основан на протекании химической реакции между молекулами димеров алкилкетенов и гидроксильными группами волокон с образованием гидрофобных  $\beta$ -кетозэфиров.

Однако ограниченные поставки импортных веществ в целом и проклеивающих эмульсий АКД в частности сдерживают выпуск клееных видов бумаги и картона на отечественных предприятиях целлюлозно-бумажной промышленности.

Поэтому проблема замены импортных веществ на отечественные является актуальной, поскольку она позволяет решить проблему импортозамещения.

На кафедре химической переработки древесины продолжает развиваться научное направление по созданию высокоэффективных проклеивающих веществ на канифольной основе [1]. Перспективным сырьевым источником для их получения являются побочные продукты, образующиеся при производстве целлюлозы беленой и содержащие сульфатное мыло, из которого отделяют талловую канифоль, содержащую смоляные кислоты.

Отсутствие экспериментальных данных о влиянии условий проклейки волокнистых суспензий (целлюлозных и макулатурных) с использованием новых канифольных эмульсий (нейтральных и высокосмоляных), разработанных на кафедре химической переработки древесины, на процесс электролитной коагуляции и гидрофобность бумаги обуславливает актуальность настоящей работы с научной и практической точек зрения.

Цель исследования – изучение влияния процесса проклейки волокнистых суспензий с использованием новых видов канифольных эмульсий (нейтральных и высокосмоляных) на процесс электролитной коагуляции и гидрофобность образцов бумаги.

Канифольные эмульсии (КЭ) имели концентрацию 1% и содержали частицы дисперсной фазы размером 170–200 нм. В структуре смоляных кислот присутствовали модифицирующие вещества (моноэфиры), полученные реакцией этерификации малеинового ангидрида и высших жирных спиртов фракции  $C_{10}$ – $C_{18}$ . Процесс электролитной коагуляции протекал при соотношениях КЭ:электролит, равных 1:1, 1:2 и 1:3. Установлено, что для нейтральных КЭ предпочтительным соотношением является 1:3, а для высокосмоляных – 1:1.

Установлено, что целенаправленное модифицирование смоляных кислот и нейтрализация (полная или частичная) присутствующих карбоксильных групп позволяет получать канифольные эмульсии (нейтральные или высокосмоляные), применяемые для проклейки волокнистых суспензий (целлюлозных и макулатурных) в кислой (рН 4,8–5,2), нейтральной (рН 6,5–7,2) и слабощелочной (рН 7,3–7,5) средах. Механизм проклейки основан на протекании процесса электролитной коагуляции с образованием положительно заряженных проклеивающих комплексов, способных адсорбироваться на поверхности отрицательно заряженных волокон за счет электростатического взаимодействия.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Черная Н.В. Теория и технология клееных видов бумаги и картона : монография. – Минск : БГТУ, 2009. – 394 с.

**РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПРИМЕНЕНИЯ ПОБОЧНОГО ПРОДУКТА СУЛЬФАТЦЕЛЛЮЛОЗНОГО ПРОИЗВОДСТВА (ОАО «СВЕТЛОГОРСКИЙ ЦКК»)  
ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ХВОЙНЫХ ПОРОД  
В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

Выращивание посадочного материала высокого уровня качества возможно при обеспечении оптимальных условий для онтогенеза и сохранности растений. В технологии выращивания посадочного материала широко используют различные виды регуляторов роста [1]. Их роль при выращивании сеянцев древесных пород должна сводиться к обеспечению комплекса предъявляемых к ним требований: ускорять всхожесть; улучшать качество посадочного материала; повышать выход и приживаемость посадочного материала на лесокультурной площади и т.д.

К перспективному направлению получения стимуляторов роста для сеянцев древесных пород относится направление, основанное на использовании лигносодержащих продуктов. В настоящее время это направление продолжает активно развиваться, поскольку использование гидролизного лигнина, целлолигнина и лигносульфонатов представляет научный и практический интерес.

Цель исследования – разработка способа применения побочного продукта сульфатцеллюлозного производства (ОАО «Светлогорский ЦКК») в качестве стимулятора роста хвойных пород древесины.

Объектом исследования являлся посадочный материал хвойных пород древесины.

В настоящем исследовании оценивалась возможность использования хинонполикарбоновых кислот (ХПКК) в качестве ростостимулирующего препарата при проращивании семян сосны обыкновенной. Исследование проводили по стандартным методикам [2] в соответствии с ГОСТ 13056.6-75.

Установлено, что синтезированные соединения соответствуют комплексу требований, предъявляемых к стимуляторам роста. Во-первых, они ускоряют всхожесть и энергию прорастания семян. Во-вторых, они ускоряют рост посадочного материала. И, в-третьих, они способны улучшить качество сеянцев древесных пород. Итоги исследования наглядно демонстрируют ростостимулирующий эффект ХПКК в диапазоне концентраций его раствора от 0,05 до 0,80 % и с интервалом предварительной мацерации семян сосны обыкновенной 6, 10, 14 и 18 ч. Так, раствор ХПКК с концентрацией 0,1% при 6 ч предварительного замачивания повысил энергию прорастания семян сосны обыкновенной от контрольных 79,25 до 91,75 %, а всхожесть от 82,50 до 93,25 %. При 0,7 % ХПКК всхожесть и энергия прорастания после 10-часовой мацерации в растворе лигнинного стимулятора показали 82,25 и 84,50 % против соответствующих контрольных значений 71,00 и 77,00 %. Раствор ХПКК 0,8 % при 14 ч вымачивания повышает показатель энергии прорастания до 87,25 %; всхожесть здесь значительно возросла от 75,5 до 90,75 %.

Таким образом, при 14 ч вымачивания пробы контроля выросли более любого из обработанных раствором ХПКК образцов. Среднее значение длины корешков показывает наилучший результат у варианта с 0,5 % ХПКК после 18-часовой обработки раствором – 58,38 %.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Якимов, Н. И. Лесные культуры и защитное лесоразведение: учеб. пособие для студентов специальностей «Лесное хозяйство» в 2 ч. / Н. И. Якимов, В. К. Гвоздев, В.В. Носников. – Минск: БГТУ, 2019. – Ч. 2. – 222 с.

2. Инструкция о порядке определения качества посадочного материала лесных растений: Постановление Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь, 19 декабря 2016 г. № 76 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 28.01.2017. – 8/31712.

**ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ СЛОЕВ ЛИСТОВОГО КАРТОНА  
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДА ХИМИЧЕСКИХ ДОБАВОК И СОДЕРЖАНИЕ ИХ  
В БУМАЖНОМ ЛИСТЕ**

Целлюлозно-бумажная промышленность широко использует вторичное волокнистое сырье в качестве основного сырья для изготовления бумажной продукции. В настоящее время доля макулатуры в балансе сырья для производства бумаги и картона достигает 40%. Использование вторичного сырья в таких больших количествах обусловлено тем, что оно имеет малую себестоимость, а также, что законодательство ряда стран требует утилизации макулатуры. Однако, в связи с тем, что макулатура обладает низкими бумагообразующими свойствами, то не предоставляется возможность получить готовую продукцию с высокими и постоянными физико-механическими свойствами [1]. Для устранения вышесказанной проблемы применяют вспомогательные химические добавки в композиции картона, а также производят частичную замену вторичного волокна на первичное с целью повышения его прочности. Поэтому целью данной работы является исследование влияния химических добавок на качество элементарных слоев листового картона.

На первом этапе настоящей работы было исследовано влияние вторичного сырья на показатели качества элементарных слоев картона. Для проведения испытания были изготовлены образцы бумаги с массой 1 метра квадратного 80 г из 100% макулатуры марки МС-13В. Полученные результаты по показателям гидрофобных и прочностных свойств свидетельствуют о необходимости применения проклеивающих и упрочняющих веществ в композиции элементарных слоев картона, а также о возможной частичной замене макулатуры на целлюлозу для улучшения качества продукции.

Следующим этапом данного исследования было изготовление образцов бумажной продукции массой одного метра квадратного 80 г из 70% макулатуры марки МС-13В и 30% небеленой сульфатной целлюлозы хвойных пород древесины. Полученные образцы изготовлены на листоотливном аппарате «Rapid Ketten» и испытаны на гидрофобные и прочностные свойства. Значения по полученным показателям качества бумажной продукции говорят о благоприятном влиянии первичного волокнистого сырья на прочностные свойства бумаги, т. е. происходит увеличение разрушающего усилия в сухом состоянии, разрывной длины, удлинения и сопротивления излому.

На заключительном этапе настоящего исследования были изготовлены элементарные слои листового картона. Композиция последних состояла из следующего сырья и химикатов: 70% макулатуры марки МС-13В и 30% небеленой сульфатной целлюлозы хвойных пород древесины, модифицированного крахмала, упрочняющей добавки «Кюмене» и флокулянта с расходами 4% от а.с.в. Результаты по значениям показателей качества полученных образцов бумаги показали существенное их увеличение, что свидетельствует о влиянии модифицированного крахмала и упрочняющей добавки на прочность и гидрофобность готовой продукции. В свою очередь, флокулянт благоприятно влияет на удерживающую способность мелкого волокна и применяемых в композиции вспомогательных химических веществ в структуре бумаги.

Таким образом, применение модифицированного крахмала, упрочняющей добавки «Кюмене» и флокулянта в композиции элементарных слоев листового картона, изготовленных из вторичного и первичного волокнистого сырья, позволило достичь повышенных гидрофобных и физико-механических свойств готовой продукции.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Фляте, Д.М. Технология бумаги. / Д.М. Фляте. – М.: Лесная промышленность, 1990. – 425 с.

**ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ СЛОЕВ ЛИСТОВОГО КАРТОНА  
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДА ХИМИЧЕСКИХ ДОБАВОК И СОДЕРЖАНИЯ ИХ  
В БУМАЖНОЙ МАССЕ**

В качестве основного сырья для производства листового картона применяют вторичный волокнистый полуфабрикат – макулатуру. Однако бумагообразующие свойства используемого сырья чрезвычайно низкие, что обусловлено наличием в ней полиграфической краски, слоем меловальной пасты и ороговением волокон в следствие сушки в процессе получения бумажной продукции. В результате длина макулатурного волокна примерно в 5–8 раз меньше длины целлюлозного волокна, что негативно отражается на прочности готовой продукции. Для повышения физико-механических свойств листового картона, изготовленного из вторичного волокнистого полуфабриката, в его композицию дополнительно дозируют вспомогательные химические добавки [1–3]. Поэтому целью данной работы является изучение влияния химических добавок на свойства элементарных слоев листового картона.

На первом этапе работы было исследовано влияние вторичного сырья на показатели качества элементарных слоев картона. Были изготовлены лабораторные образцы бумаги с массой 1 метра квадратного 80 г из 80% макулатуры марки МС-13В и 20% небеленой сульфатной целлюлозы хвойных пород древесины. Получены образцы элементарных слоев картона на листоотливном аппарате «Rapid Ketten» и испытаны на гидрофобные и прочностные свойства. Значения свойств образцов свидетельствуют о низкой гидрофобности и прочности готовой продукции. Достигаются высокие значения впитываемости при одностороннем смачивании 94,2 г/м<sup>2</sup>, и низкие значения прочностных свойств, а именно разрушающего усилия в сухом состоянии 32,4 Н и разрывной длины 2455 м.

Поэтому следующим этапом данного исследования было изготовление образцов элементарных слоев картона массой одного метра квадратного 80 г с добавлением в их композицию следующих вспомогательных веществ: канифольной эмульсии (4% от а.с.в.), электролита (12% от а.с.в.) и бланфикса (12% от а.с.в.). Результаты по значениям гидрофобных и прочностных свойств элементарных слоев картона показали благоприятное влияние применяемых химических добавок в их композиции, а именно уменьшение впитываемости при одностороннем смачивании до 16,4 г/м<sup>2</sup> и увеличение разрушающего усилия в сухом состоянии до 50,0 Н и разрывной длины до 3165 м.

Установлено, что применение вспомогательных химических веществ в композиции образцов элементарных слоев листового картона приводит к увеличению разрывной длины на 22%, разрушающего усилия на 32%, а также снижению впитываемости при одностороннем смачивании в 5 раз.

Таким образом, канифольная эмульсия и электролит, применяемые в композиции элементарных слоев листового картона, изготовленных из вторичного и первичного волокнистого сырья, выступают в роли проклеивающего, упрочняющего и удерживающего вещества. В свою очередь, минеральный наполнитель используется при производстве бумажной продукции для придания ей печатных свойств.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Черная, Н.В. Технология производства бумаги и картона: учеб. Пособие для студентов учреждений высшего образования по специальности «Химическая технология переработки древесины» / Н.В. Черная, В.Л. Колесников, Н.В. Жолнерович. – Минск: БГТУ, 2013. – 435 с.
2. Фляте, Д.М. Технология бумаги. / Д.М. Фляте. – М.: Лесная промышленность, 1990. – 425 с.
3. Горські, Г.М. Тэхналогія паперы і кардону / Г.М. Горскі. – Мн.: БДТУ, 2003. – 246 с.

**ОСОБЕННОСТИ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

В соответствии с Классификатором отходов, образующихся в Республике Беларусь, отходы гальванического производства подразделяются на отработанные технологические растворы, гальванические шламы и осадки очистных сооружений гальванических производств [1]. Последние являются наиболее крупнотоннажными, что обусловлено большими объемами образования сточных вод. На предприятиях Республики Беларусь в большинстве случаев используют такие методы очистки сточных вод гальванического производства, как реагентный метод, гальванокоагуляцию и электрокоагуляцию, которые приводят к образованию этого вида отходов.

В настоящее время существуют различные направления переработки осадков очистных сооружений гальванических производств: использование в производстве бетона и керамических материалов, получение пигментов, сорбентов, глазурных покрытий, добавок в металлургической промышленности и др. Однако при использовании данного вида отходов в производстве тех или иных изделий и материалов встаёт проблема их экологической безопасности, т.к. в состав осадков очистных сооружений гальванических производств входят соединения таких металлов, как хром, никель, цинк, кадмий, медь и т.п., которые обладают канцерогенными и мутагенными свойствами и, следовательно, являются весьма опасными для окружающей среды и здоровья человека. Поэтому целью работы явилось определение экологической безопасности образцов керамического кирпича, полученного с использованием осадков очистных сооружений одного из белорусских предприятий.

Образцы получали методом пластического формования из глины Гайдуковского месторождения с добавлением 20 масс.% осадка очистных сооружений гальванических производств с последующей сушкой в естественных условиях и обжигом с изотермической выдержкой при температуре 1000°C в течение часа. Для определения их экологической безопасности моделировались условия эксплуатации керамического кирпича, который используется в строительстве и подвергается воздействию атмосферных осадков. Образцы с небольшими сколами помещали в нейтральную и кислую среду с  $pH=4$ , т.к. возможно выпадение кислотных осадков. Соотношение твёрдой и жидкой фаз составляло 1 : 10. В полученных экстрактах определяли концентрацию ионов хрома, никеля, меди и железа через 14 суток. Ионы хрома, никеля и меди в экстрактах обнаружены не были, концентрация  $Fe_{общ.}$  составила 0,22 мг/л в нейтральной среде и 0,47 мг/л в кислой среде. Параллельно проводился аналогичный опыт с образцами, не содержащими осадок очистных сооружений гальванических производств. Ионы хрома, никеля и меди в экстрактах также обнаружены не были, концентрация  $Fe_{общ.}$  составила 0,18 мг/л в нейтральной среде и 0,43 мг/л в кислой среде, что связано с содержанием соединений железа в самой глине.

Проведённые исследования подтверждают возможность использования исследуемого отхода в производстве керамического кирпича с экологической точки зрения. Однако для получения полных представлений о безопасности переработки осадка очистных сооружений гальванических производств с получением керамического кирпича необходимо исследование временного фактора в течение более длительного времени, т.к. период эксплуатации данного вида строительного материала исчисляется десятками и даже сотнями лет.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. «Классификатор отходов, образующихся в Республике Беларусь»: ОКРБ 021-2019. – Введ. 09.12.19 – Минск: Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды: респ. унитарн. пред-е «Центр международных экологических проектов, сертификации и аудита «Экологияинвест», 2019. – 88 с.

**ПРИМЕНЕНИЕ ДЕФЕКТА В ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД**

Сахарная промышленность занимает важную роль в социально-экономическом развитии Республики Беларусь, обеспечивающим продовольственную безопасность страны, способствующим развитию сельскохозяйственного производства.

Производство сахара сопровождается образованием значительного количества отходов. Крупнотоннажными отходами производства сахара являются: фильтрационный осадок (дефекат), меласса и свекловичный жом [1]. Меласса и свекловичный жом в настоящее время большинством предприятий по производству сахара используется для получения побочных продуктов (корма для скота, сырья для производства спирта, дрожжей и др.). Дефекат находит ограниченное применение. Дефекат представляет собой мелкодисперсные частицы с размером от 5 до 30 мкм, в составе которых содержатся  $\text{CaCO}_3$  (примерно 75%) и органические компоненты (до 22%), что позволяет его использовать в качестве сорбционного материала при очистке сточных вод.

Фильтрационный осадок способен адсорбировать ионы тяжелых металлов, благодаря наличию функциональных групп и поверхностных активных центров на своей поверхности. Это позволяет рассматривать его в качестве сорбционного материала для очистки сточных вод от загрязнений такого рода.

Цель работы – установление оптимальных условий проведения процесса очистки сточных вод от ионов железа (III). Исследования проводили на модельных стоках. Концентрация ионов железа в растворе составляла  $0,5 \text{ г/дм}^3$ . Определение содержания ионов металла в пробе проводили фотоколориметрическим методом [2]. Результаты исследований представлены в таблице.

Таблица – Оптимальные условия проведения очистки сточных вод от ионов железа

Определяемый параметр очистки			
Доза сорбента		Продолжительность процесса	
Доза сорбента, $\text{г/дм}^3$	Сорбционная емкость дефеката, г/г	Продолжительность процесса, мин	Сорбционная емкость дефеката, г/г
2,0	0,473	15	0,302
4,0	0,218	30	0,342
6,0	0,163	45	0,420
8,0	0,093	60	0,462
10,0	0,062	75	0,412
12,0	0,045	90	0,350
14,0	0,053	105	0,268
16,0	0,047	120	0,232

Установлено, что, оптимальными условиями процесса сорбционной очистки ионов железа из сточных вод с применением фильтрационного осадка в качестве сорбента являются: доза сорбента –  $2 \text{ г/дм}^3$ , продолжительность процесса – 60 мин. При данных значениях рассматриваемых параметров очистки стоков наблюдается максимальное значение сорбционной емкости дефеката. Полученные результаты могут использоваться на практике при создании очистных сооружений на промышленных предприятиях.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. ИТС 44-2017. Производство продуктов питания. – М.: Бюро НДТ, 2017. – 417 с.
2. Лихачева, А.В., Шибека, Л.А. Химия окружающей среды. Лабораторный практикум: учеб.-метод. пособие для студ. – Минск: БГТУ, 2011. – 204 с.

**АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Литейное производство – один из старейших и основных способов получения металлических изделий и заготовок для различных отраслей промышленности. Основными стадиями литейного производства являются: плавка металла, изготовление литейных форм, литье металла в формы, выбивка заготовок из форм, очистка заготовок. Основными отходами литейного производства являются шлаки, образующиеся при плавке металла, и отработанные формовочные смеси, образующиеся при выбивке отливок из форм.

В соответствии с классификатором отходов, образующихся в Республике Беларусь, шлаки подразделяются на ваграночные, сталеплавильные, электросталеплавильные и доменные. Все они относятся к 4 классу опасности за исключением доменных шлаков, класс опасности которых не установлен, и шлаков сталеплавильных фосфатных, которые относятся к 3 классу опасности. Состав металлургического шлака зависит от его вида и может содержать оксид кремния, алюминия, кальция, магния, марганца, железа и др. В настоящее время шлаки используют при производстве цемента и керамического кирпича. В реестре объектов по использованию отходов зарегистрирован ряд предприятий по переработке шлаков: технологическая линия производства цемента филиала №1 «Цементный завод» ОАО «Красносельскстройматериалы», I и II технологические линии по производству цемента ОАО «Белорусский цементный завод», цех кирпича Минского керамического завода ОАО «Керамин». Вместе с тем значительная часть шлаков продолжает отправляться на полигоны на захоронение.

В соответствии с классификатором отходов, образующихся в Республике Беларусь, отходы формовочных смесей относятся к 4 классу опасности и имеют код 3142500. Кроме этого, в данном классификаторе также зарегистрированы такие виды отходов, как земля формовочная горелая производства литейных изделий из чугуна (код 3140101) и земля формовочная горелая производства литейных изделий из стали (код 3140102), которые также относятся к 4 классу опасности. Отходы формовочных смесей и земля формовочная горелая представляют собой один и тот же отход, зарегистрированный под разными названиями и кодами, что затрудняет получение достоверной информации по возможности переработки этого отхода. Он состоит из 90 – 95% высококачественного кварцевого песка и небольших количеств различных добавок: бентонита, молотого угля, едкого натра, жидкого стекла, асбеста и др. В реестре объектов по использованию отходов зарегистрировано два объекта по переработке отходов формовочных смесей (цех по производству кирпича ОАО «Радощковичский керамический завод» и цех кирпича Минского керамического завода ОАО «Керамин»). Объекты по использованию земли формовочной горелой в реестре отсутствуют, зарегистрирован только ОАО «СтанкоГомель», машина непрерывного действия для размалывания сухих кусковых материалов модель 12221 (машина размалывающая), т.е. производится только измельчение отхода с его последующим вывозом на полигон.

В литейном производстве также в меньшем количестве образуется железосодержащая пыль при очистке отливок и пыль газоочисток сталеплавильных печей. Железосодержащая пыль, также как шлаки, используется при производстве цемента на ОАО «Белорусский цементный завод» и ОАО «Красносельскстройматериалы», пыль газоочисток сталеплавильных печей используется при производстве керамзита на ОАО «Функциональные продукты» (г. Минск). Все названные предприятия зарегистрированы в реестре объектов по использованию отходов, часть отходов вывозится на различные полигоны.

Таким образом, несмотря на наличие объектов по использованию отходов литейного производства, значительная их часть вывозится на полигоны на захоронение, что требует совершенствования системы обращения с этими отходами.



## ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИЕ МАТЕРИАЛЫ – ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СОРБЕНТЫ В ОТНОШЕНИИ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

В настоящее время эффективными способами очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов считаются сорбционные. Исследования последних лет показывают, что вместо дорогих синтетических сорбентов могут успешно применяться целлюлозосодержащие материалы. Применение данных сорбционных материалов в процессах очистки сточных вод обусловлено их дешевизной; возможностью снизить негативное воздействие на компоненты окружающей среды; сорбционными свойствами данных материалов в отношении различных загрязняющих веществ, содержащихся в сточных водах.

Целью работы является установление влияния различных способов обработки древесных отходов на сорбционные свойства образцов. В качестве объекта исследований выступали целлюлозосодержащие отходы – древесные опилки хвойных пород с размером частиц не более 10 мкм.

Для увеличения эффективности очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов (цинка и меди) проводилась обработка древесных отходов с использованием: химического (пропитка образцов раствором соляной кислоты, с концентрацией 2 моль/дм<sup>3</sup>) и физико-химического (обработка образцов электромагнитным сверхвысокочастотным (СВЧ) излучением и ультразвуком) методов. Содержание ионов металлов в растворе определяли титриметрическим методом [1]. Результаты исследований сорбционной емкости полученных образцов по ионам меди и цинка представлены в таблице.

Таблица – Сорбционные свойства образцов древесных опилок

Извлекаемый металл	Сорбционная емкость образцов, мг/г			
	древесные опилки	древесные опилки, обработанные раствором соляной кислоты	древесные опилки, обработанные СВЧ-излучением	древесные опилки, обработанные ультразвуком
Медь	455,7	230,5	299,6	370,8
Цинк	102,5	130,8	158,0	118,0

Установлено, что максимальная сорбционная емкость по ионам меди наблюдается у исходных древесных опилок, а минимальная – у древесных отходов, обработанных соляной кислотой. Таким образом, химический метод обработки древесных отходов является неэффективным в отношении ионов меди. Среди физических способов более эффективным является воздействие на образцы ультразвуком. Влияние СВЧ-излучения на сорбционные свойства целлюлозосодержащих материалов является более эффективным, чем химический способ воздействия, но менее выраженным, чем обработка отходов ультразвуком.

Наилучшими сорбционными свойствами по ионам цинка обладают образцы древесных отходов, обработанные СВЧ-излучением, а менее выраженными сорбционными свойствами по сравнению с другими образцами обладают необработанные древесные опилки. Сорбционная емкость образцов, подверженных химической обработке и ультразвуком, занимает промежуточное значение.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что целлюлозосодержащие материалы (древесные опилки) обладают сорбционными свойствами по отношению к ионам цинка и меди.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Лихачева, А.В. Химия окружающей среды. Лабораторный практикум: учеб.-метод. пособие для студ. / А.В. Лихачева, Л.А. Шибека. – Минск: БГТУ, 2011. – 204 с.

### **ХАРАКТЕРИСТИКА ОТХОДОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

В настоящее время гальваническое производство получило широкое распространение во всём мире. Гальванические покрытия применяют для улучшения различных свойств поверхности деталей или изделий: коррозионной стойкости, износостойкости, твёрдости, внешнего вида и др.

Вместе с тем, гальваническое производства является источником загрязнения окружающей среды, прежде всего за счёт образования промывных сточных вод и отходов, к которым относятся отработанные технологические растворы, гальваношламы и осадки очистных сооружений гальванических производств. Осадки очистных сооружений гальванических производств образуются постоянно при очистке промывных сточных вод и являются наиболее крупнотоннажными, что обусловлено большими объемами образования сточных вод. Гальванические шламы и отработанные технологические растворы образуются периодически и в меньших количествах.

Отработанные технологические растворы в соответствии с Классификатором отходов, образующихся в Республике Беларусь, относятся к жидким отходам гальванического производства, вследствие чего их сброс со сточными водами запрещен. Тем не менее на предприятиях Беларуси часто наблюдается такая практика. Гальваношламы также обычно смываются со сточными водами. Такой подход приводит к нарушению работоспособности очистных сооружений и снижению их эффективности. Данная проблема осложняется малым количеством вариантов использования этих отходов гальванического производства. Отработанные технологические растворы в настоящее время, как правило, регенерируют и возвращают в техпроцесс, однако, число циклов регенерации ограничено вследствие накопления в них примесей. Предлагается использовать отработанные электролиты для получения пигментов, однако это сложный, трудоёмкий и водоёмкий процесс. Обращение с гальваношламами наименее изучено. В соответствии с реестром объектов по использованию отходов смеси гальванических шламов принимаются на переработку только двумя предприятиями: ООО «Функциональные продукты» (г. Минск) и ЗАО «Лидский керамзитовый завод».

Осадок очистных сооружений гальванических производств различными авторами предлагается использовать в производстве стройматериалов (керамический кирпич, керамзит, цемент и др.), для получения пигментов, сорбентов, глазурных покрытий, добавок в металлургической промышленности [1, 2]. Хотя научных разработок в этой области довольно много, в настоящее время в реестре объектов по использованию отходов зарегистрировано лишь одно предприятие, принимающее на переработку осадки очистных сооружений гальванических производств – ПЧУП «Катпромстрой» (Витебская обл.).

Таким образом, можно утверждать, что проблема использования отходов гальванического производства является актуальной. На данный момент следует рассматривать два подхода к сложившейся ситуации: снижение общего количества образования отходов, прежде всего осадков очистных сооружений гальванических производств (например, применение ионообменного метода очистки сточных вод) и поиск более оптимальных способов использования отходов в различных направлениях промышленности.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Бабков, В. В. Утилизация осадков сточных вод гальванических производств / В. В. Бабков, Д. М. Закиров, А. Н. Чулков. – Москва : Руда и металлы, 2003. – 272 с.
2. Рашевская, И.В. Разработка комплексной технологии обработки и утилизации осадков сточных вод гальванических производств/ И.В. Рашевская. – Москва: Машиностроение, 1999. – 112 с.

## ПОЛУЧЕНИЕ АНАЛИТИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ ПРОЦЕССА РАЗМОЛА ЩЕПЫ НА ВОЛОКНА

Размол древесины – это одна из ответственных операций в технологии производства древесноволокнистых плит. От качества и степени размола зависят процессы отлива и обезвоживания ковра, прессования и термовлагообработки плит и соответственно качественные показатели готовых плит.

Целью настоящей работы являлось получение аналитического описания процесса работы дефибратора, выполняющего размол щепы на волокна в производстве древесноволокнистых плит и МДФ. Наличие такого математического аппарата позволяет оптимизировать процесс дефибрирования, получить волокно требуемого качества и снизить энергозатраты на производство волокна..

В промышленных условиях цеха ДВП ОАО «Борисовский ДОК» для определения требуемого режима работы дефибратора используется диаграмма, которая может быть представлена в табулированном виде (таблица).

Таблица – Зависимость производительности дефибратора от частоты разгрузочного шнека

Номер измерения	Производительность дефибратора, т/ч, $x_1$	Насыпная масса щепы, $\text{кг/м}^3$ , $x_2$	Частота вращения разгрузочного шнека, $\text{мин}^{-1}$ , $y$
1	3	160	15
2	3	170	17
3	3	180	20
4	5	160	24
5	5	170	27
6	5	180	32
7	7	160	31
8	7	170	38
9	7	180	45

Анализ данных показывает, что они полностью по структуре соответствуют полному факторному эксперименту для трех факторов. Данные диаграммы были обработаны в электронных таблицах Excel с получением линейного уравнения регрессии с парными взаимодействиями факторов:

$$Y=20.95833-13,9583x_1-0,1125x_2+0,1125x_1x_2$$

Коэффициент уравнения были проверены на значимость, а адекватность и эффективность уравнения регрессии были подтверждены с применением критерия Фишера [2].

Полученное уравнение позволяет быстро и точно определить частоту вращения разгрузочного шнека дефибратора, что определяет время нахождения щепы в зоне размола и, соответственно, обеспечивает требуемую степень помола волокна.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Технология древесноволокнистых плит : учеб. пособие для студентов специальности 1-48 01 05 «Химическая технология переработки древесины» специализации 1-48 01 05 02 «Технология древесных плит и пластиков» / Т. В. Соловьева [и др.]. – Минск : БГТУ, 2012.

2. Кулаичев А.П. «Методы и средства комплексного статистического анализа данных», 512 с.,ил., 5-е изд., перераб. и доп. ИНФРА-М, 2017.

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПЕЛЛЕТ С ПОНИЖЕННОЙ СОРБЦИОННОЙ ВЛАЖНОСТЬЮ

При оценке качества древесных топливных гранул (пеллет) большое значение имеет их влажность, существенно влияющая на теплотворную способность. Она зависит не только от технологических параметров их производства, но и от их способности поглощать пары воды из окружающего воздуха при хранении и транспортировке. Численно эту способность можно охарактеризовать равновесной сорбционной влажностью, которая равна влажности материала после окончания процесса поглощения им паров воды из воздуха. Пеллеты при транспортировке в больших количествах достаточно часто герметично не упаковываются и могут частично разрушаться в процессе транспортировки. При этом изделия могут впитывать влагу из воздуха, что будет снижать их качество. Для сохранения исходного качества, в том числе прочности и теплотворной способности пеллет целесообразно использовать их поверхностную обработку различными гидрофобизаторами.

Целью работы являлась разработка технологии снижения сорбирования пеллетами влаги в условиях повышенной влажности воздуха и оценка эффективности обработки поверхности гидрофобизатором.

В качестве объекта исследования нами были выбраны еловые пеллеты без коры и с содержанием коры 12%. На поверхность пеллет методом пневматического распыления наносили гидрофобизатор в количестве 0,2% в соответствии с требованиями ISO 12225-2 [1]. В качестве гидрофобизатора использовали смесь петролейного эфира (ПЭ) и рапсового масла (РМ). Виброустойчивость (стойкость к механическому воздействию – вибрации) определялась с помощью лабораторной сортировки HAVER EML 200 digital plus при амплитуде колебаний 3,0 мм в течении 15 минут.

За основу методики определения сорбционного увлажнения был взят ГОСТ 24816–2014 [2]. В климатической камере поддерживалась относительная влажность воздуха  $98 \pm 0,5\%$ . Исходные пеллеты и пеллеты с гидрофобизированной поверхностью выдерживались в камере в течении 240 мин. Результаты эксперимента приведены в таблице.

Таблица – Влияние поверхностной обработки пеллет на сорбирование влаги

Вид пеллет	Расход смеси РМ+ПЭ, % от а.с. пеллет	Сорбированная влага, %, при времени увлажнения в климатической камере			
		20	40	60	240
Еловые, без коры	0,0	2,26	4,25	7,01	12,93
Еловые, без коры	0,2	0,93	1,48	2,03	2,59
Еловые, содержание коры 12%	0,2	1,245	2,06	2,46	3,20

Вибрационная устойчивость пеллет с гидрофобизированной поверхностью несколько увеличилась – доля мелкой фракции (размеры частиц  $< 3,15$  мм) после испытания на виброустойчивость уменьшилась, что можно объяснить связывающим эффектом гидрофобизатора по отношению к мелким древесным частицам, находящимся на поверхности пеллет.

Таким образом, обработка поверхности пеллет гидрофобизатором с помощью пневматического распыления с расходом 0,2% позволяет снизить равновесную сорбционную влажность при относительной влажности воздуха  $98 \pm 0,5\%$  с 12,93% до 2,59-3,20%

### ЛИТЕРАТУРА

1. ISO 12225-2:2021. Solid biofuels – Fuel specifications and classes – Part 2: Graded wood pellets.

2. Материалы строительные. Метод определения равновесной сорбционной влажности: ГОСТ 24816–2014. – Введ. 01.07.2015. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2014. – 7 с.

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СНИЖЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ СВОБОДНОГО ФОРМАЛЬДЕГИДА В ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТАХ ПОСЛЕПРЕССОВОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ**

Проблема содержания свободного формальдегида в древесных плитах остается актуальной, поскольку подавляющее количество продукции выпускается на основе карбамидоформальдегидных смол. Решение существующей проблемы лежит в нескольких плоскостях: использование низкомолекулярных смол с невысоким молярным соотношением карбамид : формальдегид; применение различных акцепторов формальдегида в композиции плит; оптимизация параметров горячего прессования. Перечисленные методы приводят, как правило, к снижению физико-механических показателей плит либо снижению производительности прессового оборудования.

Нами предлагается технология послепрессовой термической обработки древесных плит, которая может позволить эффективно удалить значительную часть свободного формальдегида из продукции.

При проведении эксперимента был реализован план Кифера (Ki) для двух факторов – продолжительность и температура термообработки МДФ [1]. Добавлен был контрольный опыт – плиты не подвергались термической обработке. Условия и результаты реализации плана приведены в таблице.

Таблица Влияние параметров термической обработки на показатели МДФ

Номер опыта	Параметры термообработки		Значения показателей плит		
	Время, мин	Температура, °С	Предел прочности при изгибе, МПа	Разбухание, %	Содержание свободного формальдегида, мг/100 г а.с. плиты
1	30	120	45,3	19,9	14,2
2	30	140	44,2	20,4	12,6
3	30	160	40,2	24,5	10,5
4	45	120	46,0	21,2	12,0
5	45	140	43,1	18,8	10,3
6	45	160	40,4	21,0	9,2
7	60	120	46,4	23,9	9,9
8	60	140	42,8	21,5	9,0
9	60	160	48,9	22,3	8,4
10	–	–	46,1	20,5	16,4

Анализ данных показывает, что при использованных параметрах термообработки прочность и водостойкость плит существенно не изменяются, т.е. термодеструкции связующего не происходит. Наибольший предел прочности при изгибе 48,9 МПа достигается при наиболее сильном термическом воздействии - максимальных температуре и продолжительности. Это можно объяснить завершением процесса поликонденсации карбамидной смолы. При этом решается главная задача - достигается существенное снижение содержания свободного формальдегида в плитах при указанных параметрах – с 16,4 мг/100 г а.с. плиты в контрольном образце до 8,4 мг/100 г а.с. плиты.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Кулаичев А.П. «Методы и средства комплексного статистического анализа данных», 512 с.,ил., 5-е изд., перераб. и доп. ИНФРА-М, 2017.

**СЛОНОВЬЯ НОГА: САМЫЙ ОПАСНЫЙ ОБЪЕКТ В ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС**

Считается, что Чернобыль, который давно превратился в зону отчуждения, уже не опасен. Уровень радиоактивной угрозы объекта за 37 лет после аварии действительно снизился, однако там осталось место, приближение к которому по-прежнему смертельно опасно.

Обнаружение этого странного объекта относится к поздней осени 1986 года. Команда ликвидаторов катастрофы на Чернобыльской АЭС сумела проникнуть в подземный коридор аварийного четвертого реактора. Внутри так называемого бассейна-барботера, куда вел узкий проход, они обнаружили застывшую лаву, вытекшую из активной зоны. Радиоактивный натек, позднее получивший название «слоновья нога», имел серый цвет с металлическими бликами и стекловидными вкраплениями по бокам. Предварительная оценка веса объекта – 11 тонн. Результаты исследования радиоактивного вещества показали, что в составе массы в избытке содержались диоксид кремния, уран, цирконий, титан, магний, графит и силикатное стекло. Стекловидную массу прозвали просто «ЛАВА». Это сверхплотное вещество, практически не поддающееся сверлению [1].

«Слоновья нога» изначально имела уровень мощности экспозиционной дозы гамма-излучения более 14 500 рентген в час. При такой мощности излучения за три минуты будет набрана поглощенная доза, которая в течение 2-3 месяцев приведет к гибели половины облученных от острой лучевой болезни [2].

Для того чтобы предотвратить распространение радиоактивных элементов из разрушенного четвертого энергоблока Чернобыльской АЭС, к ноябрю 1986 года над ним в спешном порядке построили изоляционное сооружение. Оно получило официальное название «Укрытие» и неофициальное — «Саркофаг». В 2007 году началось строительство «Укрытия-2», арочного защитного сооружения, которое в 2017 году надвинули на четвертый энергоблок поверх «Саркофага», проникнуть под «Саркофаг» больше невозможно [3].

Были опасения, что радиоактивные вещества могут проникать глубже в землю и вступать в контакт с грунтовыми водами, ставя под угрозу жизни людей, которые этой водой пользуются. Однако на 2016 год никаких продвижений массы вглубь не зафиксировано. Единственное – это продолжающийся ядерный распад, который делает «слоновью ногу» на несколько градусов теплее окружающей среды. Тем не менее даже такое излучение все еще опасно для человека, находящегося вблизи объекта [1].

«Слоновья нога» до сих пор излучает тепло и плавится, проникая все глубже под основание Чернобыльской АЭС. Если она дойдет до грунтовых вод, это может вызвать новый катастрофический взрыв или выброс радиоактивных веществ в близлежащие водоемы. Прошло уже много лет с тех пор, как эта масса радиоактивных отходов вытекла из активной зоны, но она до сих пор показывает, насколько опасна атомная энергия. «Слоновья нога» будет находиться на своем месте в темном подземелье под саркофагом из стали и бетона еще сотни лет, символизируя то, как самый мощный инструмент человека вышел из-под его контроля.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Техногенные продукты взаимодействия ядерного топлива и конструкционных материалов, образовавшиеся в результате аварии на Чернобыльской АЭС/ Андерсон А.Е. и [др.] // Радиохимия, № 5. – 1992. –С. 144–155.
2. Слоновья нога [Электронный ресурс]: Википедия. Свободная энциклопедия. – Режим доступа [https://ru.wikipedia.org/wiki/Слоновья\\_нога](https://ru.wikipedia.org/wiki/Слоновья_нога). Дата доступа: 13.11.2023
3. Арутюнян, Р. В. Уроки Чернобыля и Фукусимы: актуальные проблемы совершенствования системы защиты населения и территорий при авариях на АЭС / Р. В. Арутюнян // Медицинская радиология и радиационная безопасность. — 2016. — № 3. — С. 36.

**ХАРАКТЕРИСТИКА СТОЧНЫХ ВОД МОЛОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Предприятия молочной отрасли характеризуются высокими объемами водопотребления и количества сточных вод. Загрязненные сточные воды образуются при мойке оборудования, автомобильных цистерн, тары, технологических трубопроводов. Они являются высококонцентрированными, содержат потери молока и молочных продуктов, реагенты после мойки тары и оборудования. Количество сточных вод составляет от 1,0 до 6,0 л на 1 л переработанного молока. Концентрация загрязняющих веществ в сточных водах существенно зависит от вида выпускаемой продукции. Концентрация фосфора в сточных водах может изменяться в пределах 8–200 мг/л, азота 60–200 мг/л, жира 100–200 мг/л, соотношение ХПК/БПК<sub>5</sub> для различных производств колеблется от 1,2 до 1,9 (в среднем 1,45) [1].

Цель работы – установить состав промывных сточных вод молочного производства для выбора варианта очистки. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: отобраны промывные сточные воды на предприятии; определен перечень загрязняющих веществ и методики их определения; определен состав; проведен анализ литературных источников и наилучших доступных технических методов по вариантам очистки сточных вод молочного производства.

В результате проведения лабораторного опыта были определены показатели ХПК, БПК, взвешенные вещества, рН, фосфаты, сульфаты, сухой остаток, хлориды, железо общее. Определение ХПК проводили экспресс-методом, определение БПК основано на определении растворенного кислорода, взвешенные вещества и сухой остаток – гравиметрическим методом, фосфаты – фотометрически с молибдатом аммония, сульфаты – турбидиметрически, железо общее – фотометрически с сульфосалициловой кислотой, хлориды и рН – потенциометрически. Результаты определения и нормативы концентраций представлены в таблице.

Таблица – Характеристика определяемых показателей в сточных водах

Определяемый показатель	Концентрация	Норматив
ХПК, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	560	1000
БПК, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	300	400
Взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>	78	400
рН, ед. рН	7,5	6,0-9,0
Фосфаты, мг/дм <sup>3</sup>	8,7	10
Сульфаты, мг/дм <sup>3</sup>	81	500
Сухой остаток, мг/дм <sup>3</sup>	1610	1000
Хлориды, мг/дм <sup>3</sup>	389	350
Железо общее, мг/дм <sup>3</sup>	1,5	2,0

Содержание загрязняющих веществ в исследуемых сточных водах соответствует нормативным требованиям, за исключением концентрации хлоридов, железа и сухого остатка. По результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что соотношение БПК/ХПК составляет 1,87, что свидетельствует о целесообразности биологической очистки сточных вод.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Ануфриев, В.Н. Очистка сточных вод предприятий молочной промышленности / В.Н. Ануфриев // Экология на предприятии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ecologia.by/number/2014/%205/UR1\\_5\\_2014\\_11/](https://ecologia.by/number/2014/%205/UR1_5_2014_11/). – Дата доступа: 20.11.2023.

**ПРОБЛЕМЫ КОМПСТИРОВАНИЯ ОТХОДОВ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ  
ПАРФЮМЕРНО-КОСМЕТИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

При производстве парфюмерно–косметической продукции из растительного сырья образуются отходы производства специфического состава. Обусловлено это тем, что остатки растительного сырья пропитаны экстрагирующими веществами, например, пропиленгликолем, растительным маслом и др.

На основании анализа литературных данных по способам переработки подобных отходов, был сделан вывод о целесообразности их биокомпстирования с целью получения органических удобрений, почвоулучшающей добавки.

В работе отходы компстировали в смеси со структурообразующей добавкой (опилки, кора, листва) в соотношении 4:1 по сухому веществу. При проведении компстирования поддерживали следующие параметры: влажность 60 %; рН компстной смеси 6,5–8; температурный режим 45–80 0С; перемешивание через каждые две недели. Продолжительность компстирования 10 месяцев.

Было установлено, что наибольшей степени биодegradации подверглись пробы после масляной экстракции. Эти же пробы характеризуются наибольшим содержанием соединений азота, фосфора и калия. Однако растительное масло замедляет процесс. В остальных пробах процесс дегradации идёт ещё медленнее, что связано с тем, что растительные отходы содержат пропиленгликоль, который используется при получении экстрактов. Установлено, что пропиленгликоль обладает бактерицидными свойствами, поэтому процесс компстирования замедляется.

Таким образом, как показали выполненные исследования по компстированию данных отходов, они не подвергаются биотермическому разложению, т.к. содержащиеся в отходах экстрагирующие вещества, угнетают деятельность микроорганизмов, участвующих в процессе. Другой проблемой возможно является то, что на предприятии перерабатывается несколько десятков растений и соответственно образуются отходы сильно отличающиеся по составу, а также содержащие биологические активные вещества, обладающие антисептическим, антибактериальным, противогельминтным и другими свойствами, что также влияет на скорость процесса компстирования.

Проанализировав причины, приводящие к снижению скорости компстирования данных отходов, пришли к выводу, что требуется их подготовка, предусматривающая предварительное удаление экстрагирующих веществ, например за счет фильтрования, промывки. Исследования проводили с использованием как прямоточной промывки, так и противоточной.

По результатам прямоточной промывки установлено, что при подаче чистой воды на каждой ступени, таких ступеней достаточно пять. При этом расход чистой воды в 5 раз больше, чем при противоточной промывке.

По результатам противоточной промывки установлено, что происходит дополнительная экстракция органических веществ из отходов, поэтому общее солесодержание увеличивается в 9,6 раз, а содержание органических веществ в 11 раз. При прямоточной промывке на всех стадиях используется чистая вода, а при противоточной промывке от пятой ступени к первой в промывной воде увеличивается концентрация пропиленгликоля, который вымывается их отходов и является экстрагирующим веществом.

Процесс компстирования предварительно подготовленных отходов увеличивается в несколько раз и продолжительность компстирования сокращается до 3 месяцев.

Однако, предварительная подготовка отходов приводит к образованию побочных отходов: фильтрата, представляющего собой экстракт из растений биологически активных веществ, который может быть использован в производстве парфюмерно-косметической продукции, и промывные сточные воды.



**ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ ПАРФЮМЕРНО-КОСМЕТИЧЕСКОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

Производство парфюмерно–косметической продукции в настоящий момент является одной из наиболее развивающихся отраслей промышленности. Продукты приобретают все большую популярность на рынке и пользуются огромным спросом среди лиц всех возрастов. В результате производства парфюмерно-косметической продукции образуются различные по своим свойствам отходы. К ним относятся отходы, образующиеся при производстве (технологические отходы и брак производимой продукции) и потреблении (хранении и реализации готовой продукции, использования по прямому назначению), которые представлены как тарой, так и неиспользованными веществами парфюмерно-косметических средств.

Накопление парфюмерно-косметических отходов происходит преимущественно в многообразных обширных территориальных зонах – на предприятиях и складских помещениях по их производству, торговых центрах, парикмахерских, косметических салонах, лечебно-профилактических заведениях, а также в местах накопления и сбора твердых коммунальных отходов жилых и производственных зданий.

В Республике Беларусь более 100 компаний занимаются производством парфюмерно-косметических товаров. В производстве экстрактов из растительного сырья образуются отходы растительного сырья, которые из-за особенностей своего состава на данный момент не перерабатываются и вывозятся на объекты захоронения отходов.

Технология производства экстрактов характеризуется образованием отходов растительного сырья, которые представляют собой измельченные растительные остатки с размерами частиц около 3-5 мм пропитанные пропиленгликолем либо растительным маслом. По Классификатору отходов их относят к отработанному сырью (травы, корни, ветки и прочее), код отхода – 1142800. Норматив образования – 0,2 кг растительного сырья на 1 кг выпущенных экстрактов.

На сегодняшний день данные отходы не используются, и вывозятся на полигон ТКО. Данный способ обращения с отходами неприемлем. Наиболее целесообразным способом обращения с данными отходами является их компостирование. Однако, проведенные исследования, показали, что данные отходы не подвергаются компостированию из-за их стабилизации остаточным содержанием экстрагирующего вещества. Поэтому перед компостированием данные отходы должны быть подготовлены с целью удаления остатков экстрагирующего вещества: фильтрование с последующей многоступенчатой промывкой.

Растительные отходы являются естественным источником питательных веществ. Поэтому их можно использовать в качестве удобрения, для улучшения свойств почвы и повышения ее плодородия. Для этого их можно запахивать в почву на несколько месяцев (для протекания процессов трансформации экстрагирующих веществ, угнетающих действие почвенных организмов), с последующим использованием для нужд сельского хозяйства.

Рассматриваемые отходы можно использовать на этапе биологической рекультивации для формирования корнеобитаемого слоя, их использование при технической рекультивации возможно после компостирования (стабилизации по составу) в смеси с неорганическими отходами (например, строительные отходы, отходы от разборки зданий и пр.).

мульчировании, т.е. покрытия почвы тонким слоем отходов, что снизит испарение влаги и уменьшит влияние солнечных лучей на температуру почвы.

Из-за высокого содержания в отходах органического вещества их можно рассматривать в качестве выгорающей добавки при производстве строительных материалов. Они также могут применяться в качестве наполнителей при производстве строительных материалов.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Эффективным способом очистки сточных вод являются сорбционные методы. Движущей силой процесса выступает разность химических потенциалов вещества в свободном и адсорбированных состояниях. В настоящее время используют углеродные сорбенты (полукокс, активированные угли, сажа, углеродные молекулярные сита, углеродные волокна и ткани), минеральные сорбенты (силикагели, алюмогели, цеолиты).

В научных публикациях [1,2] в качестве сорбционных материалов для очистки сточных вод предлагают использовать цеолитсодержащие отходы, образующиеся в различных технологических процессах. Цеолиты, входящие в состав отходов, обладают строго регулярной кристаллической структурой. Каркас кристалла цеолита состоит из структурных первичных тетраэдрических элементов, соединенных между собой общими атомами кислорода. Цеолиты обладают молекулярно-ситовым эффектом и позволяют сорбировать вещества с определенным размером молекул, а также эффективны при использовании в качестве ионообменных материалов.

Цель работы – анализ возможности использования цеолитсодержащих отходов для очистки сточных вод. Задачи: анализ научных публикаций об очистке сточных вод цеолитами и цеолитсодержащими отходами; классификация цеолитсодержащих отходов в соответствии с законодательством Республики Беларусь; выводы и планирование дальнейшего исследования по сорбционной очистке сточных вод.

В соответствии с общегосударственным классификатором Республики Беларусь ОКРБ 021-2019 к цеолитсодержащим отходам относят: цеолиты отработанные, отработанные молекулярные сита-цеолиты процессов осушки водородсодержащего газа, осушки азота в воздушных компрессорах, цеолиты природные синтетические в гранулах производства этилена и пропилена, осушки попутного нефтяного газа, цеолиты синтетические отработанные, цеолиты незагрязненные, а также цеолитсодержащие катализаторы (например, катализаторы испорченные загрязненные и их остатки).

В качестве объекта исследования выбран отработанный катализатор на основе специально синтезированного алюмосиликата, образующийся на установке каталитического крекинга. В настоящее время отход собирается в бункере отработанного катализатора, расположенного на территории установки, далее вывозится в отвал промышленных отходов на хранение, а также используется для производства строительных материалов. При этом результаты проведенных ранее экспериментальных исследований свидетельствуют, что величина полной статической обменной емкости (ПСОЕ) отработанного цеолитсодержащего отхода по ионам железа, меди и цинка составляет  $0,87 \pm 0,05$  ммоль-экв/г,  $0,51 \pm 0,05$  ммоль-экв/г,  $0,54 \pm 0,05$  ммоль-экв/г соответственно. После кислотной обработки величина ПСОЕ по ионам железа существенно увеличивается. Значение ПСОЕ составляет по ионам железа (III) –  $1,7 \pm 0,05$  ммоль-экв/г, меди (II) –  $1,6 \pm 0,05$  ммоль-экв/г, цинка –  $1,5 \pm 0,05$  ммоль-экв/г.

Таким образом, проведенный анализ свидетельствует о возможности и целесообразности использования отработанного цеолитсодержащего катализатора и продуктов его переработки в качестве сорбента для очистки сточных вод.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Козловская, И.Ю. Переработка отработанного катализатора крекинга углеводородов / И. Ю. Козловская, В.Н. Марцуль // Природные ресурсы. – 2013. – №1. – С.119–123.
2. Козловская, И. Ю. Комплексная переработка отработанного катализатора крекинга / И. Ю. Козловская, В. Н. Марцуль // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2013. – № 25. – С. 90–94.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛЕРОД-КРЕМНИСТЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ТЕПЛОПРОВОДЯЩИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭТИЛЕНА**

Полимеры широко используются в промышленности и в повседневной жизни из-за их разнообразной функциональности, однако большинство из них обладают низкой теплопроводностью. Для увеличения теплопроводности полимеров их свойства модифицируют путем введения микро-, субмикро- или наноразмерных наполнителей с высокой теплопроводностью, и одними из таких наполнителей являются углеродсодержащие материалы (графит, технический углерод, углеродные нанотрубки и т.п.).

Как известно, низко и средне наполненные полимеры имеют теплопроводность 0,3–2 Вт/(м·К), что является низким значением для эффективного рассеивания тепла, необходимого для многих технических применений, в то время как высоконаполненные (больше 50 об. доля, %) полимерные композиты могут обладать теплопроводностью до 32 Вт/(м·К) [1].

Разработка полимерных композиционных материалов с использованием различных экологически чистых наполнителей является областью активных исследований. Так, широко распространенным растительным сырьем для производства углеродных наполнителей путем карбонизации является рисовая шелуха. Также, одним из перспективных углеродных наполнителей является углерод-минеральный наполнитель, являющийся побочным продуктом добычи углистых сланцев.

Цель данного исследования – изучение возможности применения натуральных углеродсодержащих наполнителей в качестве теплопроводящего наполнителя для полиэтилена.

В качестве матрицы исследуемых композиций был использован полиэтилен высокой плотности (ПЭНД) марки HD85612 IM, являющийся сополимером этилена с гексеном-1 высокой плотности.

В качестве наполнителей были использованы: углерод-кремнистый наполнитель зола рисовой шелухи (состав: 47,26% углерод, 50,38% кремнезем, 2,36% прочее) и углерод-минеральный наполнитель (состав: 64,31 % углерод, 29,37% кремнезем, 6,32% прочее).

Также в состав композиций входила пластифицирующая добавка полиэтиленовый воск марки ПВ-200, поскольку эмпирическим путем было установлено, что без добавления пластификатора возможно создание композиций лишь до 50 масс. % наполнителя что не соответствует цели нашего исследования.

В ходе исследования получили следующие результаты: ненаполненный ПЭНД имел коэффициент теплопроводности равный 0,41 Вт/(м·К), при наполнении золой в количестве 50 масс. % теплопроводность снизилась на 31% и составила 0,313 Вт/(м·К); при наполнении в 60 и 70 масс. % – коэффициент незначительно увеличился на 15% и составил 0,47 Вт/(м·К).

Также для сравнения влияния различных углеродных наполнителей на теплопроводность полиэтиленовых композиций, было решено приготовить композицию с 50 масс. % наполнением углерод-минеральным наполнителем. В результате теплопроводность данной полиэтиленовой композиции выросла на 26% и составила 0,518 Вт/(м·К), что на 40% больше, чем теплопроводность аналогичной композиции, но с золой рисовой шелухи.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что, несмотря на некоторое увеличение коэффициента теплопроводности в полученных композициях, данные углеродные наполнители не рекомендуется использовать для повышения теплопроводности в композициях на основе полиэтилена.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Han, Z. Thermal conductivity of carbon nanotubes and their polymer nanocomposites: a review / Z. Han, A. Fina // Progress in Polymer Science. – 2011. – Vol. 36, № 7. – P. 914–944.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТРИЦ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВСПЕНИВАНИЯ ОГНЕЗАЩИТНЫХ СОСТАВОВ

Одной из причин быстрого разрушения и нарушения целостности зданий при пожаре является потеря несущей способности при быстром нагревании. Применение огнезащитных лакокрасочных материалов позволяет повысить огнестойкость до необходимого уровня. Качество огнезащиты целиком зависит от применяемых в составах функциональных компонентов и полимерных матриц, играющих роль связующего. В научно-технической литературе есть единичные исследования, посвященные влиянию определенных связующих на огнезащитные характеристики вспенивающегося состава, но связующее играет важную роль в развитии процесса вспенивания. Известно, что полимерные связующие могут ингибировать этот процесс, поэтому их содержание должно строго фиксироваться. Как правило, широко применяются связующие, представляющие собой дисперсии, а также эпоксидные, кремнийорганические и акриловые полимеры [1].

С целью определения влияния полимерных матриц различной природы на эффективность вспенивания, был разработан ряд огнезащитных композиций на различных связующих: акриловая смола Neocryl B-725, эпоксидная смола YD-011 в комплексе с отвердителем G052 и эпоксидная смола KER-300 в комплексе с отвердителем. Помимо этого, в состав огнезащитных композиций входила классическая триада функциональных наполнителей (ФН) «полифосфат аммония– пентаэритрит– меламина». Для разработки рецептур были взяты соотношения «функциональные наполнители – связующее» в количестве 40/60, 50/50, 60/40, 70/30, 80/20 процентов от массы всего состава. Данный выбор был сделан с целью исследования влияния содержания полимера на огнезащитные характеристики, а также определения оптимального количества полимерной матрицы в огнезащитном составе с разным связующим.

В данной работе эффективность огнезащитных составов оценивали по увеличению высоты вспененного слоя по отношению к начальной толщине покрытия (коэффициент вспенивания) после выдержки в муфельной печи в течении 5 минут при температуре  $600 \pm 10^\circ\text{C}$ . Высоту вспененного слоя определяли как среднее арифметическое 6 его точек. Толщины покрытий составляли  $400 \pm 10$  мкм. Коэффициент вспенивания является важнейшим параметром при определении эффективности огнезащитных покрытий. Высокое значение коэффициента говорит о более полном протекании реакции коксообразования и образовании устойчивого коксового каркаса, обеспечивающего барьерные свойства. Результаты исследований представлены в таблице.

Таблица – Коэффициенты вспенивания огнезащитных составов

Соотношение «наполнитель-полимер», %	Коэффициент вспенивания (мм)		
	Neocryl B-725	YD-011	KER-300
40/60	16,99	66,13	49,16
50/50	44,66	72,53	43,77
60/40	54,79	83,67	20,67
70/30	83,50	33,67	13,92
80/20	27,23	27,76	11,15

Таким образом установлено, что на коэффициент вспенивания огнезащитных составов влияет не только природа связующего, но и его качество. Как видно из таблицы, составы на основе эпоксидной смолы YD-011 имеют большее значение коэффициента вспенивания, чем составы со смолой KER-300. Также установлено, что при меньшем содержании функциональных наполнителей акриловые составы имеют меньший коэффициент вспенивания, чем эпоксидные, а при содержании наполнителей от 60 до 70 % наблюдается резкое его увеличение, что для эпоксидных составов не характерно.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Ненахов, С. А., Пименова, В.П. Влияние наполнителей на структуру пенококса на основе полифосфата аммония// Пожаровзрывобезопасность. Сер.7 –2009. – Т. 18. – С. 51–58.

## **СОВМЕСТНОЕ ВВЕДЕНИЕ НАПОЛНИТЕЛЕЙ, УВЕЛИЧИВАЮЩИХ ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

На сегодняшний день широко применяются полимерные композиционные материалы (ПКМ), при производстве которых используется широкий спектр модифицирующих добавок с целью придания полимерам необходимого комплекса свойств.

В электронике и энергетике часто применяют полимеры в качестве изоляции проводов, кабелей, при изготовлении корпусов электрооборудования, гибких печатных плат. Но полимеры имеют низкую теплопроводность в диапазоне 0,1-0,5 Вт/м·К, а при работе электрооборудования часть электрической энергии преобразуется в тепловую, что ухудшает работу устройств и снижает срок их эксплуатации.

Поэтому стоит задача разработать ПКМ с высокой теплопроводностью.

В качестве полимерной матрицы в исследовании использовался линейный полиэтилен низкой плотности (ЛПЭНП) марки M3204RUP, а модифицирующими добавками являлись алюминиевая пудра Al марки ПАП-2 (ГОСТ 5494-95), гексагональный нитрид бора BN с размером частиц 100 мкм, карбид кремния SiC марки 63С F2000 с размером частиц 0,9-1,5 мкм. Для получения образцов была применена технология прессования.

Из литературных данных известно, что для достижения заметного увеличения теплопроводности необходимо введение наполнителя в количестве 50-60 масс.%, что приводит к значительному изменению физико-механических свойств.

Введение комбинации из двух наполнителей представляет особый интерес ввиду того, что по отдельности BN и SiC оказывают различное влияние на полимерную матрицу, а значит существует возможность их синергизма [1].

При введении BN в ПЭ в количестве 10 масс.% наблюдалось увеличение модуля упругости со 122 МПа до 586 МПа, а прочность при разрыве увеличилась с 8,1 МПа до 14,22 МПа. При дальнейшем увеличении содержания BN до 30 масс.% модуль упругости увеличился до 780 МПа, прочность при разрыве снизилась до 9,72 МПа.

При введении алюминия в количестве до 10 масс.% в полиэтиленовую композицию с содержанием BN 10 масс.% наблюдалось увеличение модуля упругости с 586 МПа до 810 МПа (увеличение на 38%), а прочность при разрыве уменьшилась с 14,22 МПа до 11,5 МПа (падение на 19%). При увеличении содержания BN до 30 масс.% модуль упругости увеличился до 1345 МПа, прочность при разрыве уменьшилась до 6,57 МПа.

Таким образом добавление Al в количестве до 10 масс.% позволяет увеличивать модуль упругости композиции при незначительном снижении прочности при разрыве.

Введение в композицию SiC в количествах 1 и 10 масс.% не привело к сколь-нибудь значительному изменению свойств.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Касперович, О.М. Наполнители с повышенной теплопроводностью в термопластичных полимерах / О.М. Касперович [и др.] // Импортозамещение, научно-техническая и экономическая безопасность : сборник статей V Международной научно-технической конференции «Минские научные чтения-2022», Минск, 7-9 декабря 2022 г. – Минск: БГТУ, 2022. – Т. 1 – С. 95-98.

### СУХИЕ ШАМПУНИ-ПУДРЫ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ БОРЬБЫ С СЕБОРЕЙНЫМ ДЕРМАТИТОМ

Сухой шампунь – порошок или спрей-аэрозоль, который при нанесении на волосы абсорбирует с них жир и грязь без использования воды, превосходная альтернатива обычному шампуню для волос в особых случаях. Действие сухого шампуня направлено на то, чтобы быстро придать свежесть причёске или подготовить волосы к укладке. Нанесенный на сухие загрязненные волосы, спрей очищает их без мытья.

Сухой шампунь – средство, быстро набирающее популярность, благодаря простоте его использования. С каждым годом на рынке появляется все больше производителей выпускающих данный вид продукции, разнообразие сухих шампуней настолько огромно, что может удовлетворить спрос любого, даже самого требовательного покупателя. Привлечь внимание к новой продукции довольно сложно, поэтому создание яркого, привлекающего своей новизной, оригинальностью образа является очень важной задачей, а иногда играет определяющую роль при выборе товара потенциальным потребителем. Целью данной работы было разработать шампунь-пудру на основе растительного сырья для лечения себорейного дерматита. Для этого вначале провели литературный обзор и отобрали растительное сырье и другие компоненты, которые можно использовать для достижения поставленной цели. Далее сырье проанализировали по различным показателям, которые позволяют подтвердить соответствующее качество сырья для его использования. Полученные результаты представлены в таблице.

Таблица – Результаты анализа сырья

Показатель	Ромашка	Мята	Календула	Шалфей	Крахмал	Глина	Уголь
Кс <sub>ух</sub>	0,91	0,93	0,91	0,91	0,90	0,99	0,96
Wотн, %	9,29	7,47	8,87	8,70	10,38	1,08	3,60

В ходе работы были разработаны два вида сухих шампуней-пудр.

Состав образца №1 содержит следующие компоненты: ромашка лекарственная, мята перечная, крахмал кукурузный, белая косметическая глина (для блондинок). Состав образца №2 – календула лекарственная, шалфей, древесный уголь, крахмал кукурузный, белая косметическая глина (для брюнеток).

Для упаковки образцов предлагается использовать баночки с пуховками (достаточно новое, модное направление упаковки, рисунок). Данный вид упаковки очень удобен, так как шампунь лучше всего наносить вбивающими движениями, а пуховка справляется с данной задачей лучше чего-либо другого.



Рисунок – Разработанная упаковка

Разработанные шампуни-пудры расширяют линейку сухих шампуней, предлагают новый вариант комбинирования растительного сырья и отвечают мировым тенденциям о защите экологии и популяризации традиционных шампуней.

**СТИМУЛИРОВАНИЕ РОСТА И РАЗВИТИЯ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ДРОЖЖЕЙ  
РАСТИТЕЛЬНЫМИ НАСТОЙКАМИ**

В современной хлебопекарной отрасли актуальными вопросами являются интенсификация технологического процесса, повышение качества готовых изделий. Важным фактором для достижения вышеуказанных требований является использование качественных хлебопекарных дрожжей (*Saccharomyces cerevisiae*). Основными показателями качества является физиологическая активность дрожжей, которая определяется их подъемной силой – способностью за установленное время обеспечить подъем теста до требуемого уровня – и характеризует сбраживание глюкозы и сахарозы комплексом ферментов дрожжей.

При производстве хлеба самыми длительными стадиями являются: подъем и расстойка теста. Приблизительное время данных стадий составляет 1-3 ч, в зависимости от температуры, влажности и используемых ингредиентов.

Целью данной работы было стимулировать рост и развитие хлебопекарных дрожжей растительными настояками.

В ходе исследований использовали два образца дрожжей: прессованные («Интерферм», Беларусь) и сухие («Компания Энзим», Украина).

Для начала определили концентрацию жизнеспособных клеток хлебопекарных дрожжей в исходных образцах дрожжей. Установили, что прессованные дрожжи более жизнеспособные по сравнению с сухими. Количество жизнеспособных клеток в образце прессованных дрожжей оказалось выше.

В ходе литературного поиска установили, что для активации хлебопекарных дрожжей можно использовать клевер красный (*Trifolium rubens*), мяту перечную (*Mentha × piperita*) и алоэ вера (*Aloe vera*) (соотношение сырье : экстрагент для получения настоек мяты перечной и алоэ вера – 1 : 10 и 1 : 25 для клевера красного). Растительное сырье предварительно измельчали до размера частиц 2-3 мм. Процесс настаивания проводили в течение суток (метод мацерации), далее извлечения фильтровали. Полученные настойки стерилизовали на водяной бане в течение 30 мин.

Для получения ночных культур дрожжей проводили культивирование клеток одной колонии в жидкой питательной среде (сусло-бульон) с добавлением полученных растительных настоек. Для наблюдения за ростом и состоянием развития хлебопекарных дрожжей проводили их высев на плотные питательные среды (сусло-агар). Результаты предоставлены в таблице.

Таблица – Результаты влияния растительных настоек на количество клеток хлебопекарных дрожжей

Настойки	Сухие дрожжи, КОЕ×10 <sup>7</sup>	Прессованные дрожжи, КОЕ×10 <sup>7</sup>
Алоэ вера	1,5	1,9
Клевер красный	2,7	5,4
Мята перечная	1,7	1,6
Контроль	1,5	3,0

Как видно из таблицы наибольшее положительное влияние на хлебопекарные дрожжи оказал клевер красный. Однако необходимо отметить, что добавление в питательную среду настоек алоэ вера и мяты перечной вызвало угнетение развития культуры прессованных дрожжей. Данный факт требует дополнительного исследования.

В ходе выполнения исследовательской работы предложен способ стимуляции роста хлебопекарных дрожжей растительными настояками и было исследовано их влияние на дрожжевые клетки.

**ФАРМАКОГНОСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СЫРЬЯ, ИСПОЛЬЗУЕМОГО ДЛЯ  
ПОЛУЧЕНИЯ АКВАРЕЛЬНЫХ КРАСОК**

Явления и объекты природы привлекают своей красотой, яркостью красок, разнообразием. Известно, что для большинства видов красок, например, акварельных, масляных, гуашевых, темперных – применяется одна и та же материальная основа, не меняющаяся долгие века. Люди научились окрашивать ткани натуральными красителями, которые содержатся в некоторых видах животных или в растениях. Растительные пигменты (красители) дают глубокие и мягкие цвета. Ткани, окрашенные такими красителями, при стирке не линяют, не выгорают на солнце, безопасны для здоровья.

Целью работы было изучение растительного сырья используемого для получения акварельных красок и получение акварельных красок.

Объектами исследования были выбраны листья березы (*Betula*), луковая шелуха (*Allium*) и ежевика (*Rubus*). Заготовку сырья осуществляли в начале сентября на территории Минской области, агрогородок Михановичи. Сырье высушили естественным воздушно-теневым способом.

Луковая шелуха – содержит фитонциды, которые определяют бактерицидное и антигельминтное свойства растений. Красящим пигментом выступает бета-каротин (желто-оранжевый цвет).

Ежевика – обладает антиоксидантной и противовоспалительной активностью, обусловленной содержанием полифенольных соединений. Красящим пигментом является антоциан (цвет от розового до темно-синего).

Листья березы – содержат эфирное масло, смолистые вещества, каротиноиды, фенолкарбоновые кислоты, горечи, флавоноиды, сапонины, дубильные вещества. В свежем виде выделяют летучие фитонциды с сильным бактерицидным действием. Краска из листьев получается ярко-желтой.

Фармакогностический анализ проводили по методикам, изложенным в [1]. При исследовании строения сырья опирались на описание микроскопических признаков представленных в Государственной фармакопее Республики Беларусь. В качестве примера представлены результаты для листьев березы. Относительная влажность высушенного растительного сырья составила 12%, насыпная плотность – 0,06 г/см<sup>3</sup>, средний угол откоса при определении сыпучести – 45°, содержание золы – 5,13 %, суммарное количество флавоноидов – 2%. Далее с помощью метода мацерации получили извлечения из растительного сырья, на основе которых приготовили образцы акварельных красок, представленные на рисунке.



Рисунок – Образцы акварельных красок

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Болтовский, В. С. Основы фитопрепаратов: учеб.-метод. / В. С. Болтовский, Е. А. Флюрик. – Минск: БГТУ, 2020. – 196 с.



**СТОЛОВАЯ СВЕКЛА – ИСТОЧНИК ЦЕННЫХ БАВ**

Окраску различным органам растений придают особые вещества – пигменты. Это органические соединения, присутствующие в клетках и тканях растений и окрашивающие их. Многие растительные пигменты используются в качестве красителей. Безопасны для здоровья только натуральные красители при отсутствии индивидуальной непереносимости компонентов. Природные красители можно получить из корней или стеблей, коры или листьев, цветов или плодов растений. Получение красителя зависит также от времени сбора растений. Известно, что при окраске соком свежих растений получают более яркие и интенсивные цвета, чем при окраске высушенными. Красители в фармакологии играют важную роль в процессе разработки и производства лекарственных препаратов. Они используются для различных целей, начиная от улучшения внешнего вида препарата до облегчения его использования и контроля качества.

В работе использовали свеклу столовую сорта «Цилиндра» (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* var. *conditiva* Alef.) – заготовку сырья осуществляли на территории Витебской области, Оршанского района, д. Стаховка (сентябрь 2023 г.). Для исследования использовали свежее сырье и высушенное с помощью лиофильной сушилки.

Исследования анатомо-морфологического строения изучаемого сырья проводили с использованием светового цифрового микроскопа. На рисунке представлена фотография сырья с кратностью увеличения  $\times 400$ .

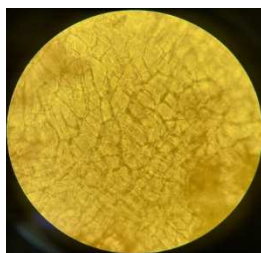


Рисунок – Клетки свеклы под микроскопом

В ходе исследования определили технологические свойства растительного сырья: влажность методом высушивания, насыпную плотность весовым методом, сыпучесть при свободном высыпании и угол естественного откоса, массу общей золы путем сжиганием сырья в муфельной печи до постоянной массы.

Далее в водной вытяжке, полученной методом мацерации, определили содержание беталаинов, бетаксантинов и флавоноидов спектрофотометрическим методом.

В таблице представлены полученные результаты.

Таблица – Результаты исследований

Показатель	Свежее сырье	Сухое сырье
Насыпная плотность, г/см <sup>3</sup>	1,30	0,16
Угол естественного откоса, °	45	35
Сыпучесть, г/с	-	11,20
Влажность, %	72,45	25,41
Масса общей золы, г	0,05	-
Сумма флавоноидов, %	следовые количества	4,15
Содержание беталаинов, мг/г	0,61	0,19
Содержание бетаксантинов, мг/г	0,32	0,09

По результатам исследования можно сделать вывод, что содержание беталаинов и бетаксантинов в свежем сырье выше, но сумма флавоноидов больше именно в сухом сырье. Дальнейшая работа будет направлена на определение содержания других БАВ.

**ФАРМАКОГНОСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЗВЕРОБОЯ И МЕЛИССЫ**

Мелисса лекарственная (*Melissa officinalis*) – многолетнее эфиромасличное травянистое растение, вид рода Мелисса (*Melissa*) семейства Яснотковые (*Lamiaceae*). Мелисса лекарственная успешно используется в народной и научной медицине многих стран мира. В мелиссе лекарственной содержатся биологически активные вещества (цитронеллаль, цитральгераниол, линалоол и др.), которые можно использовать для обогащения пищевых продуктов, в косметической отрасли, а также в фармацевтической.

Для лечения используют листья и верхушки стеблей с цветками мелиссы. Заготавливают траву во время цветения, срезая ножами или серпами цветущие.

Зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum*) – род цветковых растений семейства Зверобойные (*Hypericaceae*) порядка Мальпигиецветные (*Malpighiales*). Ранее этот род обычно рассматривали в составе семейства Клузиевые (*Clusiaceae*). Заготавливают траву зверобоя во время цветения с июня по август. Собирают ее в течение всего лета, срезая верхушки стеблей. Сушат сырье в хорошо проветриваемых, закрытых от солнца местах.

Целью работы является изучение фармакогностических показателей лекарственных растений: зверобоя и мелиссы.

Данные растения достаточно широко применяются как при производстве фитопрепаратов, так и при производстве лекарственной косметики.

Фармакогностический анализ сырья включал макро- и микроскопический анализ. Макроскопический анализ проводился визуально, микроскопический – с использованием светового цифрового микроскопа. Анализ технологических свойств растительных образцов включал определение: влажности сырья, насыпной плотности, сыпучести, общей золы, коэффициента сухости, суммы флавоноидов по методикам, изложенным в [1]. Полученные данные представлены в таблице.

Таблица – Результаты анализа растительного сырья

Показатель	Мелисса лекарственная	Зверобой продырявленный
Относительная влажность, %	11,43±0,57	7,92±0,40
Насыпная плотность, г/см <sup>3</sup>	0,11±0,01	0,22±0,01
Средний угол откоса, град	45±4	50±3
Содержание золы, %	14,2±0,6	7,6±0,5
Коэффициент сухости	0,89±0,03	0,92±0,04
Сумма флавоноидов, %	1,4±0,1	1,8±0,1

Данные показатели необходимы при разработке технологической схемы процесса получения лекарственной косметики, на основе зверобоя продырявленного и мелиссы лекарственной.

Проанализировав литературные данные и собственные экспериментальные результаты, можно сделать вывод, что данные растения можно использовать для производства лекарственной косметики.

Дальнейшая работа будет направлена на разработку технологии получения новых форм косметики, а именно мыло, скраба, помады на основе зверобоя и мелиссы.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Болтовский, В. С. Основы фитопрепаратов: учеб.-метод. / В. С. Болтовский, Е. А. Флюрик. – Минск: БГТУ, 2020. – 196 с.

**СОЦИОЛОГИЧЕСКИЙ ОПРОС ПО ТЕМЕ «КОМПЛЕКСНОЕ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ *MEDUSOMYCES GISEVII* L.»**

Социологический опрос по теме исследований проводили в июле 2023 г., в качестве респондентов была выбрана половозрастная группа мужчин и женщин в возрасте от 18 до 29 лет.

Целью работы является получение информации от респондентов о их знаниях, интересах и предпочтениях при использовании *Medusomyces gisevii* (чайного гриба) в косметологии, в качестве функционального напитка или в качестве стимулятора роста и развития растений.

Социологический опрос включал в себе пять разделов: «Что такое чайный гриб?», «Чайный гриб как функциональный напиток», «Чайный гриб в косметологии», «Использование чайного гриба в качестве удобрения», «Полезная информация» (информационный блок). Социологический опрос проводили с помощью бесплатного сервиса «Google Forms».

В ходе социологического исследования было установлено, что большинство опрошенных знакомы с понятием «чайный гриб» (рисунок), однако не используют его. Также было выявлено скептическое отношение к чайному грибу у некоторых респондентов из-за недостаточной информированности о нем. В целом, результаты опроса показали, что в настоящее время чайный гриб является популярным напитком среди населения, но требуется больше внимания уделить информированию потребителей о его свойствах и способах использования (для этого в конце опроса был добавлен информационный блок).

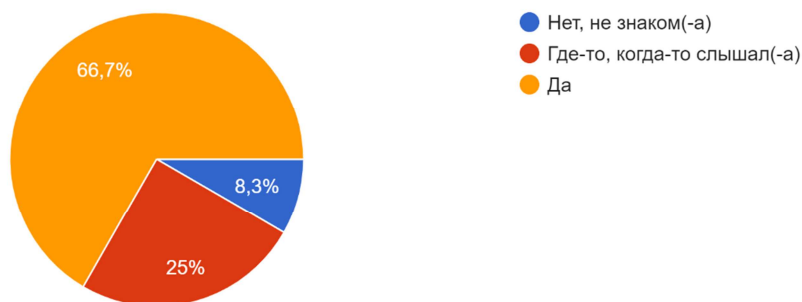


Рисунок – Вопрос «Знакомы ли Вы с таким понятием как «чайный гриб»?

Возможность использования *Medusomyces gisevii* для получения функционального напитка известна давно, так как данный напиток пользуется достаточной высокой популярностью среди людей, которые заботятся о своем здоровье. Респонденты отметили высокое содержание натуральных компонентов и витаминов в напитке, что делает его еще более привлекательным для потребления.

Однако анализ результатов анкетирования показал, что мало кто знает о возможности использования *Medusomyces gisevi* в качестве стимулятора роста и развития растений.

Использование *Medusomyces gisevi* в качестве компонента в косметических продуктах может стать очень выгодным решением. Как показал анализ косметического рынка, в настоящее время есть несколько косметических линеек, в которых используется *Medusomyces gisevi*. Данная косметика положительно влияет на проблемную кожу. В настоящее время, многие потребители предпочитают натуральные компоненты в косметике, это говорит о том, что косметика на основе культуральной жидкости *Medusomyces gisevi* будет пользоваться спросом. Наиболее популярными форматами уходовой косметики являются кремы, гели и пенки, тоники и лосьоны.

Полученные в ходе опроса данные были использованы при выполнении проекта «Комплексное использование *Medusomyces gisevii* L.».

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ  
ЭКСТРАКТОВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ**

Лекарственные растения – дикорастущие и культивируемые растения, применяемые для профилактики и лечения заболеваний человека и животных [1].

Без лекарственных растений на сегодняшний день невозможно представить современную профилактику и терапию большинства заболеваний. В настоящее время актуально создание новых лекарственных средств на основе тонко измельченного лекарственного растительного сырья, обладающих различными видами фармакологической активности.

Целью работы было изучение антимикробных свойств экстрактов лекарственных растений: иссопа, душицы, шалфея, бессмертника, зверобоя и ромашки аптечной на тест-культурах санитарно-показательных микроорганизмов: *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Candida albicans*, *Pseudomonas aeruginosa*.

В качестве объектов исследования выступали: иссоп (*Hyssopus officinalis*), бессмертник (*Helichrysum arenarium* L.), шалфей мускатный (*Salvia sclarea*), душица обыкновенная (*Origanum vulgare* L.), ромашка аптечная (*Matricaria recutita* L.) и зверобой шероховатый трава (*Hypericum scarbrum* L.).

Антимикробную активность определяли методом диффузии этанольных растворов экстрактов в агар (методом лунок). В качестве тест культур использовали санитарно-показательные микроорганизмы: *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Candida albicans*, *Pseudomonas aeruginosa*. Суточную культуру микроорганизмов (0.1 мл) распределяли шпателем по поверхности подсохшей плотной питательной среды в чашке Петри. На поверхности засеянных сред на расстоянии 1.5–2.0 см от края чашки на равном удалении друг от друга вырезали лунки диаметром 1 см. В лунки вносили по 100 мкл растворов экстрактов в 50 % ном этаноле, выдерживали посеы при 4 °С в течение 4 ч с последующим инкубированием в термостате при 30 °С в течение 24 ч. В ходе изучения определяли диаметр зон ингибирования.

В качестве контроля использовали 50 %-ный этиловый спирт. Эксперимент выполняли в трехкратной повторности.

В таблице представлены диаметры зон ингибирования роста тест-культур (мм) по отношению к экстрактам исследуемых растений. Зона ингибирования роста микроорганизмов вокруг лунок с контролем (50 % ный этиловый спирт) составляла менее 11 мм.

Таблица – Оценка антимикробной активности экстрактов исследуемых растений (мм)

Тест-культура	Диаметры зоны ингибирования, мм					
	Бессмертник	Душица	Зверобой	Ромашка	Шалфей	Иссоп
<i>Bacillus subtilis</i>	20 ± 1	<11	28 ± 2	<11	15 ± 1	<11
<i>Staphylococcus aureus</i>	24 ± 1	<11	27 ± 1	<11	15 ± 1	<11
<i>Escherichia coli</i>	<11	<11	<11	<11	<11	<11
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<11	<11	<11	<11	<11	<11
<i>Candida albicans</i>	<11	<11	<11	<11	<11	<11

Согласно полученным результатам, исследуемые экстракты бессмертника, зверобоя, шалфея обладают антимикробной активностью по отношению к грамположительным бактериям (*B. subtilis*, *S. aureus*), при этом, наибольшей активностью характеризуется экстракт зверобоя.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Лекарственные растения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bigenc.ru/c/lekarstvennye-rasteniia-2c2047>. – Дата доступа: 11.11.2023.

### ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПОЛИСАХАРИДОВ НА ВЫСВОБОЖДЕНИЕ ПЕНТОКСИФИЛЛИНА ИЗ МАТРИЧНЫХ ТАБЛЕТОК

С целью изучения влияния различных рН-независимых полимеров на высвобождение пентоксифиллина из матричных таблеток было наработано восемь опытных образцов таблеток, которые представляют собой комбинацию матрицеобразующего компонента гидроксипропилметилцеллюлозы (ГПМЦ), гидроксиэтилцеллюлозы (ГЭЦ), карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) и фосфатцеллюлозы (ФЦ) в двух концентрациях (35 % и 45 % от содержания активной субстанции) с активным пентоксифиллином дозировкой 400 мг. Рецептура опытных образцов представлена в таблице.

Таблица – Рецептура опытных образцов

Наименование компонента	Количество компонента, мг							
	В 1	В 2	В 3	В 4	В 5	В 6	В 7	В 8
Пентоксифиллин	400	400	400	400	400	400	400	400
ГЭЦ	140	180	-	-	-	-	-	-
КМЦ	-	-	140	180	-	-	-	-
ГПМЦ	-	-	-	-	140	180	-	-
ФЦ	-	-	-	-	-	-	140	180
МКЦ	103,5	63,5	103,5	63,5	103,5	63,5	103,5	63,5
Магния стеарат	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5

Исследование проводили с использованием тестера растворения ERWEKA DT820. Пробы анализировались УФ-спектрофотометром Perkin Elmer Lambda 25 с переменной длиной волны в проточной кювете с длиной оптического пути равной 1,0 мм. В качестве среды растворения была выбрана вода. Графические изображения профилей высвобождения пентоксифиллина приведены на рисунке.

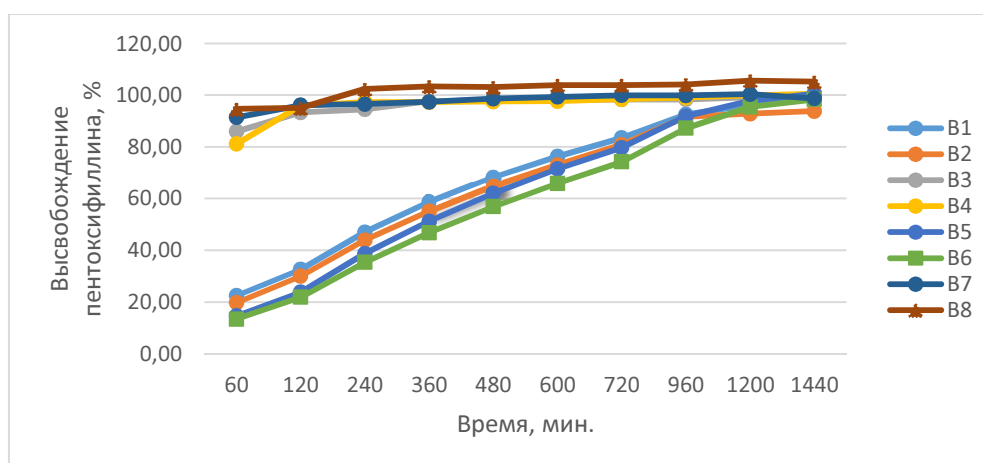


Рисунок – Зависимость высвобождения пентоксифиллина из исследуемых образцов

Согласно полученным данным, изученные концентрации КМЦ и ФЦ не обладают необходимой пролонгирующей способностью в образцах таблеток пентоксифиллина, так как около 80 % высвобождения действующего вещества происходит за 60 минут.

Высвобождение пентоксифиллина из образцов, содержащих ГЭЦ и ГПМЦ, происходит продолжительно во времени, что характерно для лекарственных препаратов пролонгированного действия. Следовательно, ГЭЦ и ГПМЦ могут быть использованы в качестве пролонгаторов при производстве лекарственного препарата на основе пентоксифиллина с пролонгированным высвобождением.

**ПОЛУЧЕНИЕ МОНОДЕПРОТОНИРОВАННОЙ ФОРМЫ  
5,10,15,20-(3-N-МЕТИЛПИРИДИЛ)-ПОРФИРИНА И ИЗУЧЕНИЕ  
ЕЕ СПЕКТРАЛЬНО-ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ СВОЙСТВ**

Молекулы порфиринов являются амфотерными соединениями, т.е. проявляют свойства, как оснований, так и кислот. Кислотные свойства порфиринов проявляются в диссоциации протонов пиррольных колец макроцикла с образованием моно- и дважды депротонированных форм порфиринов под воздействием сильных оснований или акцепторов протонов – так называемых «протонных губок». В отличие от протонированных форм тетрапиррольных соединений, стабилизация в растворе депротонированных форм является нетривиальной задачей, что, в первую очередь, обусловлено очень высокими значениями  $pK_a^1$  и  $pK_a^2$ . Для большинства тетрапиррольных соединений значения  $pK_a^2$  очень велики ( $>16$ ), поэтому в литературе до недавнего времени были описаны спектрально-люминесцентные и фотофизические свойства только монодепротонированных форм [1]. Успехи в синтезе полизамещенных тетрапиррольных соединений, которые характеризуются значительными неплоскостным искажениями макроцикла, приводящими к экспонированию в раствор атомов азота пиррольных и пирролениновых колец. Эти структурные особенности приводят к существенному увеличению кислотности, что позволило существенно расширить круг соединений, для которых возможна стабилизация моно- и дважды депротонированных форм. Дважды депротонированные формы применили для получения металлокомплексов и в качестве базовых соединений для создания перспективных сенсоров на ионы металлов [2].

В работе методами абсорбционной и флуоресцентной спектроскопии изучены спектрально-люминесцентные и фотофизические характеристики монодепротонированной формы 5,10,15,20-тетра-(3-N-метилпиридил)-порфирина (Aldrich, использовали без дополнительной очистки). Для приготовления растворов применяли дистиллированную воду либо 0.2 М раствор NaOH. Электронные спектры поглощения и спектры флуоресценции растворов исследуемого соединения регистрировали на спектрофлуорометре СМ 2203. Эксперименты выполняли при температуре 293 К в стандартных кварцевых кюветах 1×1 см. Квантовый выход флуоресценции определяли методом с образцом сравнения. В качестве эталонного соединения использовали свободное основание 5,10,15,20-тетра-(4-N-метилпиридил)-порфирина ( $\Phi_{фл} = 0.044$ ).

Установлено, что монодепротонированная форма 5,10,15,20-тетра-(3-N-метилпиридил)-порфирина образуется в щелочных растворах, что проявляется в характерных изменениях спектров поглощения, при этом максимумы полос сдвинуты в коротковолновую область по сравнению со спектрами поглощения монодепротонированной формы 5,10,15,20-тетра-(4-N-метилпиридил)-порфирина. При этом изменяются относительные интенсивности полос поглощения чисто электронного перехода и его вибронного спутника, что указывает на сдвиги верхних заполненных молекулярных орбиталей в *meta*-замещенном соединении по сравнению с *para*-замещенным. Величина квантового выхода флуоресценции  $\Phi_{фл}$  монодепротонированной формы 5,10,15,20-тетра-(3-N-метилпиридил)-порфирина равна 0,025, что заметно меньше, чем у 5,10,15,20-тетра-(4-N-метилпиридил)-порфирина ( $\Phi_{фл} = 0.038$ ). Полученные результаты обсуждаются в рамках представлений четырехорбитальной модели Гоутермана.

**ЛИТЕРАТУРА**

1 Крук, Н.Н., Флуоресцентные свойства и симметрия монодепротонированной формы 5,10,15,20-тетра-(4-N-метилпиридил)-порфирина / Н.Н. Крук // Журн. прикл. спектр. – 2006. – Т. 73, № 5. – С. 613-619.

2 Крук, Н.Н. Энтальпийно-энтропийная компенсация при координации иона металла порфиринами: обобщение для свободных оснований и дважды депротонированных макроциклов / Н. Н. Крук, С. Г. Пуховская, Ю. Б. Иванова, О. И. Койфман // Известия Академии наук. Серия химическая. – 2020. – Т. 69, № 6. – С. 1072 – 1075.

**ЭФФЕКТ ПАМЯТИ В КИСЛОТНО-ОСНОВНЫХ РАВНОВЕСИЯХ  
СВОБОДНЫХ ОСНОВАНИЙ КОРРОЛОВ**

Известно, что непланарная конформация макроцикла в корролах обусловлена сокращением размеров ядра макроцикла в результате замены одного метинового мостика  $C_a-C_a$  связью и наличием трех протонов в ядре макроцикла, что приводит к различию констант кислотности (основности) индивидуальных пиррольных (пирролениновых) колец и, как следствие, к различным величинам  $pK_a$  двух NH-таутомеров. Кроме этого, в результате пирамидализации пиррольных атомов азота и поворота пиррольных колец в целом относительно средней плоскости макроцикла атомы азота экспонируются в раствор, что значительно увеличивает вероятность межмолекулярных контактов с молекулами окружения в сольватной оболочке. Возрастание реакционной способности NH групп в свободных основаниях тетрапиррольных макроциклов с неплоским строением макроцикла привело к формулировке концепции активной NH связи, а неэквивалентность индивидуальных пиррольных колец положена в основу концепции многоцентровых межмолекулярных взаимодействий, которая привлечена для объяснения механизма депротонирования свободных оснований корролов в полярных апротонных растворителях [1].

Данные особенности макроцикла корролов делают эти соединения привлекательными с точки зрения перспектив создания на их основе молекулярных сенсоров и катализаторов. В работе изучены спектрально-люминесцентные и фотофизические характеристики протонированной и депротонированной форм 2,3,7,13,17,18-гексаметил-8,12-ди-*n*-бутилкоррола (далее соответственно обозначенные  $H_4Cor^+$ ,  $H_2Cor^-$ ,  $H_3Cor$ ) в диметилформамиде (ДМФА) при их образовании непосредственно из свободного основания (протонирование и депротонирование  $H_3Cor$ ) и из формы-антипода (протонирование  $H_2Cor^-$  и депротонирование  $H_4Cor^+$ ). Растворы приготавливали в диметилформамиде, концентрация коррола в растворах составляла  $5 \cdot 10^{-6}$  М и определялась спектрофотометрически с использованием известных величин коэффициентов экстинкции. Спектры поглощения и спектры флуоресценции регистрировали на спектрофлуориметре СМ 2203. Квантовый выход флуоресценции определяли методом с образцом сравнения, качестве которого использовали свободное основание 2,3,7,13,17,18-гексаметил-8,12-ди-*n*-бутилкоррола ( $\Phi_{фл} = 0,142$ ). Протонированную  $H_4Cor^+$  и депротонированную  $H_2Cor^-$  формы получали путем добавления в раствор 20 – 40 мкл  $H_2SO_4$  или 20 – 40 мкл ДБУ.

В результате выполнения работы показано, что спектры поглощения в основном состоянии каждой из двух форм не зависят от способа получения, что свидетельствует об отсутствии различий в формировании сольватной оболочки молекул в основном синглетном  $S_0$  состоянии. В то же время в нижнем возбужденном синглетном  $S_1$  состоянии обнаружены отличия в спектрах флуоресценции и величине квантового выхода флуоресценции  $\Phi_{фл}$  для форм, полученных различными способами. Сделан вывод о формировании сложной сольватной оболочки протонированной и депротонированной форм при их образовании из форм-антиподов, что приводит к протеканию в нижнем возбужденном синглетном  $S_1$  состоянии специфических межмолекулярных взаимодействий, результатом которых является тушение флуоресценции депротонированной формы и разгорание флуоресценции депротонированной формы. Предложено описать совокупность полученных результатов как гистерезис флуоресценции протонированных и депротонированных форм корролов [2].

**ЛИТЕРАТУРА**

1 Крук, Н. Н. Феноменология многоцентровых межмолекулярных взаимодействий в ядре макрогетероциклических соединений / Н.Н. Крук // Труды БГТУ. Сер. 3, Физико-математические науки и информатика. 2023. № 2 (272). С. 34 – 39.

2 Шакель, А. Ю. Гистерезис флуоресценции корролов в кислотном-основных равновесиях / А. Ю. Шакель, А. М. Сохибова, Д. В. Петрова, Н. Н. Крук // Журн. прикл. спектр. – 2024. – Т. 91, № 2. – принята к печати.

**ОСНОВНОСТЬ ВОДОРАСТВОРИМЫХ 5,10,15,20-ТЕТРААРИЛ-ЗАМЕЩЕННЫХ ПОРФИРИНОВ В НИЖНЕМ ВОЗБУЖДЕННОМ СИНГЛЕТНОМ  $S_1$  СОСТОЯНИИ**

Основные свойства тетрапиррольных макроциклов в основном электронном состоянии, спектрально-люминесцентные и фотофизические характеристики моно- и дважды протонированных форм интенсивно изучаются на протяжении нескольких последних десятилетий. Вместе с тем основные свойства тетрапиррольных соединений в возбужденных электронных состояниях к настоящему времени изучены фрагментарно, отсутствует четкое понимание механизмов, которые лежат в основе изменения кислотно-основных характеристик в возбужденных состояниях, не установлены закономерности зависимости констант основности от архитектуры периферического замещения, природы периферических заместителей и молекулярной структуры самого макрогетероцикла.

В работе методами абсорбционной и флуоресцентной спектроскопии изучено влияние периферического замещения и природы гетероатомов в макрогетероцикле на основность водорастворимых 5,10,15,20-тетраарил-замещенных порфиринов в нижнем возбужденном синглетном  $S_1$  состоянии [1]. В качестве объектов исследования выбрали 5,10,15,20-тетра-4-сульфонатофенил-порфирин, 5,10,15,20-тетра-4-триметиламинофенил-порфирин и 21-тиа-5,10,15,20-тетра-(4-сульфофенил)-порфирин. Электронные спектры поглощения и спектры флуоресценции растворов исследуемых соединений регистрировали на спектрофлуорометре СМ 2203. Величины  $pK_a(S_0)$  и  $pK_a(S_1)$  и индексы Хилла  $n$  для кооперативности протонирования в основном  $S_0$  и нижнем возбужденном  $S_1$  синглетных состояниях определяли при анализе кривых титрования с помощью уравнения Хендерсона-Хассельбалха.

Установлено, что в возбужденном  $S_1$  состоянии происходит изменение основности по сравнению с основным  $S_0$  состоянием, которое определяется электронными эффектами периферических заместителей, причем, если заместители обладают только индуктивным эффектом, то изменение основности  $\Delta pK_a = pK_a(S_1) - pK_a(S_0)$  очень мало, а если заместители обладают резонансным эффектом, то величина  $\Delta pK_a$  изменяется существенно. Для соединений с электроноакцепторными заместителями основность в возбужденном  $S_1$  состоянии уменьшается. Предложено, что уменьшение основности обусловлено различием в распределении электронной плотности в макроцикле в основном  $S_0$  и нижнем возбужденном синглетном  $S_1$  состояниях. Кооперативность протонирования в  $S_1$  состоянии сохраняется. Замена пиррольного кольца тиофеновым приводит к изменению основных свойства макрогетероцикла, при этом снижается кооперативность протонирования в основном  $S_0$  и нижнем возбужденном синглетном  $S_1$  состояниях. Изменение основности  $\Delta pK_a$  в нижнем возбужденном  $S_1$  состоянии по сравнению с основным  $S_0$  состоянием значительно больше, чем у порфирина с теми же периферическими заместителями, что обусловлено необходимостью значительной конформационной релаксации и соответствующих изменений в сольватной оболочке молекулы для присоединения протонов. С использованием предложенного ранее подхода [2], который основывается на цикле Фёрстера, изучены термодинамические характеристики протонирования макроцикла в основном  $S_0$  и нижнем возбужденном синглетном  $S_1$  состояниях и обнаружено значительное изменение энтропии активации  $\Delta\Delta S^\ddagger$  протонирования в возбужденном  $S_1$  состоянии.

**ЛИТЕРАТУРА**

- 1 Шакель, А. Ю. Основность порфиринов в нижнем возбужденном синглетном  $S_1$  состоянии: роль периферического замещения и строения макроцикла / А. Ю. Шакель, А. Д. Мельник, Н. Н. Крук // Журн. прикл. спектр. – 2024. – Т. 91, № 3. – принята к печати.
- 2 Крук, Н. Н. Изменение энтропии активации протонирования макроцикла свободного основания 21-СН<sub>3</sub>-октаэтилпорфирина в нижнем возбужденном синглетном  $S_1$  состоянии / Н. Н. Крук // Труды БГТУ. Сер. 2, Хим. технологии, биотехнологии, геоэкология. – 2022. – № 2 (259). – С. 150 – 155.



**АНАЛИЗ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДУБРОВНИКА  
ОБЫКНОВЕННОГО И ДУБРОВНИКА ЧЕСНОЧНОГО ИЗ КОЛЛЕКЦИИ  
ЦЕНТРАЛЬНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА НАН БЕЛАРУСИ**

Дубровник обыкновенный (*Teucrium chamaedrys* L.) и Дубровник чесночный (*Teucrium scordium* L.) – многолетние травянистые растения семейства Яснотковые (*Lamiaceae*), обладающие противовоспалительным, мочегонным, тонизирующим, антиоксидантным, вяжущим, антисептическим и др. действием. Содержат в своем составе флавоноиды, дубильные вещества, эфирные масла, ириоиды, дитерпены, сапонины [1, 2].

Целью работы было определение биологически активных веществ (БАВ) в экстрактах Дубровника обыкновенного и Дубровника чесночного из коллекции Центрального ботанического сада НАН Беларуси.

Экстракцию БАВ вели 70 %-м этиловым спиртом в течение 30 мин при температуре 65 С, соотношение сырья : экстрагент составляло 1 : 50.

Для определения суммы БАВ восстановительного характера был введен показатель активности В, который представляет собой сумму БАВ восстанавливающего характера и выражается количеством мг кверцетина в 1 мл или 1 г образца [3]. Количественное определение флавоноидов проводили с использованием метода дифференциальной спектрофотометрии, основанный на способности флавоноидов образовывать окрашенный комплекс со спиртовым раствором алюминия хлорида, по методике, описанной в [4]. Определение концентрации фенольных соединений проводили методом Фолина-Чокальтеу в модификации Синглтона и Росси. Метод основан на том, что в щелочной среде реактив Фолина-Чокальтеу при взаимодействии с фенолами и полифенолами восстанавливаются с образованием окрашенных в синий цвет комплексов, содержание которых оценивается спектрофотометрически [5]. Полученные результаты представлены в таблице.

Таблица – Содержание БАВ в Дубровнике обыкновенном и Дубровнике чесночном

	Дубровник обыкновенный ( <i>Teucrium chamaedrys</i> L.)	Дубровник чесночный ( <i>Teucrium scordium</i> L.)
Сумма БАВ восстановительного характера, мг/мл	0,28	0,32
Содержание флавоноидов, % в пересчете на рутин	0,54	0,71
Содержание фенольных соединений, мг-экв галловой кислоты / г сухого экстракта	137,58	105,17

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Morteza-Semnani K., Saeedi M., Akbarzadeh M. Essential oil composition of *Teucrium scordium* // L. Acta Pharmaceutica. – 2007. – Vol. 57 (4). – P. 499–504.
2. Chemical Fractionation Joint to In-Mixture NMR Analysis for Avoiding the Hepatotoxicity of *Teucrium chamaedrys* L. subsp. *chamaedrys* / S. Piccolella [et al.] // Biomolecules – 2021. – Vol. 11 (5). – P. 690–704.
3. Способ определения антиокислительной активности: пат. / Т.В. Максимова, И.Н. Никулина, В.П. Пахомов, Е.И. Шкарина, З.В. Чумакова, А.П. Арзамасцев. – Опубл. 20.07.2001.
4. Государственная фармакопея Республики Беларусь. В 3 т. Т. II. Общие и частные фармакопейные статьи/ М-во здравоохран. Респ. Беларусь, УП «Центр экспертиз и испытаний в здравоохранении»; под общ. ред. А. А. Шерякова. – Молодечно: Тип. «Победа», 2008. – 471 стр.
5. Коннова, С.А., Каневский М.В., Алиева З.О., Шувалова Е.П. Методы выделения и анализа флавоноидов высших растений и исследования их активности в отношении ризобактерий: учебно-методическое пособие для студентов биологического факультета / С.А. Коннова, М.В. Каневский, З.О. Алиева, Е.П. Шувалова. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2015. – 31 с.

**СТРЕСС-ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ И ВАЛИДАЦИИ АНАЛИТИЧЕСКИХ МЕТОДИК**

Стрессовые испытания лекарственных препаратов представляют собой искусственно воссозданные неблагоприятные условия окружающей среды с целью установления продуктов их деградации (деструкции).

Цель настоящей работы – провести стресс-исследования для разработки и валидации методики определения сопутствующих примесей в генерическом лекарственном препарате (ЛП) на основе тикагрелора методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Определение содержания сопутствующих примесей в генерическом ЛП на основе тикагрелора проводили методом ВЭЖХ на высокоэффективном жидкостном хроматографе Agilent 1200. Условия хроматографирования: колонка Zorbax SB-C18, длиной 150 мм и внутренним диаметром 4,6 мм, с размером частиц 1,8 мкм; подвижная фаза А: фосфатный буферный раствор pH 3,0; подвижная фаза В: ацетонитрил; скорость подвижной фазы: 1,0 мл/мин; длина волны детектора: 242 нм; объём вводимой пробы: 20 мкл; температура колонки: 40 °С; время интегрирования: 30 мин. Использован стандартный образец тикагрелора EP CRS и стандартный образец для проверки пригодности системы EP CRS.

Принудительная деградация проводилась в соответствии с рекомендациями ICH Q1A (R2) [1]. Каждый образец готовили в трех повторностях. Деградацию инициировали растворением порошка не менее двадцати растертых в агатовой ступке таблеток в растворителе: 1М HCl (кислотная деградация), 1М NaOH (основная деградация) и 3 % H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (окисление). Все образцы подвергались выбранным стрессовым воздействиям в течение 1 часа при температуре 25 и 60°С. Образцы также подвергались нагреванию и воздействию света (фотодеградация). После деградационной обработки образцы охлаждали до комнатной температуры, нейтрализовывали NaOH или HCl (при необходимости) и анализировали.

Специфичность методики определения содержания сопутствующих примесей подтверждали доказательством разделения продуктов разложения и действующего вещества после стрессовых воздействий, исследовали влияние плацебо на определение основных компонентов. На хроматограммах раствора плацебо отсутствовали пики, совпадающие по времени удерживания с тикагрелором и основными примесями. На хроматограмме раствора тикагрелора, после кислотного и щелочного гидролиза, термического воздействия, воздействия ультрафиолетовым излучением и окисления пероксидом водорода минимальное разрешение между пиком тикагрелора и близкоэлюирующим продуктом деградации – составило более 1,5. Установленные значения относительных времен удерживания *R<sub>f</sub>* идентифицированных примесей составили: примесь А – 0,57, примесь В – 1,05, примесь С – 1,23, примесь D – 1,38.

Исследование принудительной деградации показало, что тикагрелор подвержен окислительному и фотолитическому воздействию. Данные результаты будут учитываться в дальнейшем при разработке нормативной документации на готовую лекарственную форму. По проведенному испытанию специфичность получены результаты, удовлетворяющие критериям приемлемости. Методика прошла валидацию и может быть использована для рутинного определения сопутствующих примесей.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Stability Testing of New Drug Substances and Products, Q1A (R2) // International Conference on Harmonisation of Technical Requirements for Registration of Pharmaceuticals for Human Use. Available from: [http://www.ich.org/fileadmin/Public\\_Web\\_Site/ICH\\_Products/Guidelines/Quality/Q1A\\_R2/Step4/Q1A\\_R2\\_Guideline.pdf](http://www.ich.org/fileadmin/Public_Web_Site/ICH_Products/Guidelines/Quality/Q1A_R2/Step4/Q1A_R2_Guideline.pdf)

**ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ РАНОЗАЖИВЛЯЮЩИХ ПОРОШКОВ НА ОСНОВЕ ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ**

Порошки для наружного применения обладают высокой терапевтической активностью, которая тем выше, чем тоньше измельчен порошок, хорошими сорбционными свойствами; универсальностью состава, т.к. в форме порошков можно сочетать различные по свойствам действующие вещества; простотой изготовления; удобством хранения и транспортирования.

В качестве источников действующих веществ для разработки ранозаживляющих порошков были использованы лекарственные растения, произрастающие в Республике Узбекистан (Ташкентская область, Паркентский район): зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.) и бессмертник песчаный (*Helichrysum arenarium* L.). Важнейшими биологически активными веществами травы зверобоя продырявленного и цветков бессмертника песчаного являются флавоноиды (кемпферол, изокверцетин и др.), обладающие противомикробными и регенерирующими свойствами [1].

Для изготовления образцов порошков проводили экстракцию биологически активных веществ из растительного сырья с последующей лиофильной сушкой. Водно-спиртовое извлечение из цветков бессмертника песчаного и травы зверобоя продырявленного получали с использованием спирта этилового 70 %-ного. В качестве наполнителей использовали маннит, лактозу безводную и целлюлозу микрокристаллическую. Лиофилизацию осуществляли на установке ScanVacCoolSafe 100-9 PRO (LaboGene, Дания).

Антимикробную активность образцов порошков изучали методом диффузии в агар. Использовали суточные культуры тест-штаммов микроорганизмов: *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*. К 0,1 г порошка добавляли 1 мл 50%-го этилового спирта и вносили в лунки по 0,05 мл. Посевы инкубировали в течение 48 ч при температуре 37 °С. В качестве контроля использовали спирт этиловый 50%-ный. Оценку антибактериальных свойств образцов проводили, измеряя диаметры зон задержки роста тест-штаммов микроорганизмов. Результаты исследования антимикробной активности ранозаживляющих порошков, содержащих экстракты травы зверобоя продырявленного и цветков бессмертника песчаного, с различными наполнителями представлены в таблице.

Таблица – Антимикробная активность ранозаживляющих порошков, содержащих экстракты травы зверобоя продырявленного и цветков бессмертника песчаного

Образцы ранозаживляющих порошков	Диаметр зоны задержки роста			
	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Escherichia coli</i>
Порошок без наполнителя	26,0	<10	21,0	<10
Порошок с маннитом	26,0	<10	20,0	<10
Порошок с лактозой	26,0	<10	23,0	<10
Порошок с целлюлозой микрокристаллической	31,0	<10	25,0	<10

Результаты исследования показали, что все образцы порошков обладают выраженным антимикробным действием по отношению к тест-штаммам микроорганизмов *Staphylococcus aureus* и *Bacillus subtilis*. Наиболее высокой антимикробной активностью обладает ранозаживляющий порошок, в состав которого включен экстракт травы зверобоя продырявленного и цветков бессмертника песчаного, с целлюлозой микрокристаллической в качестве наполнителя.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Evaluation of burn wound healing potential of aqueous extract of *Morus alba* based cream in rats / N. Bhatia [et al.] // The Journal of Phytopharmacology. 2014. Vol. 3 (6). P. 378–383.

Научное издание

**НАУКА – ШАГ В БУДУЩЕЕ**

Тезисы докладов  
XVII студенческой научно-практической конференции  
факультета технологии органических веществ

30 ноября – 1 декабря 2023 г.

В авторской редакции  
Компьютерная верстка *М. В. Рымовская*

Издатель:  
УО «Белорусский государственный технологический университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/227 от 20.03.2014.  
Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск.