

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ



***НАУКА – ШАГ В БУДУЩЕЕ***

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

**Тезисы докладов**

**1–2 декабря 2021 года**

Минск 2021

УДК 001:005.745(06)

**Наука – шаг в будущее** : тез. докл. XV студенческой науч.-практ. конф. факультета технологии органических веществ, Минск, 1–2 декабря 2021 г. – Минск : БГТУ, факультет ТОВ, 2021. – 96 с. – ISBN 978-985-530-955-1.

Сборник составлен по материалам докладов XV студенческой научно-практической конференции факультета технологии органических веществ, проведенной 1–2 декабря 2021 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 978-985-530-955-1**

© УО «Белорусский государственный  
технологический университет», 2021

## ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

### ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

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

### ЗАМЕСТИТЕЛЬ ПРЕДСЕДАТЕЛЯ

**Пенкин А.А.** – заместитель декана по учебной и научной работе, доц., канд. техн. наук.

### ЧЛЕНЫ ОРГКОМИТЕТА

**Стасевич О.В.** – ответственный за научно-исследовательскую работу студентов факультета технологии органических веществ, доц., канд. хим. наук.

**Остроух О.В.** – руководитель студенческой учебно-научно-исследовательской лаборатории «Биотехнологические исследования» кафедры биотехнологии, доц., канд. техн. наук.

**Глоба А.И.** – руководитель студенческой научно-исследовательской лаборатории «Технология полимерных композиционных материалов», доц., канд. хим. наук.

**Шачек Т.М.** – руководитель студенческой научно-исследовательской лаборатории «Качество и безопасность продукции» кафедры физико-химических методов сертификации продукции, доц., канд. техн. наук.

**Николайчик И.В.** – руководитель студенческой научно-исследовательской лаборатории «Химия и технология переработки растительного сырья» кафедры химической переработки древесины, ст. преподаватель, канд. техн. наук.

**Михалёнок С.Г.** – зав. кафедрой, руководитель научного кружка кафедры органической химии, доц., канд. хим. наук.

**Грушова Е.И.** – руководитель научного кружка кафедры нефтегазопереработки и нефтехимии, проф., д-р техн. наук.

**Ковганко В.Н.** – руководитель научного кружка кафедры физической, коллоидной и аналитической химии, доц., канд. хим. наук.

**Гармаза А.К.** – руководитель научного кружка кафедры безопасности жизнедеятельности, доц., канд. техн. наук.

**Бич И.С.** – студент, секретарь конференции.

## СОДЕРЖАНИЕ

Тимохина Е.А., Казусик Я.П. ИЗУЧЕНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НАПОЛНЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНЫХ ПОЛИУРЕТАНОВ.....	7
Бутель Д.В. МОДИФИКАЦИЯ ПЭТФ НАНООКСИДАМИ МЕТАЛЛОВ.....	8
Мигиневич Т.Д. ПОЛИАЦЕТАЛИ, АРМИРОВАННЫЕ СТЕКЛОВОЛОКНОМ.....	9
Гаврилова А.А., Плыгавко Е.А. ВОДОПОГЛОЩЕНИЕ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ СТИРОЛ-АКРИЛОВЫХ ДИСПЕРСИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИРОДЫ И КОНЦЕНТРАЦИИ ЭМУЛЬГАТОРА.....	10
Малючек М.В. ВУЛКАНИЗАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ С КАНИФОЛЕСОДЕРЖАЩИМИ ПРОДУКТАМИ.....	11
Ализарчик М.Д. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АЛМАЗОСОДЕРЖАЩЕЙ ШИХТЫ НА СВОЙСТВА ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ КОМБИНАЦИИ КАУЧУКОВ БНКС-18+ХПК.....	12
Богданович Д.А., Жолнеркевич В.И. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ С ПЛАСТИФИЦИРУЮЩИМИ ДОБАВКАМИ.....	13
Пшигоцкий А.В. ПРИМЕНЕНИЕ НАНОУГЛЕРОДНЫХ ЧАСТИЦ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ НЕФТИ.....	14
Зубарь А.В. ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИИ С ПОВЫШЕННОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬЮ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭТИЛЕНА НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ.....	15
Баранова И.В. ВАЛИДАЦИЯ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ УГЛЕВОДОРОДНЫХ КОМПОНЕНТОВ В ПАРАКСИЛОЛЕ ВЫСОКОЙ ЧИСТОТЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ.....	16
Жолнеркевич В.И., Шиёнок И.Ю., Артёменко А.Е. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ МАСЕЛ-ПЛАСТИФИКАТОРОВ.....	17
Воскресенский А.С., Жолнеркевич В.И. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ СТОЙКОСТИ НЕФТЯНОГО МАСЛА-ПЛАСТИФИКАТОРА.....	18
Дробаков Е.В., Совко Е.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНОГО ВЕЩЕСТВА НА ПРОЦЕСС ПЕРЕГОНКИ НЕФТИ.....	19
Ревенок А.О., Николаев А.В., Керсновская А.Ю. ОЦЕНКА РАСТВОРИМОСТИ ОТХОДОВ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА В ОРГАНИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЯХ.....	20
Венско А.А. ИЗУЧЕНИЕ ДИСПЕРСНОСТИ ПОЛИМЕРНО-БИТУМНЫХ ВЯЖУЩИХ.....	21
Грель К.А., Девякович Я.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ДОБАВОК, СНИЖАЮЩИХ ТОКСИЧНОСТЬ ФЕНОЛОФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ.....	22
Акимов А.В., Ковалевский А.С. ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ ПРИ МОДИФИЦИРОВАНИИ ПОЛИКАРБОКСИЛАТНЫМ ЛИГНИНОМ В ПРОЦЕССЕ ЕЕ СИНТЕЗА.....	23
Зенько А.П., Жук А.А., Степанович Ю.А. УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНО-БИТУМНЫХ ВЯЖУЩИХ.....	24
Латыпов Р.С. ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ КЕРАМИКА НА ОСНОВЕ $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_{9+\delta}$ , МОДИФИЦИРОВАННОГО ЧАСТИЦАМИ РАЗЛИЧНЫХ МЕТАЛЛОВ.....	25
Журавлева Я.Ю. СТРУКТУРА И ТЕРМИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ $\text{NdBa}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeCo}_{0,5}\text{Cu}_{0,5}\text{O}_{5+\delta}$ ( $x = 0,00 < x < 1,00$ ).....	26
Д.Е. Потихонин, М.А. Осипенко ЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА МАРГАНЕЦСОДЕРЖАЩИХ КОНВЕРСИОННЫХ ПОКРЫТИЙ НА СПЛАВАХ МАГНИЯ.....	27
Осипенко М.А. СТРУКТУРИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ МАГНИЕВЫХ СПЛАВОВ AZ91 МЕТОДОМ МИКРОДУГОВОГО ОКСИДИРОВАНИЯ В СИЛИКАТНОМ ЭЛЕКТРОЛИТЕ.....	28
Фиранчук Н.В. СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ.....	29
Савинцова Т.В. СИНТЕЗ СОПОЛИМЕРОВ НА ОСНОВЕ ЛАКТИДА.....	30
Гайда У.Ю., Нечай Ю.А. АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭКСТРАКТОВ ТУИ.....	31
Дорошук Д.С. СИНТЕЗ ФТОРСОДЕРЖАЩИХ 3,5-ДИАРИЛ-2-ИЗОКСАЗОЛИНОВ.....	32
Кузьмина М.М., Макуценя Д.И. СИНТЕЗ 3-АРИЛ-6-( $\beta$ -АРОИЛЭТИЛ)ЦИКЛОГЕКС-2-ЕНОНОВ РЕАКЦИЕЙ СОЛЕЙ МАННИХА С АЦЕТИЛАЦЕТОНОМ.....	33
Бурбовский Т.А. ПОЛУЧЕНИЕ 4-(БЕНЗИЛОКСИ)БУТ-2-ИН-1-ОЛА.....	34
Михайловский А.О. СИНТЕЗ И МОДИФИКАЦИЯ ОКСИМОВ НА ОСНОВЕ 3,6-ДИЗАМЕЩЕННЫХ ЦИКЛОГЕКС-2-ЕНОНОВ.....	35
Креницкий Д.Р., Рудович М.И. ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ НА ОСНОВЕ 4-МЕТОКСИБЕНЗИЛИДЕНАЦЕТОНА.....	36
Бобр С.Л., Шевчук В.А. ИЗУЧЕНИЕ РЕАКЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ КАРБОНИЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И АМИНОВ В СИНТЕЗЕ АЗОМЕТИНОВ.....	37
Кресов В.А. КАРНОЗИН.....	38
Горбач Д.А. ВЛИЯНИЕ ЩЕЛОЧЕЙ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРЕМА ДЛЯ БРИТЬЯ.....	39

Графова Е.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ЗАГУСТИТЕЛЯ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ХИМИЧЕСКОГО ПИЛИНГА ДЛЯ КОЖИ ЛИЦА.....	40
Соболева Н.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ АБРАЗИВА НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗУБНОЙ ПАСТЫ.....	41
Автухов С.А., Глушанин Н.А., Подоляк И.А. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ОГНЕСТОЙКИХ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ.....	42
Батыновская В.Д. ЭКСТРАКТЫ РАСТЕНИЙ-САЛИЦИЛАТОВ КАК ИНГРЕДИЕНТЫ КОСМЕТИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ.....	43
Борисенко И.Н. ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАМУТНИТЕЛЕЙ В ТЕХНОЛОГИИ КОСМЕТИЧЕСКИХ ГИГИЕНИЧЕСКИХ МОЮЩИХ ИЗДЕЛИЙ.....	44
Боркина Я.В. ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА КОАГУЛЯЦИИ ПОЛИАМИДНОЙ СМОЛЫ В ПРИСУТСТВИИ СОЛЕЙ АЛЮМИНИЯ.....	45
Голешова Т.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗВЛЕЧЕНИЯ МАСЛА ИЗ ПЛОДОВ ОБЛЕПИХИ.....	46
Займист А.С., Козак В.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СУШКИ ДРЕВЕСНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ НА СМАЧИВАЕМОСТЬ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНЫМ СВЯЗУЮЩИМ.....	47
Погорелов В.А. ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ОТХОДОВ ФАНЕРНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	48
Хвин Д.С. ЛЬНЯНОЕ МАСЛО КАК ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПРОДУКТ ПИТАНИЯ.....	49
Головченко А.А., Гудович В.В. ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОГО КРАХМАЛА В ПРОКЛЕЕННОЙ БУМАЖНОЙ МАССЕ.....	50
Типунова Е.Л., Гудович В.Ю. ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ БУМАГИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОСТАВА МАКУЛАТУРНЫХ МАСС.....	51
Коледа А.В., Типунова Е.Л. ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ПРОКЛЕЙКИ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ СУСПЕНЗИЙ НА ПРОЧНОСТЬ И ГИДРОФОБНОСТЬ БУМАГИ.....	52
Липницкая А.С., Лойчиц Д.А. ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ БИОРАЗЛАГАЕМЫХ УПАКОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ИХ ПОЛУЧЕНИЯ.....	53
Корзун К.А. ДИСПЕРСНЫЕ СВОЙСТВА ЧАСТИЦ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ФЛОТАЦИЮ КАЛИЙНОЙ РУДЫ.....	54
Лукьяненко О.А. ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА БИОТЕСТИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ.....	55
Силина Р.Д. АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ВОДЫ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЦЕЛЯХ НА ЦМЭЛ 4РУ.....	56
Тумилович И.Ф., Верховская А.А., Гулюк Д.И. ПОЛУЧЕНИЕ БАКТЕРИАЛЬНЫХ $\beta$ -ГАЛАКТОЗИДАЗ И АНАЛИЗ ИХ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ.....	57
Финогенов Т.А., Ревяко А.В. ИЗУЧЕНИЕ СИНЕРГИЧЕСКОГО АНТИБАКТЕРИАЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ АММОНИЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ.....	58
Витебский С.А., Лоцкая А.С. ВЗАИМОСВЯЗЬ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ СТАДИЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД МОЛОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	59
Мархотко К.Ф. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА НЕФТЕШЛАМОВ: ПРЕИМУЩЕСТВА, УСЛОВИЯ, АППАРАТУРНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ.....	60
Михнюк С.А. МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ АКТИВНОГО ИЛА МАЛЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ.....	61
Бугаева А.В., Усик Ю.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОРОШКОВ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	62
Ермакова О.С., Козлова Ю.С. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДА ПРОИЗВОДСТВА НАПИТКА «КОМБУХА».....	63
Манулик К.Д. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ БОРЬБЫ С КЛЕЩОМ <i>VARROA DESTRUCTOR</i> .....	64
Чернявская А.Ю. ПРАВИЛА СОСТАВЛЕНИЯ ФИТОЧАЯ.....	65
Кравчук В.Н. ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ РАНОЗАЖИВЛЯЮЩИХ СРЕДСТВ В ФОРМЕ ПОРОШКОВ ДЛЯ НАРУЖНОГО ПРИМЕНЕНИЯ.....	66
Сивенкова Н.О. РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ БЛЮДА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ.....	67
Салук Н.С., Граник А.М. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОУДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ФОСФАТМОБИЛИЗУЮЩИХ И АЗОТФИКСИРУЮЩИХ БАКТЕРИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР.....	68
Ульянов С.В., Садовская И.А., Снежко П.Д., Песковая А.А. СОЗДАНИЕ КОЛЛЕКЦИИ ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИХ ГРИБОВ, ПРИГОДНЫХ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ ТЕСТ-КУЛЬТУР ПРИ РАЗРАБОТКЕ ФУНГИЦИДОВ.....	69
Волчек Д.И., Шибко Д.Ю. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СОЛИГОРСКОГО РАЙОНА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ.....	70

Белявский Т.С., Сергиенко Е.В. ОПАСНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОСУДЫ ИЗ ТЕФЛОНА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ.....	71
Симакович В.В., Подрез Е.Д. ОПАСНОСТЬ ЛИТИЕВЫХ АККУМУЛЯТОРОВ.....	72
Хаврукова Я.С. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОАО «БЕЛОРУССКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ЗАВОД».....	73
Скородумов И.И. БИОЛОГО-СОЦИАЛЬНЫЕ ЧС. COVID-19 КАК ВЫЗОВ ЧЕЛОВЕЧЕСТВУ.....	74
Явтошук А.В., Прокопчук Д.А. ПРИЧИНЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КРИЗИСА В ЕВРОПЕ.....	75
Шарох М.В., Елисеева Е.А. РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОХРАНЕ ТРУДА В ОКРАСОЧНОМ ЦЕХУ ОАО «МИНСКИЙ ЗАВОД ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ №407».....	76
Kliuchka I.V. SYNERGISTIC EFFECT ON YEAST OF A MIXTURE OF MICROBIAL SURFACTANTS AND ANTIFUNGAL DRUGS.....	77
Kliuchka L.V. REGULATION OF BIOLOGICAL PROPERTIES OF <i>NOCARDIA VACCINII</i> IMV B-7405 SURFACTANTS.....	78
Поспелов А.В. МИГРАЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ПРИ ДЕЗИНФЕКЦИИ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ВОДНЫМ ОЗОНОМ.....	79
Луцай Д.А. РЕГУЛЯЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ВНЕСЕНИИ АКТИВАТОРОВ НАДФ <sup>+</sup> -ЗАВИСИМОЙ ГЛУТАМАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ В СРЕДУ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ПРОДУЦЕНТА.....	80
Черенько З.Л. ПРИБОРНЫЙ КОНТРОЛЬ СОЛЕВОГО СОСТАВА ПРИРОДНЫХ ВОД.....	81
Мастич А.А., Боровик В.В. ВЛИЯНИЕ ПЛАСТИКА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ СЕЯНЦЕВ ЕЛИ.....	82
Слатвинская А.В., Терещенко Т.А. ИЗУЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМОВ (НА ПРИМЕРЕ ПРЕСНОВОДНЫХ ЛЕГОЧНЫХ МОЛЛЮСКОВ).....	83
Кашпар М.В., Чернушина Е.А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ РЕТИНОЛА И КАРОТИНА В КОСМЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВАХ.....	84
Костюк С.А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ МЕЗОФИЛЬНЫХ БАКТЕРИЙ В ПИЩЕВЫХ ИНГРЕДИЕНТАХ.....	85
Половикова В.Ю., Такушевич А.А., Сацюк В.И., Мархотко К.Ф. ОПЫТ УЧАСТИЯ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ «БИОТЕХНОЛОГИЯ» И «ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ» В МЕЖДУНАРОДНОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЕКТЕ.....	86
Траулько В.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВИННЫХ КОКТЕЙЛЕЙ.....	87
Будковская Д.А. СОСТАВ И СВОЙСТВА ЭФИРНОГО МАСЛА ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ (ОБЫКНОВЕННОЙ) <i>PICEA ABIES L. KARST</i> , ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В ОДИНАКОВЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ.....	88
Давыденков В.Д. ПРИМЕНИМОСТЬ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ПОДХОДА КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ МИНОРНЫХ КОМПОНЕНТОВ В МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ МАТРИЦАХ.....	89
Евтух А.Г. АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ВЫЯВЛЕНИЯ ПОТОЖИРОВЫХ СЛЕДОВ РУК.....	90
Елистратова А.С. ВАЛИДАЦИЯ МЕТОДИКИ ИДЕНТИФИКАЦИИ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ И ЯЧМЕНЯ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОФОРЕЗА.....	91
Невар А.А., Половикова В.Ю., Сацюк В.И. ИЗУЧЕНИЕ ОКИСЛЕНИЯ КУПАЖЕЙ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ В ПРОЦЕССЕ ОБЖАРКИ ПРОДУКЦИИ.....	92
Сакович А.В. СОСТАВ ЭФИРНОГО МАСЛА <i>PINUS SILVESTRIS L.</i> , ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ЭКОЛОГИЧЕСКИ СТАБИЛЬНЫХ РЕГИОНОВ.....	93
Смирнова С.С. УСЛОВИЯ КИСЛОТНО-ОСНОВНОГО ТИТРОВАНИЯ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ГЛУТАМАТА НАТРИЯ.....	94
Сафонов А.Д., Жуковская Е.С. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЯ МАССОВОЙ ДОЛИ КАЛИЯ В КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЯХ РАДИОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ.....	95

**ИЗУЧЕНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НАПОЛНЕННЫХ  
ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНЫХ ПОЛИУРЕТАНОВ**

Рациональное использование вторичного полиуретана и композиционных материалов на его основе, ведёт к улучшению экономической обстановки в сфере использования полиуретановых эластомеров.

За последние годы намечается определенная тенденция, направленная на получение и исследование полимерных композиционных материалов на основе вторичных полиуретанов. При изучении свойств полимерных композиционных материалов первостепенное значение приобретают исследования по оценке вклада каждого из компонентов смеси на их структурные особенности и деформационно-прочностные характеристики [1].

Вторичный полиуретан может быть полностью переработан. Допускается также вторичное использование данного материала в смеси с первичным, что позволяет решить вопросы экологии и снизить нагрузку на окружающую среду. Создание композиций на основе вторичного полиуретана снижает затраты на первичное сырье, а также расширяет границы их применения и увеличивает номенклатуру полимерных материалов [2].

Цель данной работы является изучение прочностных характеристик полимерных композиций на основе вторичного полиуретана для дальнейшего практического применения.

Объектом исследования данной работы является смесь вторичного вспененного полиуретана на основе простых полиэфиров (ПУ) и вторичного термопластического полиуретана (ТПУ), являющимися отходами обувной промышленности. термопластичный полиуретан марки NF-950 фирмы NANTICO, который представляет собой полиуретан общего назначения на основе сложных полиэфиров; жесткий поливинилхлорид (ЖПВХ) марки ПЛ-2 В95.

Для модификации полиуретана был выбран минеральный дисперсный наполнитель (каолин, пирогенная двуокись кремния), а также пластифицирующая добавка (глицериновый эфир канифоли (ГЭК), канифоль сосновая). Добавление дисперсного наполнителя повышает значение твёрдости полимерной композиции. Это связано с формированием нового межфазного слоя на границе между полимерной матрицей и наполнителем. А для получения оптимальных свойств твёрдости и абразивного износа была добавлена пластифицирующая добавка. При этом происходит качественное распределение компонентов смеси друг в друге и это приводит к более однородной композиции.

Полимеры, совместимые с ПВХ, должны содержать либо карбонильную, либо нитрильную группу [3]. Поскольку и первичный и вторичный ТПУ имеют карбонильные группы, следовательно, при введении первичного полиуретана в композиции, содержащие вторичный ПУ и ПВХ, количество этих групп возрастает и, как результат, происходит увеличение прочности. Введение ЖПВХ приводит к значительному увеличению твердости всех композиций и увеличению абразивного износа.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Бюист Дж.М. Композиционные материалы на основе полиуретанов / Дж. М. Бюист; пер. с англ. под ред. Ф. А. Шутова – Москва: Химия, 1982. – 240 с.
2. Зонненшайн М. Полиуретаны. Состав, свойства, производство, применение / М. Зонненшайн – СПб.: ЦОП «Профессия», 2011. – 576 с
3. Уилки Ч., Саммерс Дж., Даниалс Ч. Поливинилхлорид / под ред. Г. Е. Заикова. – СПб.: Профессия, 2007. 728 с.

**МОДИФИКАЦИЯ ПЭТФ НАНООКСИДАМИ МЕТАЛЛОВ**

ПЭТФ - уникальный полимер, волокна и нити из которого можно получать как в аморфном, так и в аморфно-кристаллическом состоянии с различной степенью структурной упорядоченности, что открывает возможность физической модификации в процессе их формования и ориентации. Производство полиэфирных волокон и нитей на основе ПЭТФ возрастает в мире значительно более быстрыми темпами по сравнению с другими химическими волокнами [1]. В настоящее время мировой выпуск полиэфирных волокон и нитей, являющихся основным видом текстильного сырья, превышает 40 млн тонн. Они обладают непревзойденным комплексом потребительских свойств, являясь наиболее универсальным промышленным видом химических волокон.

В структуру любого химического волокна, когда идет приготовление раствора или расплава волокнообразующего полимера, можно вносить частицы наполнителя наноразмеров. В зависимости от химической природы наночастиц наполнителя мы получаем волокна с разными свойствами (высокая механическая прочность, электропроводность, антимикробные, сенсорные свойства, чувствительность к изменению температуры и т.д.). До сих пор преобладающим способом модификации синтетических текстильных материалов остается сорбция их поверхностью наночастиц из соответствующих суспензий, например, модифицирование ПЭТФ волокон бактерицидами по механизму крейзообразования или когда волокна вытягивают в контакте с модифицирующим коллоидным раствором. В целях поверхностной активации полиэфирных волокнистых материалов для фиксации на них функциональных препаратов иногда используется контролируемый поверхностный гидролиз ПЭТФ волокна в присутствии щелочных агентов.

Разрабатываются также способы объемного модифицирования волокон, основанные на введении в расплав или раствор готового волокнообразующего полимера наноматериалов перед стадией формования нитей. Однако, для полной реализации возможностей наномодифицирования необходимо, чтобы наночастицы были распределены во всем их объеме, причем максимально равномерно. Этого можно добиться только, вводя наноразмерные материалы на стадии синтеза полимера, когда молекулы мономера последовательно выстраиваются в макромолекулярные цепочки вместе с наночастицами. Однако, на этой стадии наблюдают трудности в связи с необходимостью не только равномерного распределения наночастиц в объеме этиленгликоля, но и получения стабильной во времени суспензии. Такая коллоидная система позволит обеспечить равномерность распределения частиц в объеме полимера в процессе синтеза ПЭТФ и, таким образом, приведет к получению материала с лучшим комплексом свойств. Путем модифицирования наноразмерными металлами и их производными можно получить полиэфирные волокна с улучшенными антимикробными и огнезащитными свойствами, с повышенной сорбцией красителей, самоочищением без потери деформационно-прочностных свойств. Это позволит расширить ассортимент полимерных волокон, производимых современными промышленными предприятиями, а также решить важнейшие для промышленности страны задачи получения экспортоориентированных наномодифицированных волокнистых материалов технического назначения и импортозамещающих волокнистых материалов текстильного назначения.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Технология полимерных материалов: учеб. пособие / А.Ф. Николаев [и др.]; под общ. ред. В.К. Крыжановского. – СПб.: Профессия, 2008. – 544 с.



**ПОЛИАЦЕТАЛИ, АРМИРОВАННЫЕ СТЕКЛОВОЛОКНОМ**

Полиацеталь, также называемый полиоксиметиленом (ПОМ, РОМ) или полиформальдегидом, – представитель гетероцепных простых полиэфиров. Его макромолекулы имеют линейное полиоксиметильное строение.

В промышленности полиформальдегид получают полимеризацией очищенного газообразного формальдегида (гомополимер) или сополимеризацией циклического олигомера полиоксиметиленовой структуры – триоксана с диоксолоном (сополимер).

Полимеризацию мономерного формальдегида проводят в среде инертного растворителя в присутствии катализаторов ионного типа:  $n\text{CH}_2\text{O} \rightarrow [-\text{CH}_2-\text{O}-]_n$

В качестве растворителей применяют алифатические, ароматические или циклоалифатические обезвоженные углеводороды; в качестве катализаторов – различные основания, амины, соли щелочноземельных металлов, фосфины и др.

Для повышения термической стойкости полиформальдегида и предотвращения старения полимера при хранении и эксплуатации проводят ацетилирование концевых гидроксильных групп уксусным ангидридом, а также вводят различные стабилизаторы (ароматические амины, фенолы, гидразины, соли, оксиды металлов и др.).

Полиформальдегид является термопластичным материалом с высокой степенью кристалличности. При комнатной температуре имеет высокую химическую стойкость к действию многих растворителей: алифатических, ароматических и галогенсодержащих углеводородов, спиртов, эфиров и др. При действии минеральных кислот и щелочей разрушается [1].

ПОМ является одним из наиболее жестких материалов, обладает высокой стойкостью к истиранию и сжатию, низким коэффициентом трения, имеет незначительную усадку даже при 100–110 °С и стабильность размеров изделий, стоек к действию низких температур.

Ацетальный сополимер производится различных степеней полимеризации. Отдельные марки отличаются друг от друга показателем текучести (индексом расплава), а также видом и концентрацией используемых добавок.

Ассортимент марок полиацетала можно разделить на следующие группы:

1. Основные марки – отличаются между собой, в основном, показателем текучести расплава;
2. Марки с улучшенными свойствами скольжения – модифицированы специальными добавками, улучшающими свойства скольжения и/или износостойкость;
3. Усиленные марки – содержат стекловолокно или стеклянные микросферы, отличаются от основных марок повышенной предельной прочностью и повышенной жесткостью;
4. Марки с повышенной ударной вязкостью – представляют собой смеси с эластомерами и характеризуются более высокой ударной вязкостью, чем основные марки.

Полиформальдегид перерабатывается в изделия преимущественно литьем под давлением, экструзией и реже прессованием.

В качестве объектов исследования были взяты стандартная марка полиацетала Kerital F20-03 и марка Kerital FG2025, армированная 25% стекловолокном. В результате выявлены улучшенные механические свойства усиленной стекловолокном марки, которые необходимы для изготовления деталей, требующих максимально высокой прочности, высокой жесткости, устойчивости к высоким температурам, а также превосходной стойкости к ползучести.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Коршак В.В. Технология пластических масс / В.В. Коршак. – 3-е изд. – М, Химия, 1972. – 562 с.

## **ВОДОПОГЛОЩЕНИЕ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ СТИРОЛ-АКРИЛОВЫХ ДИСПЕРСИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИРОДЫ И КОНЦЕНТРАЦИИ ЭМУЛЬГАТОРА**

Синтетические дисперсии, получаемые методом эмульсионной полимеризации, являются ведущими по объемам производства и имеют самый широкий ассортимент. Они используются при производстве лакокрасочных материалов и строительных композиций, нетканых и ковровых материалов, отделке бумаги и натуральной кожи.

Эмульсионная полимеризация (ЭП) – это способ проведения процесса полимеризации, который отличается тем, что реакция протекает в сложной микрогетерогенной системе – водной эмульсии нерастворимого в воде мономера (или смеси мономеров) в присутствии ПАВ-эмульгаторов и водорастворимого пероксидного инициатора.

Цель данного исследования – синтез ряда дисперсий стирол-акриловых сополимеров в присутствии эмульгаторов различной природы и концентрации и изучение водопоглощения покрытий на их основе. Для этого были проведены опыты по сополимеризации бутилакрилата (БА) и стирола (Ст) методом эмульсионной радикальной полимеризации. В качестве инициатора использовался водорастворимый персульфат аммония. В качестве эмульгаторов – анионогенные (додецилбензосульфат натрия (ДБСNa) и додецилсульфонат натрия (ДСNa)) и неионогенные (ТВИН-80 и ОП-10) поверхностно-активные вещества. Выбран следующий диапазон концентраций эмульгаторов: ДБСNa и ДСNa 1–6%, ТВИН-80 и ОП-10 6%, 10%. Были определены оптимальные концентрации эмульгаторов, обеспечивающие стабильность дисперсий в процессе синтеза и хранения, которые составили для ДБСNa 2–6%, для ДСNa 3–6%, ТВИН-80 6%.

Водопоглощение – свойство пленок (покрытий) впитывать и удерживать воду в порах, которое выражают в процентах по массе или объёму. Водопоглощение определяют у пленок, подверженных постоянному воздействию воды по ГОСТ 21513-76. При поглощении более 5 % воды пленки (покрытия) расширяются и размягчаются, эластичность их повышается в два раза, на 20–30 % снижается прочность пленки при ударе, адгезия к окрашиваемой поверхности, атмосферостойкость. Поэтому чем меньше значение водопоглощения, тем выше долговечность покрытия.

Изучив полученные зависимости были сделаны следующие выводы: увеличение содержания эмульгатора в стирол-акриловых покрытиях увеличивает их водопоглощение, а увеличение концентрации инициатора, использованного при синтезе сополимеров, наоборот уменьшает. Причем стабилизирующая способность анионных ПАВ выше, чем неионогенных при одинаковых концентрациях, а водопоглощение покрытий имеет обратную зависимость. Покрытия, полученные на основе выбранных мономеров (БА и Ст) обладают высокими гидрофобными свойствами. Дифильные компоненты (эмульгаторы) промежуточной фазы (особенно анионные), остающиеся в покрытии даже после его отверждения, являются причиной того, что покрытия проявляют большую чувствительность к действию воды.

Таким образом, грамотный подбор эмульгаторов, используемых при синтезе водно-дисперсионных пленкообразующих веществ позволяет регулировать не только стабильность дисперсий при синтезе и хранении, но и оказывает влияние на стойкость покрытий к действию воды, а соответственно и на их долговечность.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Казакова Е.Е., Скороходова О.Н. // Водно-дисперсионные акриловые лакокрасочные материалы строительного назначения. – М: ООО «Пэйнт-Медиа», 2003. – С. 136.

## ВУЛКАНИЗАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ С КАНИФОЛЕСОДЕРЖАЩИМИ ПРОДУКТАМИ

Завершающим и важнейшим процессом в производстве резиновых изделий является вулканизация. Вулканизация – это комплекс физико-химических процессов, приводящих к сшиванию макромолекул каучука в пространственную вулканизационную сетку, в результате чего пластичная смесь превращается в высокоэластичную резину. В процессе вулканизации улучшаются физико-механические свойства резин, возрастают прочность при растяжении, напряжения при определенном удлинении, сопротивление истиранию, стойкость к старению и др. [1].

Целью работы являлось изучение влияния природы и дозировки канифолесодержащих продуктов на вулканизационные характеристики эластомерных композиций. В качестве объектов исследования использовались модельные ненаполненные эластомерные композиции на основе синтетического полиизопренового каучука, изготовление которых осуществлялось на лабораторных вальцах в соответствии с ГОСТ 14925-79. В исследуемые композиции вводились канифолетерпеностирольномалеиновые аддукты (КТСМА). Данные добавки были получены путем обработки смеси терпентина и стирола малеиновым ангидридом в различных соотношениях при температуре  $190 \pm 5^\circ\text{C}$  с последующей отгонкой остатков непрореагировавших компонентов [2]. Исследуемые добавки вводились в модельные композиции в дозировках 1,0 и 2,0 мас. ч. на 100,0 мас. ч. каучука. Образцом сравнения являлась композиция, содержащая канифоль в равноценных дозировках с добавками КТСМА. Определение кинетических параметров вулканизации модельных резиновых смесей проводили на реометре ODR 2000 фирмы Alpha Technologies по ГОСТ 12535-84. Температура испытания составляла  $(133 \pm 1)^\circ\text{C}$ . На основании полученных результатов установлено, что введение канифолесодержащих добавок в модельные резиновые смеси приводит к увеличению минимального крутящего момента до 34,7% по сравнению с композицией, содержащей канифоль. Исключение составляет образец, содержащий добавку КТСМА 70:30 в дозировке 2,0 мас.ч., в данном случае значение минимального крутящего момента снижается на 4,4%. Определено, что время необходимое для увеличения минимального крутящего момента на 2 единицы, характеризующее индукционный период, для композиций с добавками КТСМА изменяется в пределах 2,31–2,87 мин, а для образца сравнения данный показатель равен 2,37–2,46 мин. В то же время значение времени достижения оптимальной степени вулканизации увеличивается до 30,02 мин, при чем для образца с канифолью данный показатель находится в пределах 19,89–20,41 мин.

Таким образом, результаты исследования кинетики вулканизации модельных резиновых смесей на основе синтетического полиизопренового каучука показали, что введение канифолетерпеностирольномалеиновых аддуктов оказывает существенное влияние на параметры процесса структурирования композиций. Анализ полученных данных не выявил однозначной зависимости изменения вулканизационных параметров от количественного и качественного состава добавок КТСМА. Такой характер изменения вулканизационных характеристик смесей с исследуемыми добавками может быть связан с их участием в образовании действительного агента вулканизации и дальнейшем влиянии на процесс образования поперечных связей вулканизатов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Корнев А.Е., Буканов А.М., Шевердяев О.Н. Технология эластомерных материалов: учеб. для вузов. – М.: Истек, 2009. – 502 с.

2. Получение, изучение состава и свойств канифолетерпеностирольномалеиновых смол / А.Ю. Ключев [и др.] // Труды БГТУ. Сер. 2, Химические технологии, биотехнологии, геоэкология. – 2020. – № 2. – С. 5–12.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АЛМАЗОСОДЕРЖАЩЕЙ ШИХТЫ НА СВОЙСТВА  
ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ КОМБИНАЦИИ КАУЧУКОВ  
БНКС-18+ХПК**

Алмазосодержащая шихта (АШ) оказывает модифицирующее воздействие на технологические и технические свойства эластомерных композиций, независимо от типа и марки каучуков. Введение алмазосодержащей шихты в резиновые смеси не вызывает затруднений при приготовлении и переработке. При изготовлении в производственных условиях жесткие смеси с добавкой АШ становятся мягче, меньше прилипают валкам, имеют более гладкую поверхность без пузырей. При разогреве на вальцах перед шприцеванием жесткие смеси имеют лучшие технологические свойства: быстрее садятся на валок, хорошо вальцуются, меньше крошатся, снижается нагрузка на мотор. Для менее жестких смесей данный эффект проявляется в меньшей степени. В целом, смеси с добавкой алмазной шихты лучше шприцуются, после охлаждения имеют большую каркасность, меньшую липкость и приобретают матовый оттенок. Детали резинотехнических изделий с добавкой АШ заметно легче снимаются с пресс-форм, что особенно важно при съеме тонкостенных изделий сложного профиля, брак которых в серийном производстве определяется в основном качеством съема [1–2].

В качестве объекта исследования использовались эластомерные композиции на основе комбинации каучуков специального назначения бутадиен-нитрильного и хлоропренового (БНКС-18+ХПК), в которые вводилась алмазосодержащая порошкообразная шихта, содержащая наноматериалы в количестве 1,6 % и 17,6 %.

Целью работы являлось исследование влияния алмазосодержащей шихты на технологические свойства эластомерных композиций на основе каучуков специального назначения. По результатам исследований определено, что введение порошкообразной шихты в резиновую смесь на основе комбинации каучуков БНКС-18+ХПК в количествах 0,2 и 0,5 мас. ч. на 100, 0 мас. ч. каучука и при содержании наноматериалов 1,6 % и 17,6 % приводит к уменьшению показателя вязкости по Муни резиновой смеси на 3,4–5,0 %. Наибольшее изменение выявлено при использовании минимальной дозировки. Значение вязкости для смеси без добавки – 60,7 усл. ед. Муни, а при введении 0,2 мас. ч. шихты с концентрацией 17,6 %, показатель вязкости равен 57,3 усл. ед. Муни.

Анализ результатов исследований кинетики вулканизации эластомерных композиций выявил, что добавление в композицию порошкообразной шихты с содержанием наноматериалов 1,6 % сокращает оптимальное время вулканизации на 4,5–6,9 %. Наибольшее уменьшение данного показателя установлено при дозировке 0,5 мас. ч. В случае композиции, содержащей наноматериалы с концентрацией 17,6 % и дозировке 0,2 мас. ч. установлено увеличение достижения оптимального времени вулканизации на 8,5 %. При дозировке 0,5 мас. ч. оптимальное время вулканизации сокращается на 9,0 %, по сравнению с образцом без добавки, значение  $t_{c(90)}$  для которого равно 14,12 минут, а скорость вулканизации – 5,32 дН·м/мин. Введение шихты в исследуемых количествах не оказывает существенного влияния на скорость вулканизации резиновых смесей. Выявленный характер изменения свойств может быть обусловлен взаимодействием частиц наноматериала с вулканизирующей группой резиновых смесей. Поверхность нанодобавки может адсорбировать вулканизирующие агенты, ускорители и активаторы вулканизации, что оказывает влияние на процесс образования поперечных связей.

Таким образом, анализ результатов показал, что введение алмазосодержащей добавки в эластомерные композиции на основе каучуков БНКС-18+ХПК в определенном количестве улучшает технологические свойства резиновых смесей, что может быть обусловлено взаимодействием наноматериала с другими компонентами смеси.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Donnet J.B. Nano and microcomposites of polymers elastomers and their reinforcement / J.B. Donnet // Composites science and technology. – 2003. – V. 68. – P. 1085–1088.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ С ПЛАСТИФИЦИРУЮЩИМИ ДОБАВКАМИ

Одним из методов модификации полимеров является пластификация. Суть ее состоит в изменении свойств полимеров путем введения в них добавок низкомолекулярных веществ – пластификаторов, изменяющих вязкость системы, гибкость молекул, подвижность надмолекулярных структур. Пластификаторы вводят в полимеры с целью повышения их пластичности и эластичности при переработке и эксплуатации [1].

Из группы нефтепродуктов наибольшее применение при производстве резинотехнических изделий находят нефтяные масла, которые выполняют роль пластификаторов резиновых смесей. Данные ингредиенты в полной мере отвечают основным требованиям, предъявляемым к пластификаторам, являются низкомолекулярными органическими соединениями и обладают хорошей совместимостью с неполярными каучуками. Кроме того, нефтяные масла характеризуются химической инертностью и практически не взаимодействуют с другими ингредиентами. Введение масел в резиновую смесь повышает гибкость макромолекул каучука за счет стерических эффектов, изменения расположения макромолекул в системе каучук–пластификатор, что приводит к уменьшению энергетических взаимодействий, обуславливающих снижение вязкости и образование более текучей системы. В результате создаются благоприятные условия для лучшего диспергирования техуглерода и других ингредиентов в резиновой смеси, снижения опасности преждевременной подвулканизации, а также уменьшаются энергозатраты, температура, время смешения и переработки смесей. Немаловажным также является экономический фактор: применение масел обеспечивает снижение стоимости смесей [2].

Целью работы являлось исследование влияния очищенных нефтяных масел на технические свойства эластомерных композиций на основе комбинации каучуков СКИ-3+СКД в соотношении (73:27). В качестве объектов исследования выступали экстракт селективной очистки вакуумного дистиллята ВД-4 (образец сравнения) и его очищенные триэтиленгликолем, диметилсульфоксидом, N-метилпирролидоном+10% масс. этиленгликоля рафинаты. Исследуемые добавки вводились в эластомерные композиции в дозировках 2,5 и 5,0 масс. ч. на 100 масс. ч. каучука.

В результате проведенных исследований установлено, что введение в резиновые смеси очищенных нефтяных масел способствует повышению модуля резин при 300%-ном удлинении в 1,96–2,26 раза и условной прочности при растяжении в 1,10–1,22 раза по сравнению с образцами, содержащими неочищенный экстракт. При этом установлено, что дозировка исследуемых пластификаторов практически не оказывает влияния на технические свойства эластомерных композиций. Выявлено, что применение в шинных резиновых смесях очищенных рафинатов ВД-4 приводит к некоторому снижению относительного удлинения при разрыве резин. Так, значение данного показателя образца сравнения составляет 680 и 670% при дозировках ВД-4 2,5 и 5,0 соответственно, а у резин с очищенными маслами находится в пределах 620–680%.

Таким образом, применение в эластомерных композициях очищенного нефтяного масла позволяет повысить напряжение при заданном удлинении и прочность резин. Данные показатели используют в качестве критерия для сравнительной оценки резин и контроля их качества. Долговечность резиновых изделий возрастает при повышении прочности резин.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Лешкевич А.В. Свойства эластомерных композиций с пластификаторами на основе вторичного сырья / А. В. Лешкевич, Ж. С. Шашок, П. Д. Гурин // Труды БГТУ. – 2015. - № 4. – С. 55–59.
2. Резниченко С.В. Большой справочник резинщика: в 2 ч. / С. В. Резниченко, Ю. Л. Морозов. – Техинформ, 2012. – Ч. 1: Каучуки и ингредиенты. – 744 с.

Учащ. А.В. Пшигоцкий  
Науч. рук. ст. преподаватель О.А. Кротова  
(кафедра полимерных композиционных материалов, БГТУ),  
учитель М.А. Александрович  
(ГУО «Средняя школа № 111 г. Минска)

## **ПРИМЕНЕНИЕ НАНОУГЛЕРОДНЫХ ЧАСТИЦ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ НЕФТИ**

Одним из приоритетных направлений развития современного материаловедения являются наноматериалы и нанотехнологии [1]. Свойства наноматериалов в значительной степени определяются характером распределения, формой и химическим составом кристаллитов (наноразмерных элементов), из которых они состоят. Уникальные свойства соединений в нанокристаллическом состоянии обусловили их широкое применение во многих сферах человеческой деятельности [2].

Достижения научно-технического прогресса оказывают губительное воздействие на окружающую среду. Особое место в этом вопросе отводится нефтяной промышленности. Аварии танкеров, взрывы нефтяных платформ, аварии на подводных буровых установках и скважинах сопровождаются разливом нефтепродуктов с последующим загрязнением водных экосистем. Пролитая нефть уничтожает растительный и животный мир, районы поражения становятся непригодными для обитания каких-либо растений и животных. Нефтяная пленка на поверхности водоема нарушает его биологические процессы, вызывает дефицит кислорода, изменяя состав воды. Оседающие на дне масла и мазут дают вторичное загрязнение. Это приводит к уменьшению популяции рыб, водоплавающих птиц и млекопитающих. Нефть наносит необратимый ущерб и здоровью человека, попадая в хозяйственно-питьевые водоемы и объекты. Поэтому ликвидация разлива нефти является первоочередной задачей.

Целью работы являлось определение эффективности использования углеродного наноматериала (УНМ) при очистке воды от загрязнений нефтью. В качестве объектов исследования выступали образцы дистиллированной, водопроводной питьевой воды, а также воды с морской солью, в которые была добавлена нефть.

Для очистки воды от нефти на тканевый фильтр на основе натуральных волокон (шерсть) был нанесен углеродный наноматериал, синтезированный путем карбонизации торфа при достижении в печи температуры 420°C. Полученные фильтры были погружены в загрязненную нефтью воду.

В результате проведенных исследований установлено, что УНМ оказался способным притягивать нефтяные капли, взвешенные в воде, и таким образом полностью очистить воду. При этом выявлено, что более быстрое протекание адсорбции нефти на поверхности частиц УНМ происходит в соленой воде, что может быть связано с различием поверхностного натяжения пресной и соленой воды. Известно, что чем больше поверхностное натяжение самой среды, тем меньше ее молекулы склонны к адсорбции, и тем полней адсорбция растворенного вещества. Поверхностное натяжение пресной воды составляет  $72,86 \times 10^{-3}$  н/м, а у водного раствора хлорида натрия –  $82,55 \times 10^{-3}$  н/м. Следовательно, адсорбция нефти на УНМ быстрее и более полно протекает в случае применения в качестве среды соленой воды.

Таким образом, применение частиц УНМ с большой удельной поверхностью позволяет быстро и эффективно очищать гидрофильные среды от нефти. УНМ, нанесенные на тканевую подложку, можно использовать для очистки водных сред от нефтепродуктов, что позволяет снизить экологический ущерб на окружающую среду в случае аварий в нефтедобывающей и нефтеперерабатывающих областях.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Модификация свойств эластомерных композиций углеродными наноматериалами / Ж.С. Шашок [и др.] // Труды БГТУ. Химические технологии, биотехнология, геоэкология. Сер. 2. – 2020. – № 1. – С. 198–203.
2. Шашок Ж.С. Применение углеродных наноматериалов в полимерных композициях / Ж.С. Шашок, Н.Р. Прокопчук. – Минск: БГТУ, 2014. – 232 с.

## ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИИ С ПОВЫШЕННОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬЮ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭТИЛЕНА НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

В настоящее время полимеры находят широкое применение в машиностроении, строительстве, при создании авиационных и космических летательных аппаратов, в энергетических установках и в других областях техники. Во многих случаях технические системы с деталями и узлами из полимерных материалов функционируют в режиме повышенных тепловых нагрузок. Отсюда в процессе проектирования и эксплуатации таких систем требуется, во-первых, применение полимерных материалов с более высокой теплопроводностью и, во-вторых, наличие информации о технологии получения таких полимерных материалов [1].

Целью данной работы являлся анализ возможных способов повышения теплопроводности полимерных материалов.

Повышенной теплопроводности пластмасс наиболее часто добиваются введением в их структуру дисперсных наполнителей различной природы (порошки на основе металлов и их соединений, углеродные дисперсные наполнители), применением волокнистых наполнителей.

Рост теплопроводности может достигаться непосредственно воздействием на полимерный материал либо на стадии его синтеза, либо при его переработке в изделия путем повышения молекулярной массы полимера, ориентации макромолекул, изменением степени кристалличности полимеров. Изменения теплопроводности полимера добиваются так же воздействием физических полей разной природы.

Наиболее приемлемым для нас являлся способ наполнения полимерной матрицы. Ненаполненные полимеры в их естественном состоянии являются теплоизоляторами, теплопроводность которых составляет 0,1-0,4 Вт/м\*К. Это обусловлено тем, что передача тепла в полимерах происходит по фононному механизму. Фононы в образце возникают при тепловых колебаниях частиц и рассеиваются при взаимодействии друг с другом или с дефектами структуры. Процессы возникновения, распространения и рассеивания фононов в полимерах осложняются кооперативным характером движений атомов и групп атомов в макромолекулах. Низкая же теплопроводность может привести к сильным локальным перегревам в материале в экстремальных условиях эксплуатации и к разрушению образцов. Низко/средне наполненные полимеры имеют теплопроводность 0,3-2 Вт/м\*К, что является низким значением для эффективного рассеивания тепла, необходимого для многих технических применений. Высоконаполненные (> 50 об. %) полимерматричные композиты могут обладать теплопроводностью до 32 Вт/м\*К, и, следовательно, могут быть эффективными, с практической точки зрения, теплопроводящими материалами [2]. Однако при создании высоконаполненных полимерных композиций возникает ряд технологических сложностей, связанных с процессами их переработки в изделия из-за высокой вязкости. Вопросам улучшения распределения частиц наполнителя в полимерной матрице и уменьшению вязкости системы различными способами и будут посвящены наши дальнейшие исследования.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Ермилова А.И., Мамонов И.Н., Калугина Е.В., Крючков А.Н. Теплопроводные полимерные композиции и полимерные материалы для кабельных систем// Полимерные трубы. – 2016. – №1. – 44 с.
2. Шевченко В.Г. Основы физики полимерных композиционных материалов: учебное пособие. – М.: 2010. – 98 с.

## ВАЛИДАЦИЯ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ УГЛЕВОДОРОДНЫХ КОМПОНЕНТОВ В ПАРАКСИЛОЛЕ ВЫСОКОЙ ЧИСТОТЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Валидация – это подтверждение посредством экспертизы и представления объективного доказательства того, что выполняются определенные требования для применения конкретной методики выполнения измерений, гарантирующие получение ожидаемых и воспроизводимых результатов, соответствующих поставленной цели [1]. В настоящее время для методики выполнения измерений «UOP 720-08 Методика определения содержания углеводородных компонентов в параксилоле высокой чистоты с применением газовой хроматографии», которая планируется к использованию в ОАО «Нафтан» для контроля качества товарной продукции, не установлены показатели прецизионности.

В эксперименте участвовали четыре лаборатории. Расчёт велся для трёх точек рабочего диапазона: нижний предел содержания параксилола 99,0–99,1% масс. (уровень 1), середина диапазона – 99,4–99,5% масс. (уровень 2) и верхний предел – 99,8–99,9 (уровень 3). Были рассчитаны значения критерия Кохрена, который составил для уровня 1 – 0,521, уровня 2 – 0,658, уровня 3 – 0,395, что меньше критического значения критерия Кохрена. Были рассчитаны значения критерия Граббса, который составил для уровня 1 – 0,968, уровня 2 – 1,351, уровня 3 – 0,595, что меньше критического значения критерия Граббса. Это свидетельствует об отсутствии выбросов и разбросов, полученные данные корректны [2].

Были установлены экспериментально показатели прецизионности: сходимость и воспроизводимость, а также значения расширенной неопределённости, результаты для параксилола представлены в таблице.

Таблица– Значения показателей

Показатель	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
Сходимость, % масс.	0,01723	0,02284	0,01468
Уравнение сходимости	$r = -0,002x + 0,2159$		
Воспроизводимость, % масс.	0,03611	0,05215	0,03152
Уравнение воспроизводимости	$R = -0,0026x + 0,3028$		
Расширенная неопределённость ( $k=2$ , $P=95\%$ ), % масс.	0,02834	0,04104	0,02476
Уравнение расширенной неопределённости	$U = -0,002x + 0,233$		

Примечание:  $x$  – среднеарифметический результат двух параллельных определений содержания параксилола в смеси, % масс.

Были построены контрольные карты Шухарта: X-карта со значениями средней линии – 99,4588% масс. основного вещества, верхнего предела – 99,9193%, нижнего предела – 98,9982%; R-карта размахов со средней линией – 0,00767, верхним пределом – 0,02507. Были найдены границы зон А, В, С. Для проверки возможности использования контрольных карт на практике были проведены тесты: «6», «14», «одной точки», «9», «3», «5», «8», «15». На основании результатов тестов был сделан вывод об отсутствии системных погрешностей. Процесс находится в статистически управляемом состоянии. Полученные результаты подтверждают приемлемость использования методики UOP 720-08 для контроля качества товарной продукции в ОАО «Нафтан», а также достоверность и точность результатов анализа.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Береговых В.В. Валидация аналитических методик /В.В. Береговых/ 2005 – 216 с.
2. Практические рекомендации по валидации результатов и методов измерений /Е.Н. Кротова [и др.] // Техническое нормирование, стандартизация и сертификация в строительстве – 2013 – №2 – с. 12–17.



**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ МАСЕЛ-  
ПЛАСТИФИКАТОРОВ**

Для улучшения эксплуатационных свойств резинотехнических изделий при их производстве используют масла-пластификаторы. От состава пластификатора во многом зависят вязкоупругие, низкотемпературные, прочностные свойства резин, а также клейкость, усадка, адгезия, склонность к вулканизации и обрабатываемость. Один из основных методов получения масел-пластификаторов базируется на использовании остаточных и дистиллятных ароматических экстрактов. Однако, полученные на основе этих экстрактов масла содержат большое количество канцерогенных полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) и сернистых соединений, что плохо влияет на экологию окружающей среды, здоровье человека. Для устранения этого недостатка масляные экстракты (МЭ) можно подвергать селективной очистке полярными растворителями.

Цель данной работы состояла в повышении эффективности экстракционного метода очистки компонентов пластификатора от вредных веществ. Для решения этой проблемы перед экстракционной очисткой пластификаторов проводили их окисление пероксидом водорода, а затем окисленный масляный экстракт (ОкМЭ) подвергали экстракции известным растворителем состава N-метилпирролидон + 10 мас. % этиленгликоля [1]. В таблице представлены результаты очистки МЭ и ОкМЭ.

Таблица – Результаты экстракционной очистки масляного экстракта, полученного из вакуумного дисциллята ВД-3

Показатель	Сырье	
	МЭ	ОкМЭ
Выход очищенного масляного экстракта, мас. %	58,49	62,47
Показатель преломления, $n_D^{50}$	1,5207	1,5252
Анилиновая точка, °С	51,5	52,25
Плотность, $\rho_4^{20}$	0,9774	0,9894

Установлено, что окисление МЭ перед селективной очисткой позволяет увеличить выход очищенного МЭ на 4 %. При этом изменяется химический состав данного продукта, так как растут анилиновая точка, показатель преломления и плотность масла-пластификатора. Такой характер изменения указанных показателей свидетельствует о снижении растворимости целевых компонентов окисленного масляного экстракта в экстрагенте и создание благоприятных условий за счет химических превращений под воздействием окислителя для перехода нежелательных соединений в экстрактивный раствор.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Флисюк О.М., Константинов В.А., Лихачёв И.Г., Борисова Е.И. Экстракционная очистка масел-пластификаторов // Материалы III международной научно-практической конференции «Модернизация и инновационное развитие топливно-энергетического комплекса». Санкт-Петербург, 2020. С. 29–31.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ СТОЙКОСТИ  
НЕФТЯНОГО МАСЛА-ПЛАСТИФИКАТОРА**

Смазочные материалы являются необходимым элементом длительной и надежной эксплуатации не только двигателей, аппаратов и механизмов, но и резинотехнических изделий, поэтому изучение свойств таких материалов очень важно для определения их срока действия в условиях применения в качестве смазочных соединений.

Основываясь на комплексе различных свойств (кинематическая вязкость, плотность, показатель преломления структурно-групповой состав и пр.) делается вывод о стойкости масел в условиях эксплуатации.

Существуют разные подходы к определению температурной стойкости смазочных масел. Одним из них является отбор образца масла, разделение его на несколько одинаковых долей с дальнейшим термостатированием каждой отдельной доли в течение 6 часов при определенных температурах ( $160\pm 3^\circ\text{C}$ ,  $190\pm 3^\circ\text{C}$ ,  $220\pm 3^\circ\text{C}$ ). После этого проводится их анализ путем измерения физических и химических показателей, таких как кинематическая вязкость, показатель преломления, плотность, а также структурно-групповой состав методом ИК-спектроскопии.

Объект исследования – образец масла-пластификатора, полученного по традиционной технологии [1]. После определения основных его характеристик, масло подвергли термической обработке и далее полученные после ее образцы анализировали. Результаты приведены в таблице.

Таблица – Результаты исследования термической стойкости масла-пластификатора

Показатель	Исходное	160°C	190°C	220 °C
Плотность, $\rho_4^{20}$	0,9916	0,9948	0,9892	–
Показатель преломления, $n_D^{50}$	1,5405	1,5205	1,5297	–
Кинематическая вязкость при 60 °C, мм <sup>2</sup> /с	5,31	1,32	1,30	
Спектральные коэффициенты: $C_1=(D_{747}+D_{810}+D_{865}+D_{918})/D_{1600}$	3,86	4,99	4,36	5,49
$C_2=(D_{747}+D_{810}+D_{865}+D_{918})/D_{720}$	4,13	4,18	4,14	4,01
$C_3=D_{1600}/D_{1450}$	6,91	5,91	7,54	1,51

Как видно, условия термического воздействия оказывают существенное влияние на структурно-групповой состав испытуемого масляного экстракта. Обусловлено это увеличением условного соотношения полиалкиламещенных ароматических структур к ароматическим структурам, изменением условного содержания ароматических структур. В результате изменяются основные свойства масла: плотность, вязкость и показатель преломления.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Грушова Е.И., Жолнеркевич В.И. Сравнительный анализ экстрагирующей способности растворителей для очистки ароматических масел от полициклических ароматических углеводородов // Труды БГТУ. Сер. 2, Химические технологии, биотехнологии, геоэкология. 2021. № 2 (247). С. 133–137.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНОГО ВЕЩЕСТВА НА ПРОЦЕСС ПЕРЕГОНКИ НЕФТИ

Основной целью нефтеперерабатывающей промышленности является производство нефтепродуктов, обеспечивающих максимально эффективное удовлетворение существующей в мире потребности в нефтепродуктах. Достичь это можно методом итеративного согласования постоянно растущих текущих потребностей в нефтепродуктах и практически достижимых объемов добычи нефти.

Для современной нефтеперерабатывающей промышленности мира в первую очередь характерны:

- рост суммарных мощностей и объемов переработки;
- рост удельных капиталовложений, вызванный возрастающими требованиями к охране окружающей среды, удорожанием процессов добычи;
- повышение эффективности использования нефти (углубление переработки нефти, повышение качества нефтепродуктов).

На данный момент использование поверхностно-активных веществ (ПАВ) имеет большое значение в нефтепереработке как при добыче, так и для процессов первичной перегонки нефти. При добыче нефти ПАВ добавляется для обезвоживания, но в дальнейшем ПАВ удаляется из нефти не полностью, и это оказывает влияние на процесс перегонки нефти.

Поэтому цель данной работе состояла в исследовании влияния неионогенного ПАВ на процесс атмосферной перегонки нативной нефти, т.е. на выход дистиллятных фракций и их качество.

В качестве ПАВ исследовали реагент MULSIFAN 258, представляющий собой смесь этоксилированных жирных спиртов, характеристика которого приведена в таблице.

Таблица – Характеристика ПАВ

Показатель	Гидрофобно-гидрофильный баланс	Удельный вес	Внешний вид	pH
Значения	9,4	0,94	твердый, желтый	6

Атмосферной перегонке подвергали нефть (плотность 888,2 кг/м<sup>3</sup>, показатель преломления  $n_D^{20}=1,5211$ , вязкость при 20 °С – 14,37 мм<sup>2</sup>/с), содержащую 0,05 мас.% ПАВ. Определяли фракционный состав в соответствии с ГОСТ 2177-99.

Установлено, что введение ПАВ в нефть позволяет несколько увеличить отбор в бензиновую фракцию парафиновых углеводородов. В результате выход бензиновой фракции возрастает на 0,7 мас.%, показатель преломления ( $n_D^{20}$ ) снижается с 1,4064 до 1,3986. По данным ИК-спектроскопии, ПАВ, воздействуя на коллоидную структуру нативной нефти, обеспечивает увеличение парафиновых структур нормального строения в составе самого легкого атмосферного дистиллята, т.е. присутствие в нефти ПАВ не ухудшает показатели прямой перегонки.

**ОЦЕНКА РАСТВОРИМОСТИ ОТХОДОВ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА В  
ОРГАНИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЯХ**

Полиэтилентерефталат (ПЭТ) широко распространен в быту и промышленности, он используется в производстве полиэфирных волокон, электроизоляции, тары, пищевой упаковки, изделий технического назначения. Основное направление применения ПЭТ – это пластиковые бутылки для пищевых продуктов. Каждую минуту в мире покупают около 1 млн напитков в бутылках из ПЭТ, большая часть такой тары попадает на свалки, накапливается и загрязняет окружающую среду. Для решения этой глобальной экологической проблемы во многих странах мира организован сбор ПЭТ-бутылок для последующей переработки, однако в Республике Беларусь объем сбора таких отходов не превышает 12%. На данный момент основным способом переработки ПЭТ-отходов является механический рециклинг, который заключается в сортировке, очистке и измельчении полимерных отходов с получением ПЭТ-флексов. Механическая переработка – наиболее экономический способ, но наличие примесей, воды, других полимеров в отходах значительно ухудшает свойства вторичного ПЭТ и ограничивает области применения получаемых ПЭТ-флексов. В связи с этим, разработка новых способов рециклинга ПЭТ-отходов, позволяющих перерабатывать загрязненное сырье является актуальным и представляет интерес с научной и практической точек зрения. Одним из возможных решений является использование сольветных методов разделения и выделения вторичных полимеров.

Целью данной работы являлась оценка растворимости ПЭТ-отходов в различных органических растворителях и изучение возможности применения сольветных методов при рециклинге таких отходов.

Анализ литературных данных показал, что ПЭТ не растворим в воде, растворим при нагреве в смеси фенола и тетрахлорэтана, дихлоруксусной и хлорсульфоновой кислот. Указанные растворители – канцерогены, они токсичны и их применение в промышленности ограничено [1]. В связи с вышеизложенным, в качестве растворителей были изучены широко используемые в химической промышленности органические растворители: о-ксилол, трихлорметан, ацетон, циклогексанон. Оценку растворимости осуществляли по стандартной методике, заключающейся в растворении 0,5 г измельченного образца ПЭТ-бутылки в 5–10 мл растворителя, выдержки его в течение нескольких часов и оценки степени его растворения – полное, частичное, набухает, не растворяется. Растворимость ПЭТ-отходов оценивали при различных температурах: 20, 40 и 60°C и температуре кипения органического растворителя.

Установлено, что при низких температурах (20 и 40°C) видимых изменений не наблюдается, при 60°C наблюдали изменение окраски пробирки с циклогексаноном. Циклогексанон может быть эффективным растворителем ПЭТ-отходов, поэтому дальнейшее исследование заключалось в установлении растворимости ПЭТ в циклогексаноне при температуре кипения (156°C). В указанных условиях наблюдается частичное растворение ПЭТ-отходов, изменение окраски.

Таким образом, ПЭТ-отходы не растворимы в о-ксилоле, трихлорметане и ацетоне, растворимость ПЭТ-отходов в циклогексаноне незначительна и разработка сольветных методов переработки с применением указанных растворителей нецелесообразна.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Шайерс Дж. Рециклинг пластмасс: наука, технологии, практика / Дж. Шайерс. – Санкт-Петербург: НОТ, 2012. – 640 с.

**ИЗУЧЕНИЕ ДИСПЕРСНОСТИ ПОЛИМЕРНО-БИТУМНЫХ ВЯЖУЩИХ**

Стабильные полимерно-битумные вяжущие (ПБВ) обладают кинематической устойчивостью и комплексом эксплуатационных характеристик, которые обусловлены распределением и размерами частиц полимерного компонента в объеме вяжущего, природой взаимодействия макромолекул полимера и компонентов битума. Признаком качественного вяжущего является его хорошая дисперсность и совместимость с полимерным компонентом.

Известны различные методы оценки дисперсности ПБВ: по параметру растворимости, визуальная оценка с помощью стеклянной палочки, микроскопия, спектральные методы исследования и т.д. В течение длительного времени на производстве основным методом определения однородности и дисперсности ПБВ являлся визуальный метод, заключающийся в оценке гомогенности системы битум-полимер по стеканию капли вяжущего со стеклянной палочки. Такой метод прост, не требует использования дорогостоящего оборудования, однако он мало информативен и не позволяет оценить распределение полимера во всем объеме битума. Были также разработаны косвенные методы исследования дисперсности ПБВ: по параметру растворимости полимерного и битумного компонента, групповому составу, оптической плотности. Указанные методы характеризуются простотой и доступностью, но имеющиеся зависимости определяемых показателей (растворимость, оптическая плотность, содержание структурных групп) от дисперсности ПБВ получены для узкого круга полимер-битумных систем и мало применимы на практике.

В связи с этим, наибольший интерес представляют микроскопические методы исследования, позволяющие определить дисперсность системы непосредственно. Для полимерно-битумных вяжущих используется люминесцентная микроскопия, основанная на способности частиц полимера светиться при облучении ультрафиолетового света.

Целью данной работы было изучение дисперсности битумных вяжущих, модифицированных сополимерами стирол-бутадиен-стиролом (СБС) методом люминесцентной микроскопии. Образцы полимерно-битумных вяжущих предварительно подогревали на электрической плитке до 80°C, заливали в металлические формы размером 10×10×100 мм и охлаждали при комнатной температуре в течение 1 часа. Затем образцы помещали в криостат для их охлаждения до -30°C, продолжительность охлаждения – не менее 3 часов. С помощью острого инструмента из охлажденных образцов ПБВ получали тонкие срезы и сколы, которые помещали на предметное стекло и анализировали на люминесцентном микроскопе. На рисунке представлена микрофотография ПБВ с высоким содержанием полимерного компонента.

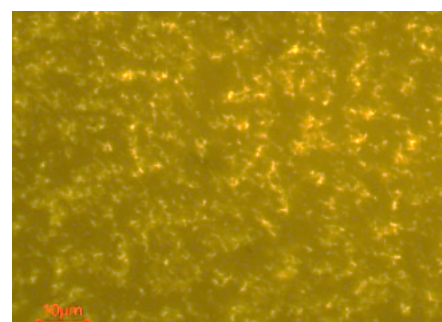


Рисунок – Микрофотография полимерно-битумного вяжущего

Анализ полученных микрофотографий показал, что сплошной фазой во всех изученных образцах ПБВ является битум, для образцов с высоким содержанием полимера полимерная фаза (СБС) неоднородная: полимер распределен не по всему объему битумной фазы, встречаются отдельные полимерные конгломераты и участки без полимерной фазы, частицы полимера среднего размера (до 100 мкм) различной формы.

Таким образом, в работе была изучена дисперсность полимерно-битумного вяжущего и установлено, что для образцов ПБВ с высоким содержанием полимерного компонента характерна неоднородная структура.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ДОБАВОК, СНИЖАЮЩИХ ТОКСИЧНОСТЬ ФЕНОЛОФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ

Фенолоформальдегидная смола (ФФС) – это смола промышленного изготовления, имеющая фенолоальдегидную основу и обладающая признаками термореактопластов. В промышленности на основе ФФС изготавливают клеевые соединения, которые проявляют большую устойчивость к нагреванию и одновременному воздействию влаги, поэтому их широко используют для производства древесной плитной продукции, эксплуатируемой в атмосферных условиях [1]. В последние годы требования, предъявляемые к плитной продукции по выделению свободного формальдегида и фенола, становятся жестче, поэтому введение модификаторов в состав фенолоформальдегидных смол позволяет не только снизить содержание токсичных веществ, повысить производительность прессового оборудования за счет ускорения отверждения клея, но и утилизировать отходы, уменьшить расход дорогостоящего связующего.

Объектом исследования являлись химические добавки, используемые для снижения токсичности клеевых соединений основе ФФС.

Цель исследований состояла в определении эффективных модификаторов ФФС, на основе которой изготавливают клеевые соединения.

В результате анализа литературных источников были определены наиболее эффективные модификаторы фенолоформальдегидных клеев на основе ФФС, которые приведены в таблице.

Таблица – Наиболее эффективные модификаторы для фенолоформальдегидных клеев на основе ФФС

Наименование	Свойства	Назначение
Уротропин технический	Белый кристаллический не слеживающийся порошок	Модификатор для снижения токсичности
Лигносulfонаты технические	Высоковязкая жидкость темно-коричневого цвета концентрацией 48–50 %	Модификатор и наполнитель для уменьшения токсичности и пластичности, обеспечивает слипание листов шпона
Пектол	Мазеподобная смесь темного цвета	Модификатор и наполнитель для сокращения времени отверждения связующего и снижения токсичности

Таким образом установлено, что наиболее эффективными добавками для снижения токсичности, характеризуемой присутствием в составе ФФС непрореагировавших в ходе отверждения фенола и формальдегида, являются такие добавки, как уротропин, технические лигносульфонаты и пектол, которые позволяют уменьшить уровень токсичности от 15%, в случае использования пектола, до 50%, в случае применения технических лигносульфонатов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Виткалова И.А. Технологии получения и свойств фенолоформальдегидных смол и композиций на их основе / И.А. Виткалова, А.С. Торлова, Е.С. Пикалов // ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых» – Журнал Научное обозрение. Технические науки. – № 2. – 2017. – С. 15–28.

## ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ ПРИ МОДИФИЦИРОВАНИИ ПОЛИКАРБОКСИЛАТНЫМ ЛИГНИНОМ В ПРОЦЕССЕ ЕЕ СИНТЕЗА

Карбамидоформальдегидные смолы (КФС) в больших объемах применяют в деревообрабатывающей промышленности в производстве фанеры, древесностружечных плит, мебели, слоистых пластиков благодаря их ценным свойствам - высокой скорости отверждения, хорошей адгезии к древесине, доступности исходного сырья, простоте технологии получения, дешевизне, бесцветности и отсутствию запаха. В тоже время актуальными являются исследования по модифицированию КФС как в процессе ее синтеза, так и на стадии приготовления связующего для получения плитных материалов. При этом эффективными модификаторами КФС в этом отношении могут быть продукты сульфитно-целлюлозного и гидролизного производств, в частности лигносульфонаты, поликарбоксилатный лигнин (ПЛ), а также другие высокорреакционные вещества [1].

Объектом исследования являлась КФС, синтезированная по промышленной рецептуре.

Цель исследований состояла в определении и анализе свойств КФС, модифицированной поликарбоксилатным лигнином с расходом 3-7 мас.% в процессе ее синтеза.

В таблице представлены значения показателей качества полученной КФС.

Таблица – Основные свойства исследуемой КФС

Параметр	Вид КФС				ГОСТ 14231-88
	КФС (контроль)	КФС (модиф. 3% ПЛ)	КФС (модиф. 5% ПЛ)	КФС (модиф. 7% ПЛ)	
Вязкость по ВЗ-4, с	39	23	25	78	30-80
Продолжительность желатинизации при 100 °С, с	59	88	93	149	40 - 65
Массовая доля сухого остатка, мас. %	55	63	62	64	66 ± 2
Показатель рН	7,7	7,7	7,9	7,5	7,5 - 8,5
Массовая доля свободного формальдегида, мас. %	0,39	0,32	0,34	0,01	0,25 - 0,90

Установлено, что модифицирование поликарбоксилатным лигнином с расходом 3-7 мас.% вызывает существенное изменение всех анализируемых свойств. Однако наибольшая динамика наблюдается для показателя массовой доли свободного формальдегида у КФС, модифицированной поликарбоксилатным лигнином с расходом 7 мас.%. Снижение массовой доли свободного формальдегида до 0,01% свидетельствует о химическом взаимодействии формальдегида и поликарбоксилатного лигнина, имеющего в своем составе карбоксильные, метоксильные и гидроксильные функциональные группы.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Использование поликарбоксилатного лигнина в синтезе карбамидоформальдегидной смолы / А.С. Ковалевский, Д.В. Кузёмкин // 72-я научно-техническая конференция учащихся, студентов и магистрантов: тезисы докладов, 12-23 апреля 2021 г., Минск: в 4 ч. Ч. 2 – Минск: БГТУ, 2021. – С. 6–7.

## УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНО-БИТУМНЫХ ВЯЖУЩИХ

Битумные материалы ввиду своих ценных эксплуатационных свойств таких как пластичность, прочность и водостойкость хорошо зарекомендовали себя в различных отраслях строительства. Они широко используются для создания гидроизоляции и в производстве рулонных кровельных материалов. Однако из-за склонности нефтяных битумов к окислению, недостаточной пластичности и узкому температурному интервалу работоспособности такие материалы быстро приходят в негодность, и их срок службы составляет 5–10 лет.

Для улучшения свойств гидроизоляционных материалов в качестве базового компонента предлагается использовать нефтяные битумы, модифицированные полимерными добавками, в частности, каучуками и термоэластопластами. Такие полимерно-битумные вяжущие (ПБВ) отличаются улучшенными эксплуатационными характеристиками, расширенным температурным интервалом работоспособности и сроком службы. Однако использование полимерного компонента при модификации битумов сопряжено со значительным удорожанием и необходимостью применения дорогостоящего оборудования для получения однородных модифицированных битумных вяжущих [1].

Для решения указанных проблем в ПБВ вводят пластификаторы. Чаще всего в качестве пластификаторов используют мазут, экстракты селективной очистки масел, индустриальные масла. Помимо указанных пластификаторов представляют интерес и нефтеполимерные смолы (НПС), имеющие сродство, как к битумному, так и к полимерному компоненту ПБВ. Они дешевы и получаются из побочных продуктов производства этилена и пропилена. Применение НПС в ПБВ должно способствовать лучшей растворимости полимерного компонента, увеличению пластичных свойств и снижению доли дорогостоящего компонента.

Целью данной работы являлась оценка влияния добавок нефтеполимерной смолы на эксплуатационные показатели модифицированных битумных вяжущих и разработка оптимальных составов для производства гидроизоляционных полимерно-битумных материалов.

В качестве объектов исследования были выбраны полимерно-битумные вяжущие на основе нефтяного дорожного битума, с фиксированным количеством полимерного компонента

(сополимеры типа стирол-бутадиен стирол) и содержанием нефтеполимерной смолы до 20% мас. Для полученных вяжущих определяли температуру размягчения по методу «Кольцо и Шар», глубину проникновения иглы при 25°C и температуру хрупкости по Фраасу.

Установлено, что при введении нефтеполимерной смолы в полимерно-битумное вяжущее увеличивается его температура размягчения, снижается пенетрация, улучшаются низкотемпературные свойства.

Показано, что введение НПС обеспечивает получения гидроизоляционных материалов с улучшенными свойствами по сравнению с непластифицированными модифицированными битумами.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Гасанов А., Шыхалиев К. Исследования процесса получения покрытий различного назначения на основе нефтяного битума: монография. – М.: НИЦ МИСИ, 2018. – 64 с.



**ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ КЕРАМИКА НА ОСНОВЕ  $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_{9+\delta}$ ,  
МОДИФИЦИРОВАННОГО ЧАСТИЦАМИ РАЗЛИЧНЫХ МЕТАЛЛОВ**

Одним из оксидных материалов, сочетающих в себе высокую электропроводность, термо-ЭДС и устойчивость на воздухе при повышенных температурах, а также низкую теплопроводность, является слоистый кобальтит кальция  $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_{9+\delta}$ , что позволяет рассматривать этот материал как перспективную основу для создания *p*-ветвей высокотемпературных термоэлектрогенераторов, в которых теплота, которая выделяется при работе промышленных предприятий и автотранспорта, может быть преобразована в электроэнергию. В настоящее время ведется поиск путей улучшения функциональных характеристик слоистого кобальтита кальция.

В данной работе с целью разработки новых эффективных высокотемпературных термоэлектриков изучено влияние добавок частиц металлов в сочетании с двухстадийным спеканием на пористость, электротранспортные (электропроводность, коэффициент термо-ЭДС) и функциональные (фактор мощности) свойства керамики на основе слоистого кобальтита кальция.

Исходный слоистый кобальтит кальция  $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_{9+\delta}$  синтезировали керамическим методом из  $\text{CaCO}_3$  (ч.д.а.) и  $\text{Co}_3\text{O}_4$  (ч.д.а.) при температуре 1173 К на воздухе в течение 12 ч. После обжига керамику измельчили и к порошку полученного кобальтита кальция добавляли 5 мас. % металлических кобальта, цинка (микро- и наноразмерного), серебра. После помола и прессования образцы спекали на воздухе при температуре 1473 К в течение 6 ч, затем отжигали в течение 70–77 ч при температуре 1173 К. Кажущуюся плотность образцов ( $\rho_k$ ) находили по их массе и геометрическим размерам. Пористость ( $\Pi$ ) керамики вычисляли по формуле  $\Pi = (1 - \rho_k/\rho_T) \cdot 100\%$ , где  $\rho_k$  и  $\rho_T$  – кажущаяся и теоретическая плотность образца. Теоретическую плотность образцов вычисляли по формуле  $\rho_T = \omega_{\text{CaO}} \cdot \rho_{\text{CaO}} + \omega_{\text{MeO}} \cdot \rho_{\text{Me}(\text{MeO})}$ , где  $\omega_{\text{CaO}}$  и  $\omega_{\text{Me}(\text{MeO})}$  и  $\rho_{\text{CaO}}$  и  $\rho_{\text{Me}(\text{MeO})}$  – массовые доли компонентов (согласно данным рентгенофазового анализа) керамики и их рентгенографические плотности ( $\rho_{\text{CaO}} = 4,677 \text{ г/см}^3$  [1]). Электропроводность ( $\sigma$ ) и коэффициент термо-ЭДС ( $S$ ) образцов изучали на воздухе в интервале температур 300–1100 К. Величину фактора мощности ( $P$ ) вычисляли по формуле  $P = S^2 \cdot \sigma$ .

Установлено, что введение в керамику частиц металлов в сочетании с двухстадийным спеканием позволяет снизить ее пористость. Вместе с тем, керамика, содержащая частицы наноразмерного цинка содержит большое количество низкопроводящих фаз, что отрицательно сказывается на ее факторе мощности. Добавление к системе частиц кобальта и микроразмерного цинка позволяет получить керамику, удельная электропроводность которой при 1100 К составляет 50,1 и 61,3 См/см соответственно. Коэффициент термо-ЭДС всех образцов во всем исследованном интервале температур положителен и с ростом температуры увеличивается, достигая при 1100 К для образца, содержащего 5 мас.% наноразмерного цинка, значения 169 мкВ/К. При температуре 1100 К фактор мощности керамики с добавкой микроразмерного цинка в  $\approx 1,4$  раза ( $P_{1100} = 141 \text{ мкВт}/(\text{м} \cdot \text{К}^2)$ ) превышает таковой для высокопористой керамики  $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_{9+\delta}$ , синтезируемой традиционным твердофазным методом ( $P_{1100} \approx 100 \text{ мкВт}/(\text{м} \cdot \text{К}^2)$  [2]).

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Madre M.A. Preparation of high-performance  $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$  thermoelectric ceramics produced by a new two-step method / M.A Madre [et al] // J. Eur. Ceram. Soc.– 2013.– Vol. 33.– P. 1747–1754.
2. Мацукевич И.В. Синтез и свойства материалов на основе слоистых кобальтитов кальция и висмута / И.В. Мацукевич [и др.]// Журнал прикладной химии.– 2015.– Т. 88.– Вып. 8. – С. 1117–1123.

**СТРУКТУРА И ТЕРМИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ**

В данной работе были получены образцы твердых растворов  $\text{NdBa}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeCo}_{0,5}\text{Cu}_{0,5}\text{O}_{5+\delta}$  ( $x = 0,00-1,00$ ), относящиеся к слоистым перовскитам со структурой  $A'A''B''O_{5+\delta}$ , где  $A'$  – редкоземельный элемент (РЗЭ),  $A''$  – щелочноземельный элемент (ЩЗЭ),  $B'$ ,  $B''$  –  $3d$  металлы [1]. Синтез образцов осуществлялся керамическим методом из  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  (НО-Л),  $\text{BaCO}_3$  (ч.),  $\text{SrCO}_3$  (ч.),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (ос.ч.),  $\text{CuO}$  (ч.д.а.),  $\text{Co}_3\text{O}_4$  (ч.), которые смешивали в стехиометрических соотношениях, прессовали и отжигали 40 ч. при температуре 1173 К. Спекание образцов осуществляли при 1273 К в течение 9 ч.

Образцы исследовали методами рентгенофазового анализа (РФА, дифрактометр Bruker D8 XRD Advance,  $\text{CuK}\alpha$ -излучение), ИК-спектроскопии поглощения (ИК-Фурье спектрометр NEXUS E.S.P.) и сканирующей электронной микроскопии (СЭМ, микроскоп JEOL JSM-5610 LV). Исследование термической стабильности производилось на воздухе (термоаналитическая система TGA/DSC-1/1600 HF, 300–1100 К, 5 К/мин). Кажущуюся плотность ( $\rho_{\text{каж}}$ ) образцов рассчитывали по их массе и геометрическим размерам.

Согласно результатам РФА, образцы являются однофазными. Образцы со степенью замещения бария стронцием  $x = 0,00-0,40$  обладают тетрагональной структурой (пр. гр. симм.  $P4/mmm$ ), а при  $x = 0,60-1,00$  – кубической (пр. гр. симм.  $Pm\bar{3}m$ ). В области  $0,40 < x < 0,60$  происходит структурный фазовый переход тетрагонально искаженного перовскита в кубический. Параметры элементарной ячейки, приведенные в таблице, незначительно изменялись в пределах:  $a = 3,884-3,909$  Å,  $c = 7,690-7,706$  Å для тетрагональной ячейки, и  $a = 3,839-3,857$  Å для кубической, уменьшаясь с ростом степени замещения бария стронцием.

Таблица – Значения параметров ( $a$ ,  $c$ ) и объема ( $V$ ) элементарной ячейки, рентгенографической ( $\rho_{\text{рент}}$ ), кажущейся ( $\rho_{\text{каж}}$ ) плотностей и пористости ( $\Pi$ )

$x$	Пр. гр. симм.	$a$ , Å	$c$ , Å	$V$ , Å <sup>3</sup>	$\rho_{\text{рент}}$ , г/см <sup>3</sup>	$\rho_{\text{каж}}$ , г/см <sup>3</sup>	$\Pi$ , %
0,00	$P4/mmm$	3,9090	7,7061	117,750	6,86	6,18	9,9
0,20	$P4/mmm$	3,8988	7,7027	117,087	6,65	4,77	28,3
0,40	$P4/mmm$	3,8837	7,6902	115,992	6,68	4,78	28,4
0,60	$Pm\bar{3}m$	3,8572	-	57,389	6,61	5,65	14,5
0,80	$Pm\bar{3}m$	3,8500	-	57,069	6,50	5,99	7,8
1,00	$Pm\bar{3}m$	3,8392	-	56,589	6,41	5,99	6,6

Кажущаяся плотность составила 6,18 г/см<sup>3</sup> для  $x = 0,00$  и 5,99 г/см<sup>3</sup> для  $x = 1,00$  и понижалась при частичном замещении бария стронцием и наоборот. По результатам СЭМ было определено, что размер зерен керамики варьировался в пределах 2–3 мкм.

Исследование термической стабильности показало, что образцы, начиная с температур 615–805 К, теряли массу (0,47–0,78%) в интервале температур 615–1100 К, что связано с выделением из образцов слабосвязанного кислорода, причем температура начала потери массы составила 735 К для  $x = 0,00$  и 805 К для  $x = 1,00$ , понижаясь при частичном замещении бария стронцием и наоборот.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Чижова Е.А., Журавлева Я.Ю. Электротранспортные свойства нанокompозитов  $\text{NdBaCoFeO}_{6-\delta}$ /УНТ // Труды БГТУ Сер. Сер. II. Химические технологии, биотехнологии, геоэкология. 2020. № 2. С. 62–68.

## ЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА МАРГАНЕЦСОДЕРЖАЩИХ КОНВЕРСИОННЫХ ПОКРЫТИЙ НА СПЛАВАХ МАГНИЯ

В настоящее время сплавы магния благодаря ряду своих физических свойств (высоким значениям электропроводности, теплоемкости и прочности, а также низкой плотности и температуры плавления) являются наиболее перспективными металлическими конструкционными материалами для использования в аэрокосмической промышленности, авиа- и машиностроении. Однако высокая химическая активность и, как следствие, низкая коррозионная устойчивость ограничивают широкое использование магниевых сплавов и требуют дополнительных мер по защите этих материалов от коррозии.

Одним из самых простых в исполнении, но эффективных способов защиты от коррозии сплавов магния является хроматная конверсионная обработка. К основным недостаткам данного метода можно отнести высокую токсичность, канцерогенность и мутагенность соединений хрома(VI). Потому актуальным направлением совершенствования методов антикоррозионной защиты сплавов магния является разработка новых экологически безопасных составов электролитов для нанесения конверсионных покрытий. Для решения этой задачи перспективным является использование растворов на основе соединений  $3d$ -элементов, которые, как и хром, обладают эффектом «самозалечивания».

Целью работы было изучение защитных свойств в хлоридсодержащих средах марганецсодержащих конверсионных покрытий, полученных на сплавах магния AZ31.

Формирование конверсионных покрытий на сплавах магния AZ31 проводили в течение 5, 10, 15, 30, 45, 60 мин. и 24 ч. в растворах, содержащих 5 и 50 ммоль/дм<sup>3</sup> KMnO<sub>4</sub>. Поляризационные кривые (ПК) снимали в 0,05 М растворе NaCl с использованием потенциостата/гальваностата PGSTAT 302N (Methrom Autolab) в диапазоне потенциалов от – 300 до +700 мВ от стационарного потенциала, скорость развертки потенциала – 1 мВ/с.

Проведенные исследования показали, что с увеличением концентрации перманганата калия в растворе ход катодных ветвей ПК практически не меняется, в то время как анодные ветви в исследуемом интервале потенциалов существенно меняют наклон. Полученные результаты свидетельствуют о том, что механизм катодных процессов не зависит от содержания KMnO<sub>4</sub>, а перманганат калия является ингибитором анодного типа.

В 0.05 М NaCl значение плотности тока коррозии образца сплава без конверсионного покрытия составило  $7.43 \cdot 10^{-6}$  А/см<sup>2</sup>. Для покрытий, полученных в 5 мМ растворе перманганата калия в течение 5 и 30 минут, наблюдается увеличение плотности тока коррозии. Это показывает, что данные условия не обеспечивают формирования на поверхности образца сплошной защитной пленки. В свою очередь, частичная пассивация поверхности приводит к образованию микрогальванических пар и увеличению истинной плотности тока, что способствует коррозии сплава. Увеличение времени формирования покрытия в этом растворе до 60 минут приводит к незначительному уменьшению плотности тока коррозии и повышению защитных свойств покрытия на 5 % по сравнению с образцом без конверсионного покрытия. Увеличение концентрации KMnO<sub>4</sub> до 50 ммоль/дм<sup>3</sup> при времени выдержки 5 минут позволяет увеличить защитные свойства покрытий на 10%. Увеличение времени формирования конверсионных покрытий в этих растворах до 30 минут способствует снижению плотности тока коррозии до  $i_{\text{корр}} = 4,33 \cdot 10^{-7}$  А/см<sup>2</sup> и, как следствие, повышению защитных свойств поверхности до 94 %. Дальнейшее увеличение времени получения конверсионных покрытий не приводит к существенному росту их защитных свойств.

Таким образом, проведенные исследования показали эффективность использования перманганата калия для получения защитных конверсионных покрытий на сплавах магния.

## СТРУКТУРИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ МАГНИЕВЫХ СПЛАВОВ AZ91 МЕТОДОМ МИКРОДУГОВОГО ОКСИДИРОВАНИЯ В СИЛИКАТНОМ ЭЛЕКТРОЛИТЕ

Наиболее перспективным материалом для создания биodeградируемых имплантов в настоящее время считаются сплавы магния, которые характеризуются низкой плотностью, высокими значениями удельной прочности и жесткости, биобезопасностью и механическими свойствами, близкими со свойствами нативной кости. Однако, несмотря на огромный потенциал магния и его сплавов в качестве биоразлагаемых материалов, его быстрая и неоднородная деградация, сопровождающаяся образованием локальных дефектов и неконтролируемым выделением газообразного водорода, препятствующим восстановлению костной ткани, ограничивает использование этих материалов. Одним из способов увеличения коррозионной стойкости магния и его сплавов является микродуговое оксидирование (МДО), приводящее к образованию на поверхности устойчивой защитной оксидной пленки.

Целью работы было изучение влияния микродугового оксидирования в силикатном электролите поверхности образцов магниевого сплава AZ91 на их коррозионные свойства в хлоридсодержащих средах.

Для проведения процесса МДО использовали стандартный силикатный электролит; режимы оксидирования указаны в таблице 1. Оценку коррозионной стойкости полученных покрытий проводили в 0.05 М NaCl с использованием потенциостата/гальваностата PGSTAT 302N (Methrom Autolab), оснащенного модулем импеданса FRA32M. В исследованиях использовали насыщенный хлоридсеребряный электрод в качестве электрода сравнения и платиновую сетку в качестве вспомогательного электрода. Спектры импеданса регистрировали в диапазоне частот  $10^6$ – $10^{-2}$  Гц с амплитудой колебаний тока 10 мВ.

Результаты импедансной спектроскопии показали, что практически для всех модифицированных образцов на полученных диаграммах можно выделить две временные константы. Первая константа в области высоких и средних частот представляет собой полуокружность, что характерно для электрохимических процессов с лимитирующей стадией переноса заряда. В области низких частот на всех спектрах присутствует временная константа, характеризующая протекание двух параллельных процессов: разрушения образованного оксидного слоя и адсорбции образующихся продуктов коррозии на поверхности. Для интерпретации полученных данных была использована эквивалентная схема, параметры подбора которой представлены в таблице.

Таблица – Параметры эквивалентной схемы образцов сплава магния AZ91

	Параметры процесса МДО	$R_s$ , Om $\cdot$ cm <sup>2</sup>	$R_1$ , Om· cm <sup>2</sup>	$R_2$ , Om· cm <sup>2</sup>	CPE1, Om· cm <sup>2</sup> ·s <sup>-n</sup>	$n_1$	CPE2, Om· cm <sup>2</sup> ·s <sup>-n</sup>	$n_2$
AZ91		75. 9	2320	1100	1.72E- 5	0.8 6	6.80E- 5	0.95
Образец 1	Имп. 1 А/500 мсек., 20 цик. имп. 0.4 А/10 сек. пауза 5 сек.	29. 6	3519 4	8361 6	1.21E- 7	0.7 7	1.50E- 6	0.60
Образец 2	Имп.1 А/500 мсек., 20 цик. имп. 1 А/500 сек. + имп. 0.5 А/10 сек. пауза 5 сек.	48. 7	2332 1	1307 20	1.04E- 7	0.7 9	8.70E- 7	0.65
Образец 3	Имп. 2 А/2.5 мсек., 4 цик. имп. 2.5 А/500 мсек. + имп. 0.5 А/10 сек. пауза 5 сек.	54. 5	1387 90	3644 20	9.45E- 8	0.8 0	2.16E- 6	0.41

Анализ полученных данных показал, что МДО приводит к существенному увеличению сопротивления поверхности магниевого сплава AZ91 и, как следствие, снижению скорости его коррозии. Сравнение значений сопротивления оксидного слоя ( $R_1 + R_2$ ) для различных

образцов сплава магния показало, что в силикатном электролите параметры МДО, использованные для модификации поверхности образца 3, являются наиболее оптимальными для получения покрытий на сплавах магния с улучшенными антикоррозионными свойствами и регулируемой скоростью биодegradации.

УДК 628.16

Студ. Н.В. Фиранчук  
 Науч. рук. доц. А.В. Игнатенко  
 (кафедра биотехнологии, БГТУ)

### СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ

Обеззараживание поверхностных вод является основным этапом водоподготовки питьевой воды и гарантией ее биологической безопасности для потребителей [1]. При обеззараживании воды необходимо решать три основные задачи: обеспечивать требуемую эффективность обеззараживания, сохранять качество питьевой воды при подаче ее потребителю и не допускать образования повышенных концентраций токсичных побочных продуктов окисления в питьевой воде. Для обеззараживания воды используются: хлорагенты (гипохлорит натрия, диоксид хлора, хлорамины), озонирование и УФ-обеззараживание. Каждый из основных методов обеззараживания воды имеет свои достоинства и недостатки. При хлорировании воды помимо ее обеззараживания протекают процессы окисления органических веществ хлором с образованием хлорорганических соединений, которые оказывают токсичное действие. При безреагентной УФ обработке обеззараживающий эффект достигается благодаря прямому воздействию УФ лучей на РНК и ДНК микроорганизмов, носит кратковременный характер и при отключении источника исчезает.

Цель работы – сравнение эффективности и безопасности методов обеззараживания воды хлорированием и УФ-обработкой.

Объектом исследования служила питьевая вода, полученная со скважин УП Минскводоканал. Безопасность воды оценивали по образованию побочных токсичных продуктов, бактерицидную эффективность – по показателю СТ (остаточная концентрация обеззараживающего вещества С (мг/л), умноженная на необходимое для обеззараживания время Т(мин) контакта). В таблицах 1, 2 приведены значения параметра СТ для различных хлорреагентов, эффективность дезинфекции и возможность образования побочных опасных продуктов.

Таблица 1 – Значения параметра СТ для инактивации основных видов микроорганизмов

Вид реагента	Основные микроорганизмы				
	<i>E. coli</i>	<i>Poliovirus</i>	<i>Rotavirus</i>	<i>Giardia lamblia</i> (циста)	<i>Cryptosporidium</i> (циста)
Хлор	0,03-0,05	1,1-2,2	0,01-0,05	15-150	7200
Хлорамин	95-180	770-3500	3810-6480	2200	7200*
Диоксид хлора	0,4-0,75	0,2-6,7	0,2-2,1	26	78*

Примечание: \* 90% инаktivация

Таблица 2 – Оценка эффективности дезинфицирующих средств и возможности образования побочных продуктов

Действие	O <sub>3</sub>	Cl <sub>2</sub>	ClO <sub>2</sub>	Хлорамины	УФИ
1	2	3	4	5	6
Инаktivация бактерий	+++	++	++	+	++
Бактерицидное антивиральное	+++	++	++	+	++
Цисты простейших	+	0	0	0	+++

Продолжение таблицы 2

Остаточное бактерицидное действие	0	+	+	++	0
Образование побочных продуктов	++	0	+	+++	+++

Примечание: 0-эффект отсутствует; + - слабый положительный эффект; ++ - средний положительный эффект; +++ - высокий положительный эффект.

Из представленных в таблицах результатов следует, что ультрафиолетовое излучение является одним из наиболее эффективных способов обеззараживания воды. Для пролонгирования его действия и для предотвращения образования ЛГС наиболее целесообразно применять УФ-излучение в сочетании с хлораминами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гюнтер Л.И., Алексеева Л.П., Хромченко Я.Л. Влияние условий хлорирования воды на образование хлороформа. Химия и технология воды, 1985, 1985, 7, № 6.

УДК 547-313

Магистрант Т.В. Савинцова

Науч. рук. доц. Т.Н. Волгина

(Инженерная школа природных ресурсов,

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

г. Томск, Россия)

**СИНТЕЗ СОПОЛИМЕРОВ НА ОСНОВЕ ЛАКТИДА**

В последние годы полилактид и его сополимеры с различными мономерами, из-за их хорошей проницаемости, биоразлагаемости и биосовместимости, привлекают все большее внимание в различных отраслях промышленности для производства продукции широкого спектра назначения: в качестве шовных нитей, систем доставки лекарств пролонгированного действия, имплантов, клеточных каркасов в тканевой инженерии, в производстве биоразлагаемых каучуков и товаров потребительского назначения [1-3].

В исследовании основной целью было получение лактида из отходов полилактида и изделий из него, полимеризация с раскрытием цикла полученного лактида.

Анализ и идентификация полученных веществ осуществлялся с помощью ИК – спектроскопии и по температуре плавления.

В результате проведенной работы можно сделать следующие выводы: 1. получен лактид из товарного полилактида реакцией термической деструкции; 2. проведена полимеризация лактида.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ruizhi Wu. One-Shot Block Copolymerization of a Functional Seven-Membered Cyclic Carbonate Derived from L-Tartaric Acid with  $\epsilon$ -Caprolactone / Ruizhi Wu, Talal F. AL-Azemi, Kirpal S. Bisht // *Macromolecules*. – 2009. - №42. – P. 2401–2410.

2. Asutosh K. Pandey. Copolymerization of L,L-lactide with  $\epsilon$ -caprolactone by using novel zinc L-proline organometallic catalyst // *e-Polymers*. – 2010. – No. 139.

3. Седуш Н.Г. Кинетика полимеризации лактида и гликолида, свойства и биомедицинские применения полученных полимеров: диссертация на соиск. ученой степени канд. физ-хим. наук: 01.04.17 / Седуш Никита Геннадьевич. – Москва, 2015. – 151 с.

(кафедра физической, коллоидной и аналитической химии, БГТУ)

**АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭКСТРАКТОВ ТУИ**

В настоящее время возрастает потребность в поиске новых источников лекарственных растений для практического использования в антиоксидантной терапии. Особый интерес вызывают растения семейства *Lamiacea*, экстракты и эфирные масла которых содержат полифенольные соединения, обладающие высокой антиоксидантной и биологической активностью.

Цель настоящего исследования – спектрофотометрическое определение содержания полифенольных соединений в экстрактах хвои двух видов туи – туи восточной (*Thuja orientalis* L.) и туи западной (*Thuja occidentalis* L.), культивируемой в Республике Беларусь.

Объектами исследования являлись этанольные экстракты из охвоенных концов побегов туи длиной 10–12 см.

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 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 рН 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.

Для построения градуировочного графика использовали стандартные растворы рутина с концентрациями  $2,5 \cdot 10^{-6}$  –  $5,0 \cdot 10^{-5}$  моль/л. Уравнение градуировочного графика имеет вид:

$$y = 0,035x - 0,0022.$$

Значение коэффициента корреляции, равное 0,9897, свидетельствует о наличии линейной зависимости оптической плотности от концентрации рутина.

Таблица – Антиоксидантная активность экстрактов хвои туи

Образец	Оптическая плотность	Содержание полифенольных соединений, г/г
<i>Thuja orientalis</i>	0,074	0,0194
<i>Thuja occidentalis</i>	0,052	0,0124

Полученные экспериментальные данные (табл.) показывают более высокую антиоксидантную активность экстракта туи восточной по сравнению с экстрактом туи западной.

**СИНТЕЗ ФТОРСОДЕРЖАЩИХ 3,5-ДИАРИЛ-2-ИЗОКСАЗОЛИНОВ**

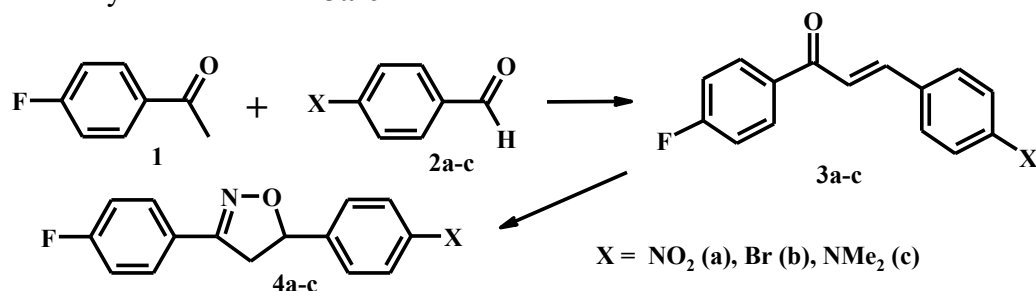
Для лечения туберкулеза в настоящее время известно много лекарственных средств: пипразинамид, циклосерин, изониазид, препараты группы хинолонов. Однако поиск новых антимикобактериальных препаратов является актуальной задачей. Это в первую очередь связано с высокой резистентностью микобактерий к различным антибиотикам.

Несмотря на то, что многие из перечисленных препаратов известны с середины прошлого века, они до сих пор находят применение в медицинской практике. Это связано с необходимостью постепенного увеличения активности применяемых пациентом препаратов, что позволяет избежать появления лекарственно устойчивых форм микобактерий в организме человека.

Важным направлением в поиске структурных аналогов известных противотуберкулезных препаратов является синтез продуктов конденсации с другими типами антибиотиков или различными типами гетероциклических соединений, для которых характерны фармакофорные свойства, в том числе и антибактериальная активность. Для таких модифицированных аналогов часто наблюдается более высокая микобактерицидная активность, что может быть связано как с комбинированным действием двух структурных фрагментов препарата, так и с увеличением биодоступности действующего вещества, увеличением степени проникновения препарата через мембрану бактериальной клетки и т.д. [1–3].

В настоящий момент нами проводятся исследования по получению продуктов конденсации структурных аналогов известных противотуберкулезных препаратов с различными молекулами, содержащими пятичленные гетероциклы. В качестве основных структурных фрагментов для модификации известных противотуберкулезных препаратов предполагается использовать 3-фторарил-2-изоксазолины.

На данном этапе исследования нами синтезирован ряд фторсодержащих 3,5-диарил-2-изоксазолинов **4a-c**. На первой стадии синтеза осуществлена конденсация 4-фторацетофенона с бензальдегидами **2a-c**. Превращение осуществляли в метанольном растворе с добавлением водного раствора гидроксида калия в качестве катализатора. В результате с высокими выходами получены халконы **3a-c**.



На следующей стадии синтеза взаимодействием халконов **3a-c** с гидрохлоридом гидросиламина синтезированы целевые фторсодержащие 2-изоксазолины **4a-c**. Строение синтезированных соединений подтверждено данными УФ, ИК, ЯМР <sup>1</sup>H и <sup>13</sup>C спектроскопии.

**ЛИТЕРАТУРА**

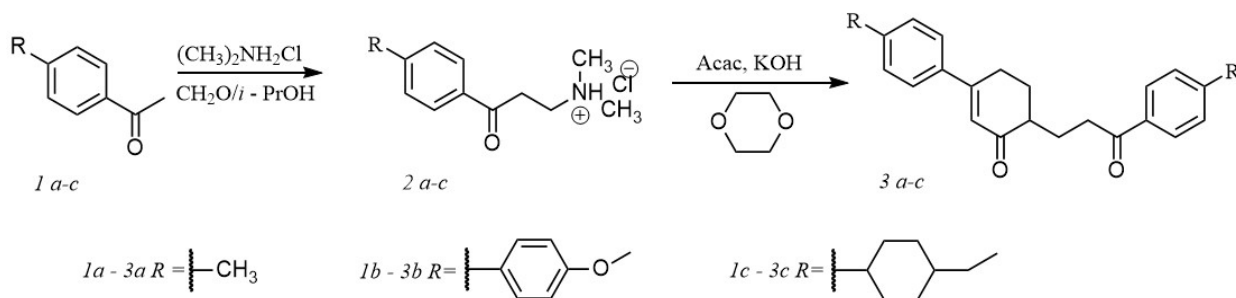
1. Agrawal N., Mishra P. The synthetic and therapeutic expedition of isoxazole and its analogs. *Med. Chem. Res.* 2018. Vol. 27. P. 1309–1344.
2. Kumar V., Kaur K. Fluorinated isoxazolines and isoxazoles: A synthetic perspective. *J. Fluor. Chem.* 2015. Vol. 180. P. 55–97.
3. Zhang H.-Z., Zhao Z.-L., Zhou C.-H. Recent advance in oxazole-based medicinal chemistry. *Eur. J. Med. Chem.* 2018. Vol. 144. P. 444–492.



**СИНТЕЗ 3-АРИЛ-6-(β-АРОИЛЭТИЛ)ЦИКЛОГЕКС-2-ЕНОНОВ РЕАКЦИЕЙ СОЛЕЙ  
МАННИХА С АЦЕТИЛАЦЕТОНОМ**

С целью изучения возможности использования ацетилацетона в циклоконденсации с ненасыщенными кетонами в данной работе исследована реакции указанного С-нуклеофила с солями Манниха. Последние использовались в качестве синтетических эквивалентов ненасыщенных кетонов и были синтезированы по одноименной реакции аминотетирования *para*-замещенных ацетофенонов *1a-c* параформом и гидрохлоридом диметиламина в условиях кислотного катализа [1, с.215]. Исходные соли Манниха *2a-c* были выделены в виде белых кристаллических веществ с выходами 80–86 %.

Далее полученные соединения вводились в реакцию конденсации с ацетилацетоном (Acac) в присутствии гидроксида калия в мольном соотношении 1:1:2,5 в кипящем диоксане. Для промежуточного контроля за ходом реакции использовалась тонкослойная хроматография (ТСХ), при этом анализируемые пробы нейтрализовались 10% серной кислотой и экстрагировались диэтиловым эфиром. Через 4 ч реакционная смесь обрабатывалась аналогичным образом.



Установлено, что в качестве основных продуктов реакции, наряду с другими аддуктами, с выходами 12-42 % образуются 3-арил-6-(β-ароилэтил)циклогекс-2-еноны *3a-c*. Структура соединений *2a-c* – *3a-c* подтверждена с помощью <sup>1</sup>H- и <sup>13</sup>C-ЯМР-спектроскопии [2].

Образование продуктов *3a-c* можно объяснить следующим образом. Изначально соль Манниха превращается в основание Манниха (расходуется 1 эквивалент гидроксида калия), после чего под действием основания при нагревании отщепляется молекула диметиламина и образуется винилкетон. Присоединение енольной формы Acac к еноновой системе ведет к замещенному β-дикетону, енолят-ион которого выступает в качестве С-нуклеофила по отношению к ещё одной молекуле винилкетона. Полученный интермедиат претерпевает внутримолекулярную циклизацию и кислотное расщепление с образованием конечных продуктов *3a-c*. Следует отметить, что последовательность последних трансформаций до конца не выяснена, однако выделение 1-(4-метоксифенил)гексан-1,5-диона в реакции соединения *2a* с Acac дает основание предположить, что кислотное расщепление предшествует конденсации.

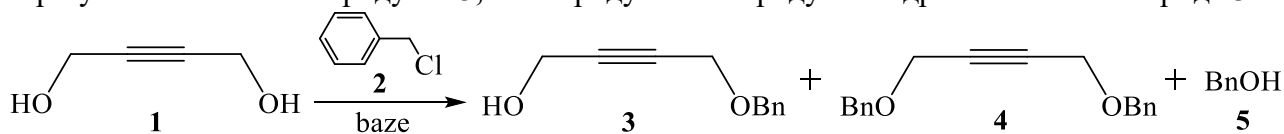
**ЛИТЕРАТУРА**

1. Ли Дж.Дж. Именные реакции. Механизмы органических реакций / Дж.Дж. Ли. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 456 с.
2. Преч Э. Определение строения органических соединений. Таблицы спектральных данных / Дж.Дж. Ли, Ф. Бюльманн, К. Афвольтер. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 438 с.

**ПОЛУЧЕНИЕ 4-(БЕНЗИЛОКСИ)БУТ-2-ИН-1-ОЛА**

Одной из самых сложных задач органического синтеза является трансформация одной из нескольких эквивалентных по реакционной способности функциональных групп. Наиболее распространённый выход из этой ситуации – варьирование условий проведения реакции.

Целью данной работы было осуществление защиты одной гидроксильной группы в бутиндиоле **1**. В качестве защиты было решено использовать бензильную группу. Данный выбор обусловлен устойчивостью бензиловых эфиров по отношению к разнообразным реагентам как в кислой, так и в щелочной среде. Достаточно подробный обзор литературных данных по бензилированию диолов представлен в диссертации [1]. После проведения анализа литературы мы пришли к выводу, что при проведении реакции диола **1** с бензилхлоридом **2** образуется смесь моно-продукта **3**, бис-продукта **4** и продукта гидролиза бензилхлорида **5**.



Стоит отметить, что бутиндиол **1** растворяется в ограниченном круге растворителей: вода, ДМСО, диоксан, ТГФ. Проведение реакции в гомогенных (смесь ДМСО:вода) и гетерогенных условиях при комнатной или повышенной температуре не позволяло добиться удовлетворительного соотношения продуктов реакции даже при медленном добавлении бензилхлорида. Стоит отметить, что при использовании диоксана и добавки краун-эфира образовывался липкий осадок и перемешивание реакционной смеси становилось невозможным, что приводило к низкой конверсии **2** даже при длительном выдерживании реакционной смеси (таблица, пример б).

Таблица – Оптимизация условий получения 4-(бензилокси)бут-2-ин-1-ола

№	Растворитель (соотношение V/V)	Основание	Добавка	t, °C	Степень конверсии BnCl <b>2</b> , %	Соотношение продуктов		
						<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	ДМСО:вода (20:1)	КОН	–	20	100	1	0,7	0,16
2	Диоксан:ДМСО (1:1)	КОН	18-краун-6	20	100	1	0,9	–
3	Диоксан:ДМСО (1:1)	NaOH	–	20	100	1	1	–
4	Диоксан:ДМСО (1:1)	NaOH	–	50	100	1	1,8	–
5	Диоксан:ДМСО (1:1)	NaOH	–	5–10	89	1	0,6	–
6	Диоксан	NaOH	18-краун-6	5–10	20	1	1	0,01
7	<b>Диоксан:ДМСО (1:1)</b>	<b>NaOH</b>	<b>18-краун-6</b>	<b>5–10</b>	<b>95</b>	<b>1</b>	<b>0,05</b>	–

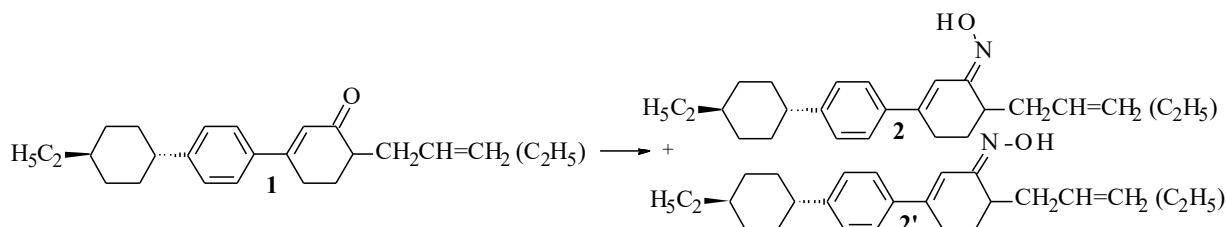
Наилучший результат был достигнут при проведении реакции в смеси диоксан:ДМСО с применением NaOH и добавки 18-краун-6 при температуре 5–10°C. При этом не наблюдался гидролиз бензилхлорида, а образование бис-продукта **4** минимизировано. Выход целевого спирта **3** составил 60%. Строение синтезированных соединений подтверждено данными ЯМР-спектроскопии.

**ЛИТЕРАТУРА**

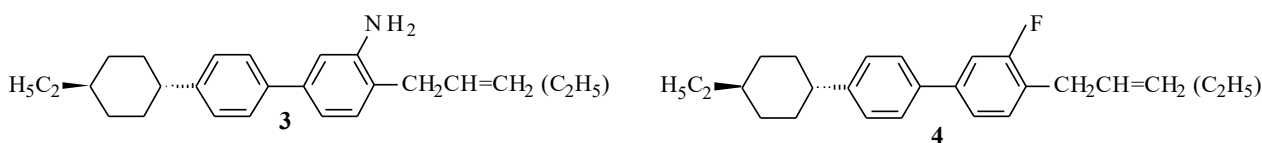
1. Angell V.L. Monoalkylation of 1,2-diols and design and synthesis of first aid smart fabrics: thesis Ms. S. / V.L. Angell – Boston College, 2012. – 125 p.

**СИНТЕЗ И МОДИФИКАЦИЯ ОКСИМОВ НА ОСНОВЕ  
3,6-ДИЗАМЕЩЕННЫХ ЦИКЛОГЕКС-2-ЕНОНОВ**

С целью продолжения систематических исследований [1] методов синтеза и дальнейших превращений жидкокристаллических 3,6-дизамещенных циклогекс-2-енонов нами был осуществлен синтез оксимов 3-[4-(*транс*-4-этилциклогексил)фенил]-6-аллил(этил)циклогекс-2-енонов (**2**) и рассмотрены возможные варианты их дальнейших превращений под действием различных реагентов [1]. Проведенные исследования показали, что взаимодействие 3-[4-(*транс*-4-этилциклогексил)фенил]-6-аллил(этил)циклогекс-2-енонов (**1**) с гидросульфатом гидроксиламина в спиртовом растворе в присутствии ацетата натрия в качестве основания приводит к образованию соответствующих оксимов (**2**, **2'**) с общим выходом 50-60%. Сравнительный анализ <sup>1</sup>H ЯМР спектров соединений (**2**, **2'**) с данными работы [2] показал, что синтезированные оксимы представляют смеси *син*- и *анти*-изомеров в равных соотношениях.



В последующих исследованиях предполагается сравнить относительную реакционную способность оксимов (**2**, **2'**), содержащих аллильный радикал в боковой цепи в реакциях внутримолекулярной циклизации. Подобные реакции позволят генерировать гетероциклический фрагмент аннелированный с циклогексановым кольцом. Можно отметить, что синтезированные диастереоизомерные оксимы (**2**, **2'**) также представляют интерес для изучения возможности последующей их ароматизации в соответствующие амины (**3**) и установления легкости протекания этого процесса в сравнении с исходными циклогексенонами.



Следует добавить, что полученные в этом случае ароматические амины (**3**) легко могут переведены в водорастворимые анизотропные аммонийные соли, фторароматические соединения (**4**), представляющие научный и практический интерес.

**ЛИТЕРАТУРА**

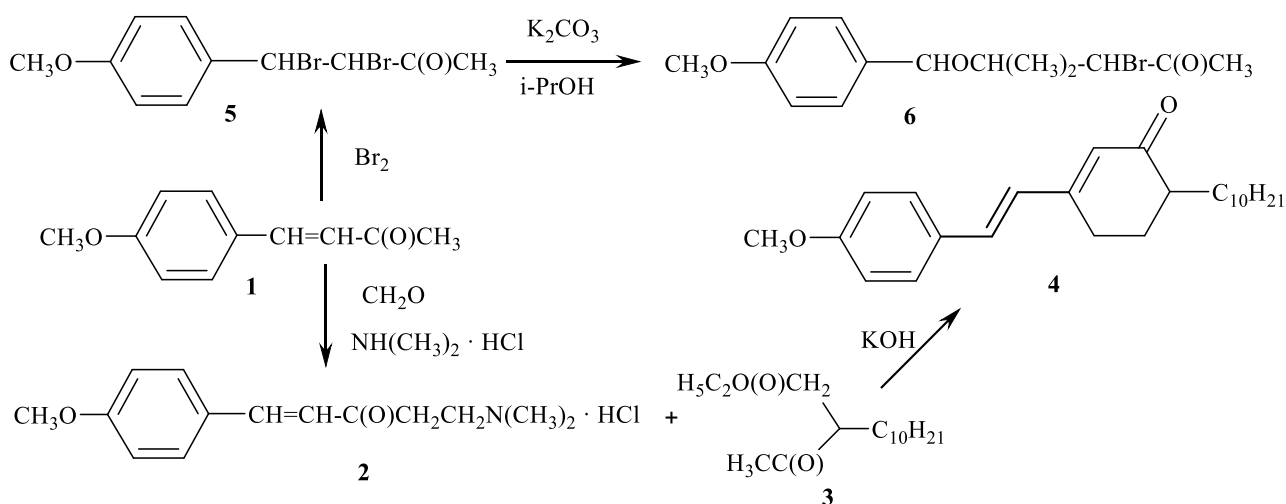
1. Безбородов В.С. Химия жидкокристаллических материалов / В.С. Безбородов. – Мн.: БГТУ, 2017. – 277 с.

2. Орел А.С., Савельев А.И., Коваль В.В., Ахламенок Т.П., Михаленок С.Г., Безбородов В.С. Получение оксимов циклогекс-2-енонов и установление их конфигурации при помощи ЯМР-спектроскопии. Технология органических веществ: материалы 85-ой науч.-технич. конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов, Минск, 1–13 февраля 2021 г. [Электронный ресурс] / отв. за издание И. В. Войтов; УО «БГТУ». – Минск: БГТУ, 2021. – С. 160–162.

**ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ НА ОСНОВЕ  
4-МЕТОКСИБЕНЗИЛИДЕНАЦЕТОНА**

В продолжение развития синтетических подходов к поиску полупродуктов для получения жидкокристаллических (анизотропных) соединений [1] в данной работе изучены превращения 4-метоксибензилиденацетона (**1**) с сохранением и участием кратной связи, включающие:

- синтез гидрохлорида 4-метоксистирил-β-*N,N*-диметиламиноэтилкетона (соль Манниха) (**2**) и затем его взаимодействие с 2-децилацетоуксусным эфиром (**3**),
- электрофильное присоединение брома к 4-метоксибензилиденацетону (**1**) и трансформацию полученных продуктов в основной среде.



В процессе проведенных исследований было установлено, что конденсация соли Манниха (**2**) с 2-децилацетоуксусным эфиром (**3**) приводит с высоким выходом к мезоморфному 3-(4-метоксистирил)-6-алкилциклогекс-2-енону (**4**), который характеризуется наличием смектической фазы А в температурном интервале 57–135°C; а электрофильное присоединение брома к 4-метоксибензилиденацетону (**1**) с *trans*-конфигурацией заместителей у двойной связи сопровождается образованием с высоким выходом *эритро*-диастереоизомера (**5**), который в основной спиртовой (изопропиловый спирт) среде превращается в результате реакции нуклеофильного замещения у β-углеродного атома в соответствующее изопропоксипроизводное (**6**). Можно предположить, что механизм бимолекулярного нуклеофильного замещения ( $\text{S}_{\text{N}}2$ ) является наиболее предпочтительным в данном случае. Структура полученных соединений (**4-6**) подтверждена с помощью  $^1\text{H}$ - и  $^{13}\text{C}$ -ЯМР-спектроскопии.

Следует отметить, что исследования трансформации, мезоморфных свойств различных производных 4-замещенныхбензилиденацетонов будут продолжены, поскольку изучение возможности их использования для получения жидкокристаллических (анизотропных) соединений представляет несомненный научный и практический интерес

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Безбородов В.С, Михалёнок С. Г., Кузьменок Н.М., Лапаник В.И., Сосновский Г.М. Полупродукты получения жидкокристаллических и анизотропных материалов // *Жидк. крист. и их практич. использ.* 2014. – Т. 14, № 4. С. 59–73.

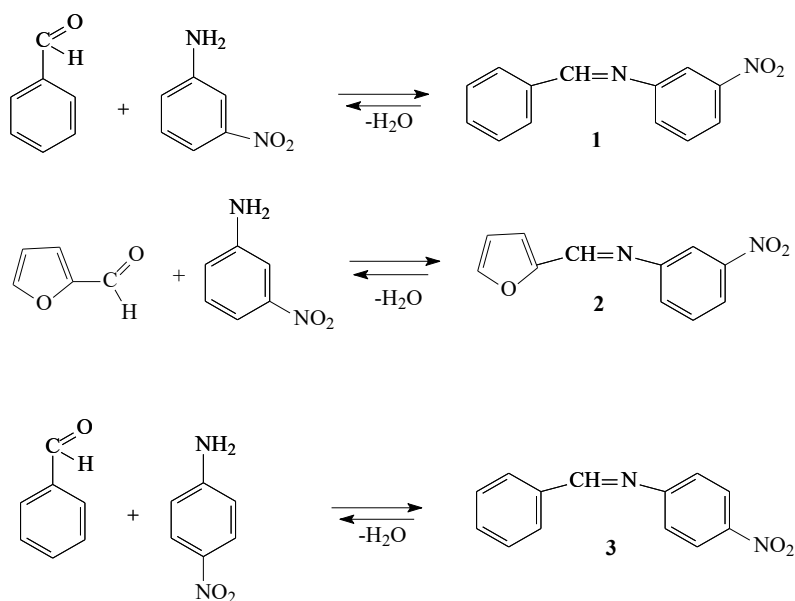
2. Безбородов В.С. Химия жидкокристаллических материалов / В.С. Безбородов. – Мн.: БГТУ, 2017. – 277 с.

**ИЗУЧЕНИЕ РЕАКЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ КАРБОНИЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ  
И АМИНОВ В СИНТЕЗЕ АЗОМЕТИНОВ**

Основания Шиффа или азометины – это продукты конденсации первичных аминов и карбонильных соединений, N-замещенные имины. Данный класс соединений был открыт немецким химиком Хьюго Шиффом в 1864 году. Процесс образования азометинов обратим и равновесие может быть сдвинуто в сторону образования продуктов путем удаления воды.

Часто образование оснований Шиффа является одним из методов защиты реакционноспособных функциональных групп в органическом синтезе [1]. С другой стороны, азометины применяют в синтезе вторичных аминов, которые могут быть получены путем восстановления связи C=N в молекуле.

Цель данной работы – изучить реакционную способность карбонильных соединений и аминов в синтезе азометинов. В качестве субстратов в реакции конденсации с 3-нитроанилином использовали бензальдегид и 2-фуранкарбальдегид. Реакции проводились при кипячении в растворе бензола, который отгоняли в виде азеотропа с водой. Азометины **1** и **2** были получены с выходами 75% и 60 %. Более низкий выход азометина **2** можно объяснить меньшей реакционной способностью карбонильного атома углерода 2-фуранкарбальдегида по сравнению с бензальдегидом (электронный фактор).



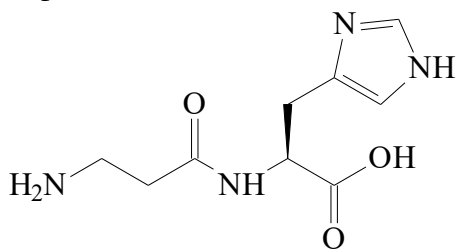
Влияние нуклеофильных свойств реагентов в реакции с бензальдегидом изучали на примере 3- и 4-нитроанилинов. Соединение **3** было получено с выходом 45%. Наличие электроноакцепторной нитро-группы в *para*-положении по отношению к амино-группе бензольного цикла, дезактивирует активность нуклеофила сильнее, чем в *meta*-положении цикла, что сказывается на электронной плотности амина и, соответственно, на выходе азометина **3**.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Овденко В.Н., Сыромятников В.Г., Колендо А.Ю. Полиазометины. Синтез, свойства и применение // Полимерные материалы и технологии. – 2017. – Т. 3. – № 1. – С. 1–3.

**КАРНОЗИН**

*L*-Карнозин (*бета*-аланил-*L*-гистидин) представляет собой природное вещество, которое состоит из остатков двух аминокислот –  $\beta$ -аланина (N-концевая аминокислота) и гистидина (C-концевая аминокислота) [1–4]. Наличие в структуре данного дипептида не альфа-, а бета-аланина, очевидно, обеспечивает метаболическую стабильность карнозина.

*L*-карнозин

Открытие карнозина связано с именем В. С. Гулевича [2–4], который в 1900 г. вместе с сотрудниками и учениками впервые выделил карнозин из экстрактивных веществ мышечной ткани, поскольку это соединение содержится в значительных концентрациях в тканях мозга и в мышцах. Дальнейшее изучение дипептида для выяснения его функций проводилось учеником В. С. Гулевича – С. Е. Севериным [4].

Оказалось, что карнозин способен протонироваться и депротонироваться, то есть связывать протоны, образующиеся в результате гликолиза, что обуславливает карнозину выполнение роли специализированного рН-буфера. С этим свойством связано влияние данного вещества на повышение работоспособности мышц [1]. Кроме того, карнозин является мощным антиоксидантом, препятствует образованию свободных радикалов, связывает ионы металлов, защищает организм от веществ, образующихся в процессе окислительного стресса.

Проводившиеся в разные годы исследования подтвердили, что карнозин оказывает широкое терапевтическое воздействие на организм. Он способен помогать контролировать уровень сахара при диабете, снижать повышенное кровяное давление, предотвращать мышечную атрофию, задерживать помутнение хрусталика при первичной и зрелой старческой катаракте, повышать выносливость сердечной мышцы, обеспечивать защитное действие при радиационном облучении, использоваться в профилактике и терапии болезней Паркинсона и Альцгеймера, депрессии, эпилепсии, шизофрении, аутизма.

В настоящее время *L*-карнозин признан одним из самых эффективных омолаживающих средств и активно используется для применения снаружи (в составе косметики), и при приеме внутрь (в составе БАД и лекарств) главным образом для омоложения стареющих клеток. А свойства вещества значительно повышают мышечную выносливость, снижают утомляемость, уменьшают боли в мышцах после интенсивных тренировок и ускорять восстановление после травм обеспечивает широкое применение *L*-карнозина прежде всего спортсменами и людьми других профессий, связанных с большими физическими нагрузками.

Источником *L*-карнозина является красное мясо, в котором данное вещество содержится в определенных количествах. Однако обеспечить потребности организма в *L*-карнозине только за счет пищи затруднительно, поэтому следует включать дипептид в состав средств, предназначенных для поддержания здоровья, повышения работоспособности, замедления процессов старения и др.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Скулачев В.П. Мембранная биоэнергетика / В. П. Скулачев, А. В. Богачев, Ф. О. Каспаринский // Москва: Издательство Московского университета, 2010. – 368 с.
2. Карнозин: [Электронный ресурс]. – 2021. – <https://ru.wikipedia.org/wiki/> – Дата доступа: 10.11.2021.
3. Броуде Л.М. Академик Владимир Сергеевич Гулевич (1867–1933) / Л. М. Броуде, Г. В. Дервиз, С. Е. Северин // Биохимия. – 1968. – Т. 33, № 2. – С. 195 – 202.
4. Северин С.Е. Открытие карнозина и анзерина. Некоторые их свойства / С. Е. Северин // Биохимия. – 1992. – Т. 57. – С. 1285–1295.

### ВЛИЯНИЕ ЩЕЛОЧЕЙ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРЕМА ДЛЯ БРИТЬЯ

Средства для бритья должны обеспечить облегчение процесса бритья, сделать процедуру приятной, придать коже мягкость, свежесть и приятный аромат. Кремы для бритья представляют собой эмульсию солей высокомолекулярных жирных кислот, содержащую ПАВ, глицерин, масла, воду и другие добавки, обеспечивающие их потребительские свойства.

В качестве щелочного агента для получения солей высокомолекулярных жирных кислот по классической рецептуре используются водные растворы гидроксида калия. Было изучено влияние щелочных агентов (смеси гидроксидов калия и натрия) при их различных массовых соотношениях на физико-химические свойства крема для бритья. Результаты исследования представлены в таблице.

Таблица – Массовые соотношения щелочных агентов и физико-химические свойства полученных образцов кремов для бритья

№ образца	Соотношение щелочного агента (NaOH : KOH), мас. %	Водородный показатель, pH	Органолептические свойства	Соответствие ГОСТ 31692-2012
1	1 : 0	9,76	Белый цвет, характерный запах, консистенция твердая в виде крупных комков	Не соответствует
2	9 : 1	9,85	Белый цвет, характерный запах, консистенция твердая в виде комков среднего размера	Не соответствует
3	5 : 5	10,48	Белый цвет, характерный запах, консистенция пастообразная с небольшими комочками	Не соответствует
4	1 : 9	10,53	Белый цвет, характерный запах, консистенция гелеобразная с маленькими комочками	Не соответствует
5	0 : 1	10,59	Белый цвет, характерный запах, консистенция кремообразная без комочков	Соответствует

Исходя из результатов исследования, можно сделать следующие выводы. Все образцы кремов для бритья по значению водородного показателя соответствуют ГОСТ 31692-2012 (6,5–11,0) [1]. Образцы №1–4 по органолептическим свойствам не соответствуют ГОСТ 31692-2012, так как при их изготовлении был использован гидроксид натрия, который при взаимодействии с жирными кислотами образует твердые мыла, препятствующие образованию кремообразной консистенции. При использовании в качестве щелочного агента гидроксида калия (образец №5), кремообразная консистенция достигается в результате образования жидких калиевых мыл и по органолептическим свойствам соответствует ГОСТ 31692-2012. Таким образом, для изготовления кремов для бритья не рекомендуется использовать гидроксид натрия, в качестве щелочного агента.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Продукция косметическая для бритья. Общие технические условия: ГОСТ 31692-2012.– Введ. 01.07.13.– Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2012.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ЗАГУСТИТЕЛЯ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ХИМИЧЕСКОГО ПИЛИНГА ДЛЯ КОЖИ ЛИЦА

Химический пилинг – это контролируемое повреждение кожи с помощью кислот и щелочей, обеспечивающее ускоренную десквамацию рогового слоя эпидермиса и депигментирующий эффект. Данная процедура позволяет добиться заметного омолаживающего эффекта без пластических операций, инъекций и применения дорогостоящей аппаратуры [1].

Для изготовления химического пилинга применяются такие загустители как: поликватерниум-37, карбомер, гидроксипропилцеллюлоза и др. В качестве объекта для оценки влияния вида и концентрации загустителя на физико-химические свойства был выбран химический пилинг на основе 10 %-ной молочной кислоты.

Результаты определения физико-химических показателей по ГОСТ 31695–2012 в зависимости от вида и концентрации загустителя представлены в таблице.

Таблица – Физико-химические показатели 10 %-ного молочного химического пилинга в зависимости от вида и концентрации выбранного загустителя

Загуститель	Концентрация загустителя, %	Вязкость, мПа·с	рН среды	Термостабильность
Ксантановая камедь	0,5	4735	3,02	Стабилен
	1,0	18371	3,36	Стабилен
	1,5	30411	3,25	Стабилен
Поликватерниум-37	1,0	681	3,56	Стабилен
	2,0	3250	3,47	Стабилен
	3,0	7372	3,60	Стабилен
Полиакрилат натрия	1,0	251	3,78	Стабилен
	2,0	354	3,42	Стабилен
	3,0	504	3,69	Стабилен
Карбомер	2,0	361	3,84	Стабилен
	3,0	584	3,24	Стабилен
	4,0	681	3,38	Стабилен
Гидроксипропилцеллюлоза	0,5	1080	3,74	Стабилен
	1,0	4216	3,61	Стабилен
	1,5	17430	3,59	Стабилен

Показатели соответствуют ГОСТ 31695–2012. На основании полученных данных установлено, что концентрация загустителя в составе химического пилинга влияет на консистенцию полученного геля: чем выше концентрация выбранного загустителя, тем выше вязкость химического пилинга. Также на основании полученных данных можно сделать вывод, что наиболее подходящими загустителями для изготовления химических пилингов являются ксантановая камедь и гидроксипропилцеллюлоза. Гели на их основе обладают тягучей скользкой текстурой, что полностью удовлетворяет потребительским требованиям покупателей на рынке.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Эрнандес Е.И. Современный пилинг: химический пилинг, лазерная шлифовка, механическая дермабразия, плазменная шлифовка / Е.И. Эрнандес, И.В. Пономарев, С.В. Ключарева; под ред. Е.И. Эрнандес. – Косметика и медицина, 2011. – 95 с.



### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ АБРАЗИВА НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗУБНОЙ ПАСТЫ

Зубные пасты представляют собой многокомпонентную систему, состоящую из абразивных, влагоудерживающих, связующих, ароматических веществ, воды, а также может содержать лечебно-профилактические, поверхностно-активные, вкусовые и консервирующие добавки в различных комбинациях. Зубные пасты выпускают в виде крема, геля или пасты. Различают гигиенические и лечебно-профилактические зубные пасты [1].

В состав зубных паст входят абразивные вещества, которые предназначены для механической очистки поверхности зубов от налета и остатков пищи. В исследуемой рецептуре зубной пасты в качестве абразива использовали аморфный диоксид кремния. Проведены исследования влияния концентрации аморфного диоксида кремния на физико-химические показатели зубной пасты. Результаты исследования приведены в таблице.

Таблица – Физико-химические показатели зубной пасты в зависимости от концентрации абразивного вещества

№ образца	Содержание аморфного диоксида кремния, мас. %	Внешний вид	pH	Вязкость, мПа·с
1	10,0	Однородная масса гелеобразной консистенции, более жидкая, чем стандартный представитель данного товара	6,52	724234
2	11,0	Однородная масса гелеобразной консистенции, более жидкая, чем стандартный представитель данного товара	6,58	795568
3	12,0	Однородная масса гелеобразной консистенции, более жидкая, чем стандартный представитель данного товара	6,78	842560
4	13,0	Однородная масса гелеобразной консистенции	6,83	953271
5	14,0	Однородная масса гелеобразной консистенции	6,86	1012314
6	15,0	Однородная масса гелеобразной консистенции	6,92	1159940
7	20,0	Неоднородная комковатая масса густой консистенции	6,98	–

Данные, полученные в результате исследования, определяют зависимость консистенции и вязкости зубной пасты от содержания введенного аморфного диоксида кремния. На основании полученных данных можно сделать вывод: зубные пасты в образцах 4, 5 и 6 (содержание 13%, 14% и 15% аморфного диоксида кремния соответственно) имеют наиболее подходящую по вязкости и однородности структуру для потребителя. Определяемые физико-химические показатели соответствуют ГОСТ 7983-2016 [1].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Пасты зубные. Общие технические условия: ГОСТ 7983-2016. – Введ. 19.08.16. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2016. – 2 с.

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ОГНЕСТОЙКИХ  
ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ**

В настоящее время деревообрабатывающая промышленность выпускает достаточно широкий ассортимент древесностружечных и древесноволокнистых плит, которые нашли широкое применение в строительстве, в частности в домостроении, и производстве мебели. Сфера применения древесных плит обуславливает необходимость повышения их огнестойкости.

В качестве антипирена применили гидрофосфат аммония [1]. Для оценки огнезащитного действия антипирена использовали шпон древесины березы. Выполняли пропитку образцов шпона раствором  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  концентрацией 25% с последующей сушкой при различной температуре. Испытания полученных образцов проводили по методу «огневой трубы» (ГОСТ 12.1.044). Полученные результаты приведены в таблице.

Таблица – Условия и результаты определения огнестойкости образцов древесного шпона

Вид антипирена	Расход антипирена, % к массе а.с. древесины	Температура сушки древесины, обработанной антипиреном, °С	Потеря массы образца, %	Характер горения
Без антипирена	0	170	99	Интенсивное горение
$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	3	170	95	Интенсивное горение
$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	10	170	85	Интенсивное горение с затуханием после отвода пламени
$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	3	105	11	Тление под действием пламени
$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	10	105	5	Тление под действием пламени

Установлено, что использованный антипирен существенно повышает огнестойкость образцов шпона. Если не обработанные образцы сгорали практически полностью, то подвергнутые обработке теряли только от 5 до 11% массы. Следует отметить, что потеря массы происходила только при непосредственном воздействии пламени, при его отводе образец переставал даже тлеть. Что особенно важно отметить – это существенное влияние температуры сушки образцов после их обработки антипиреном. Наилучшие результаты показала низкая температура сушки – 105 °С. Это можно объяснить тем, что при 155 °С происходит термическое разложение исследованного антипирена на  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  и  $\text{NH}_3$ . Целесообразно, чтобы это разложение происходило непосредственно при горении (испытании) образцов.

Таким образом, применительно к технологии производства древесных плитных материалов считаем целесообразным проводить обработку древесной стружки либо волокна раствором антипирена  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  перед сушкой при его концентрации 10-25%, что позволит равномерно распределить антипирен по поверхности древесных частиц. Сушку следует проводить при возможно малых температурах.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Леонович А.А. Новые древесноплитные материалы. / А.А. Леонович. – СПб.: Химиздат, 2008. – 160 с.

**ЭКСТРАКТЫ РАСТЕНИЙ-САЛИЦИЛАТОВ КАК ИНГРЕДИЕНТЫ  
КОСМЕТИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ**

Косметическое средство – любое вещество или препарат, предназначенные для нанесения на различные внешние покровы человека (кожу, волосяной покров, ногти и др.) или на зубы и слизистую оболочку полости рта с целью очищения, придания приятного запаха, изменения внешнего вида и/или исправления естественного запаха и/или защиты и поддержания в хорошем состоянии покровов человека [1]. Следовательно, косметический продукт – это многокомпонентная система, в состав которой входят как базовые ингредиенты, так и активные вещества, определяющие ее функциональное действие – увлажняющее, омолаживающее, питательное, солнцезащитное и др.

В настоящее время одним из актуальных направлений развития косметической промышленности является разработка составов косметических продуктов с использованием натуральных компонентов – экстрактов, настоев, биологически активных веществ [1].

Особый интерес представляют ингредиенты солнцезащитных средств (санскринов) – УФ-фильтры, которые способны уменьшить экспозицию ультрафиолетового облучения. В качестве фотопротекторов производители косметики используют органические (бензофеноны, циннаматы, салицилаты) и неорганические (оксид цинка, оксид титана) солнцезащитные фильтры, выбор которых обусловлен необходимостью разработки средства с определенной степенью защиты от ультрафиолетового излучения [2].

Длительное ультрафиолетовое облучение оказывает неблагоприятное влияние на организм человека, что может вызвать: повреждение мембранных липидов и белков; иммуносупрессию; фотостарение; гиперчувствительность к солнцу (покраснение, зуд, летний солнечный дерматит); нарушение пигментации (пигментные пятна); рак кожи [3].

Природными источниками салицилатов являются плоды и листья малины, черники, вишни, ежевики и красного винограда, кора, стебли и листья ивы, листья зеленого чая, зелень укропа и др.

Стоит отметить, что благодаря своей биологической активности салицилаты широко используются в составе косметических средств для:

- очищения;
- нормализации себорегулирующей функции;
- выравнивания тона кожи;
- омоложения и восстановления кожи [4].

Таким образом, дальнейшее изучение способов выделения салицилатов из листьев малины и черники, коры ивы и свойств полученных экстрактов как натуральных ингредиентов косметических солнцезащитных продуктов представляет научный и практический интерес.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Кривова А.Ю. Технология производства парфюмерно-косметических продуктов: учеб. пособие / А. Ю. Кривова, В. Х. Паронян // М: ДеЛи принт. – 668 с.
2. Прохоров Д.В. Современные представления о фотопротекции / Д. В. Прохоров [и др.] // Вестник физиотерапии и курортологии. – 2016. – № 1. – С. 54–57.
3. Лучи  $uvb$  и  $uva$ : чем они отличаются и как влияют на кожу? [Электронный ресурс] / Сайт интернет-магазина La Roche-Posay. – Минск, 2021. – Режим доступа: <https://www.laroche-posay.ru/blog/luchi-uvb-i-uva-chem-oni-otlichayutsya-i-kak-vliayut-na-kogu>. – Дата доступа: 16.11.2021.
4. Sesderma Salises – косметика на основе салициловой кислоты [Электронный ресурс] / Сайт интернет-магазина биодобавок Витамин-Комплекс. – Минск, 2018. – Режим доступа: [https://vitamincomplex.ru/index.php?route=blog/blog&blog\\_id=37](https://vitamincomplex.ru/index.php?route=blog/blog&blog_id=37). – Дата доступа: 16.11.2021.

## **ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАМУТНИТЕЛЕЙ В ТЕХНОЛОГИИ КОСМЕТИЧЕСКИХ ГИГИЕНИЧЕСКИХ МОЮЩИХ ИЗДЕЛИЙ**

Согласно СТБ 1675-2006 «Изделия косметические гигиенические моющие» к моющим косметическим гигиеническим изделиям относят шампуни, мыло жидкое, моющие гели и кремы (для душа, ванн, интимной гигиены), очищающие средства (пенки, гели, муссы), пену для ванн для гигиенического ухода за волосами и кожей и другие аналогичные по назначению изделия, отвечающие требованиям настоящего стандарта.

Моющие изделия представляют собой водные растворы, гели, эмульсии на основе поверхностно-активных веществ (ПАВ) или жировой основе. Как правило, кроме основных компонентов современные пеномоющие средства содержат определенный набор вспомогательных ингредиентов – биологически-активные добавки, отдушки, красители, замутнители, которые обеспечивают необходимую рецептурную форму, товарный вид, а также потребительские свойства средства [1].

В настоящее время в области разработки моющих изделий наблюдается тенденция к созданию пеномоющих средств (пенки, муссы, гели, шампуни), имеющих молочно-кремовый вид. Данный эффект достигается путем использования замутнителей – с перламутровым эффектом или без. Замутнители, придающие однородный белый цвет, представляют собой сополимеры стирола, стирена и акрилата. Перламутровые агенты – это, как правило, дистеарат гликоль, стабилизированный анионным и неионогенным ПАВ.

Согласно требованиям СТБ 1675-2006 внешний вид моющего изделия характеризуется как однородная однофазная или многофазная жидкость или однородная жидкая или густая геле- или кремообразная масса без посторонних примесей. Однако при использовании замутнителей в составе пеномоющих средств производители сталкиваются с проблемой их седиментации (осаждения) при хранении, что может быть вызвано следующими коллоидно-технологическими факторами:

- низкой вязкостью продукта;
- нарушением температурного режима хранения и использования средства;
- несовместимостью используемого замутнителя с системой ПАВ продукта;
- несоблюдением рекомендаций производителя по использованию замутнителя в составе моющих средств (например, несоблюдение температурного режима при дозировании замутнителя).

Все вышеперечисленные факторы необходимо учитывать на стадии разработки состава моющего средства.

Таким образом, дальнейшее исследование, посвященное изучению влияния вида со-ПАВ (децил глюкозида, динатрия кокоамфодиацетата) и его концентрации на степень оседания замутнителя в присутствии лауретсульфата натрия или динатрия лаурет сульфосукцината на примере шампуня, является актуальным и востребованным.

В качестве замутнителя будет использован перламутровый концентрат марки Amperlan (ООО «Аминохим», Россия), состоящий из дистеарата гликоля ( $C_{38}H_{74}O_4$ ), лаурилового спирта ( $CH_3(CH_2)_{11}OH$ ) и кокамидопропилбетаина ( $C_{19}H_{38}N_2O_3$ ).

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Изделия косметические гигиенические моющие: СТБ 1675-2006. – Введен 12.09.2006 – Минск: Госстандарт Республики Беларусь: Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации, 2009. – 14 с.

**ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА КОАГУЛЯЦИИ ПОЛИАМИДНОЙ СМОЛЫ  
В ПРИСУТСТВИИ СОЛЕЙ АЛЮМИНИЯ**

Для повышения эффективности применения полиамидной смолы для проклейки и упрочнения бумаги и картона следует определить особенности ее использования как бифункционального вещества, вид и расход коагулянта, и соотношение между ними. Традиционно при проклейке бумаги и картона канифольными материалами в качестве коагулянтов используются различные соединения алюминия (сульфат алюминия, алюминат натрия, полиоксихлорид алюминия и др.). Широкое применение на целлюлозно-бумажных предприятиях нашли сульфат алюминия и полиоксихлорид алюминия.

Цель данных исследований – изучить процесс коагуляции полиамидной смолы, модифицированной малеинизированной канифолью, под действием солей алюминия, для определения рабочего диапазона рН (кислотность бумажной массы) при проклейке бумаги (элементарных слоев картона).

В лабораторных условиях моделирование процесса коагуляции полиамидных смол осуществляли путем добавления растворов коагулянтов небольшими порциями к водным растворам полиамидных смол. С помощью рН-метра (стеклянный электрод, HANNA PH 212, Hanna Instruments, Германия) отмечали изменение рН растворов. Процесс коагуляции изучали с использованием синтезированных ранее образцов полиамидной смолы, отличающихся содержанием малеопимаровой кислоты (8,55; 16,46 и 31,12 мас. %). В качестве коагулянтов применяли водные растворы сульфата алюминия и полиоксихлорида алюминия концентрацией 5,96 и 3,52 г/л (в ед.  $Al_2O_3$ ) соответственно (рН растворов – менее 4).

При добавлении коагулянтов наблюдается резкое снижение рН растворов смол. Полная коагуляция и осаждение всех образцов полиамидных смол происходит при рН 6,4–8,1 вне зависимости от используемого коагулянта, что позволяет сделать вывод о возможности проведения процесса проклейки бумаги с использованием полиамидных смол в нейтральной среде.

Установлено, что при использовании в качестве коагулянта сульфата алюминия полная коагуляция полиамидных смол и осаждение (либо агрегация) частиц образующегося клеевого осадка происходят при следующих условиях:

- рН = 6,43–7,20 (содержание малеопимаровой кислоты в полиамидной смоле – 8,55 мас. %, соотношение смолы и коагулянта – 1,00 : 0,10 в пересчете на сухие вещества);
- рН = 7,62 (содержание малеопимаровой кислоты – 16,46 мас. %, соотношение смолы и коагулянта – 1,00 : 0,06);
- рН = 7,57 (содержание малеопимаровой кислоты – 31,12 мас. %, соотношение смолы и коагулянта – 1,00 : 0,06).

В присутствии полиоксихлорида алюминия полная коагуляция полиамидных смол и осаждение частиц образующегося клеевого осадка наблюдаются при следующих условиях:

- рН = 7,25 (содержание малеопимаровой кислоты – 8,55 мас. %, соотношение смолы и коагулянта – 1,00 : 0,18);
- рН = 8,07 (содержание малеопимаровой кислоты – 16,46 мас. %, соотношение смолы и коагулянта – 1,00 : 0,09);
- рН = 7,03–7,83 (содержание малеопимаровой кислоты – 31,12 мас. %, соотношение смолы и коагулянта – 1,00 : 0,10).

Таким образом, при увеличении содержания малеопимаровой кислоты в полиамидной смоле снижается расход коагулянтов (в 1,6 раза для сульфата алюминия и в 1,8 раза для полиоксихлорида алюминия), необходимых при изготовлении бумаги (элементарных слоев картона) в нейтральной среде.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗВЛЕЧЕНИЯ МАСЛА ИЗ ПЛОДОВ ОБЛЕПИХИ**

Одной из перспективных плодово-ягодных культур является облепиха. Данное лекарственное и декоративное растение может произрастать в достаточно холодных и непостоянных климатических условиях, в том числе на территории Республики Беларусь [1]. Плоды облепихи содержат сахара (глюкоза, фруктоза и др.), органические кислоты (яблочная, винная и др.), дубильные, пектиновые вещества и клетчатку, комплекс ценных макро- и микроэлементов (бор, железо, цинк, медь, марганец, калий, кальций), 2–11 мг% каротина. Особую пищевую ценность представляет масло, содержание которого в мякоти 5–9%, в семенах (косточках) – 10–12% [2].

Промышленное производство облепихового масла осуществляется следующими способами:

- экстракцией органическими растворителями из высушенных ягод и жома облепихи;
- извлечением из тонкоизмельченной свежей мякоти облепихи при нагревании в растительном дезодорированном растительном масле (диффузионный метод);
- холодным отжимом масла из жома облепихи.

Применяемые для экстракции органические растворители являются пожаро- и взрывоопасными, а также требуют больших энерго- и теплотрат при удалении из мисцеллы. Использование растительных масел при диффузионном методе приводит к получению купажированного масла. Поэтому целесообразными являются исследования по совершенствованию способов получения облепихового масла (как и других растительных масел).

Одним из перспективных способов является водная биоэкстракция с использованием ферментных препаратов [3].

В качестве объекта исследования в данной работе использовали плоды облепихи (осенний сбор 2021 г.). Семена и мякоть облепихи подсушивали, измельчали, определяли влажность и содержание масла по отношению к массе абсолютно сухой навески экстракцией этиловым спиртом в аппарате Сокслета, которое составило 11,35%.

Водная экстракция навески мякоти с измельченными семенами облепихи при различных параметрах процесса без использования ферментных препаратов (ФП) не обеспечила значимый выход масла. Невысокая эффективность (степень извлечения масла), длительность процесса и необходимость применения ФП определили проведение дальнейших исследований по извлечению масла из плодов облепихи с использованием микроволнового излучения (СВЧ-энергии) без применения экстрагента за счет существенной разницы в значениях диэлектрической проницаемости мякоти и семян и содержащегося в них масла.

СВЧ-обработке подвергали навески семян с мякотью, по отдельности семян и мякоти, а также семян с мякотью в среде воды в соотношении 1 : 15 и 1 : 18.

Предварительные эксперименты показали, что СВЧ-воздействие в течение 2–2,5 мин при температуре 82 °С обеспечивает достаточно высокий выход масла из мякоти облепихи от массы абсолютно сухого вещества (4,70%).

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Оценка биопотенциала дикорастущей облепихи и перспектив ее комплексного использования / О. Я. Мезенова [и др.] // Вес. Межд. акад. холода. Издательский дом «Холодильная техника» (Санкт-Петербург). – 2020. – № 3. – С. 44–51.
2. Облепиха как адаптогенное, повышающее физическую силу лекарственное растение / И. Д. Кароматов, М. Д. Букаев // Биология и интегративная медицина. – 2018. – № 6 (23). – С. 37–47.
3. Зайцева Л.В. Жиры и масла: современные подходы к модернизации традиционных технологий / Зайцева Л. В., Нечаев А. П. – М.: ДеЛи плюс, 2013. – 152 с.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СУШКИ  
ДРЕВЕСНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ НА СМАЧИВАЕМОСТЬ  
КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНЫМ СВЯЗУЮЩИМ**

Доля карбамидоформальдегидного связующего (КФС) в себестоимости древесных плит составляет около 40%, поэтому снижение его удельного расхода является актуальной задачей. Одним из эффективных путей решения этой проблемы является оптимизация взаимодействия связующего и древесины на границе раздела фаз. Известно [1], что осмоление древесной стружки сопровождается двумя конкурирующими процессами – впитыванием связующего в древесину и распределением по ее поверхности. Наиболее эффективно используется связующее, оставшееся на поверхности и активно участвующее в склеивании древесных частиц. Технологические параметры сушки древесных частиц во многом изменяют свойства поверхности древесины и определяют соотношение между впитавшимся и оставшимся на поверхности связующим.

Количественная оценка роли технологических параметров сушки была выполнена путем реализации двухфакторного эксперимента по плану Кифера [2]. Оценивался краевой угол смачивания (КУС) поверхности шпона древесины березы КФС после термической обработки шпона при различных параметрах. Результаты исследований приведены в таблице.

Таблица – Влияние технологических параметров сушки древесных частиц на КУС

Номер опыта	Температура, °С	Продолжительность, мин	КУС, град
1	140	15	58,3
2	140	35	60,8
3	140	55	62,9
4	170	15	69,1
5	170	35	71,6
6	170	55	73,1
7	200	15	78,0
8	200	35	80,5
9	200	55	81,1

В каждом опыте проводило 30 параллельных определений КУС, что обеспечивало величину коэффициента вариации E не более 15%. Анализ результатов показывает, что увеличение продолжительности сушки, также как и температуры приводит к увеличению КУС, при чем увеличение температуры в большей степени изменяет этот показатель.

Была получена аналитическая зависимость КУС от температуры T и продолжительности сушки  $\tau$ :

$$\text{КУС} = -23,6934 + 0,7196528 * T + 0,3 * \tau - 0,000625 * T * \tau - 0,001111111 * T^2 - 0,001375 * \tau^2$$

Эта зависимость может быть использована в дальнейшем для решения задачи оптимизации параметров технологии, обеспечивающей сокращение удельного расхода КФО.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Леонович А.А. Физико-химические основы образования древесных плит. / А.А. Леонович. – СПб.: СПбГЛТУ, 2014. – 190 с.
2. Пен Р.З. Статистические методы моделирования и оптимизации процессов целлюлозно-бумажного производства. / Р.З. Пен. – Красноярск: КГУ, 1982. – 192 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ОТХОДОВ ФАНЕРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Целью исследований является определение компонентного состава отходов фанерного производства (ОФП). Анализы проводили на фракции ОФП 0,00/0,05 по стандартным методикам, описанным в [1]. Результаты исследований представлены в таблице.

Таблица – Компонентный состав отходов фанерного производства

	Целлюлоза	Лигнин	Полисахариды		Экстрактивные вещества		
			ЛПС	ТПС	растворимы е в горячей воде	растворимы е в холодной	Растворимы е в органически х растворител ях
ОФП	46,16	26,97	17,44	34,89	20,2	27,87	13,53
Берёза	47,2	19,10	26,5	39,4	3	3,5	3,1
Ольха	42,7	24,3	23,1	45,1	0,35	0,4	0,9
Кора	16,31	24,70	27	23	17,6	20,5	27

В ОФП содержится кора (порядка 25%), она привносит дополнительный лигнин в композицию. Лигнин является коллоидным веществом и при повышенных температурах сначала пластифицируется, а затем приобретает функции связующего, обладающего высокими адгезионными свойствами по отношению к дискретным древесным частицам.

Кора отличается от древесины повышенным содержанием экстрактивных веществ, тем самым увеличивая их количество и в ОФП. В некоторых клетках древесины и коры содержатся смолы. По виду и составу смолы подразделяются на три группы. Наибольший интерес из смол представляют камеди, которые содержат растворимые в воде гумминообразные вещества и дают коллоидные растворы клеящего типа. При нагревании они плавятся, превращаясь в пластическую массу, затвердевающую при охлаждении. Это свойство смол используют при прессовании измельченных отходов без добавления связующих веществ. Во время прессования нагретой древесной массы расплавленные смолы заполняют пространства между древесными частицами, обеспечивая требуемую формоустойчивость готовым изделиям.

Таким образом, повышенное содержание лигнина (более 26%) и смолистых экстрактивных веществ (более 13%) в ОФП благоприятно влияют на прочностные свойства твердого биотоплива, что подтверждено результатами исследований, представленными в [2].

С целью расширения сырьевой базы для производства экологически чистого твердого биотоплива отходы фанерного производства являются высококачественным технологическим сырьем, обладающим при этом повышенной теплотворной способностью. Наряду с этим решается вопрос организации безотходного производства на фанерных предприятиях, так как количество отходов на разных стадиях технологического процесса суммарно может достигать более 60%.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Бондаренко Ж.В. Химия древесины и синтетических полимеров. Лабораторный практикум / Ж.В. Бондаренко, С.И. Шпак, П.А. Чубис. – Минск: БГТУ, 2016. – 164 с.
2. Погорелов В.А. Получение твердого биотоплива из гидротермически обработанного древесного сырья / В.А. Погорелов, А.В. Чайчиц // 72-я научно-техническая конференция учащихся, студентов и магистрантов: тезисы докладов: в 4-х ч. – Минск, 12–23 апреля 2021 г. [Электронный ресурс] – Минск: БГТУ, 2021. – Ч. 2. – С. 88–89.



**ЛЬНЯНОЕ МАСЛО КАК ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПРОДУКТ ПИТАНИЯ**

По биологической ценности льняное масло превосходит другие растительные масла и является источником полиненасыщенных жирных кислот – альфа-линоленовой (омега 3) и линолевой (омега 6), которые не синтезируются организмом человека. Кроме того, льняное масло содержит витамины F, A, E, B, K, насыщенные жирные кислоты и другие полезные компоненты [1]. Сравнительная характеристика жирнокислотного состава (в процентах от суммы жирных кислот) льняного масла с подсолнечным, оливковым, горчичным, кунжутным, соевым и кукурузным маслами [2] позволяет сделать вывод о том, что, если линолевая кислота (омега 6) содержится в соевом (50,82 масс. %), подсолнечном (60,25 масс. %), горчичном (29,45 масс. %) и оливковом масле (5,89 масс. %), то альфа-линоленовая кислота (омега 3) содержится в достаточном количестве (49–66 масс. %) только в льняном масле. В масле из семян льна содержание альфа-линоленовой кислоты в 2 раза больше, чем в рыбьем жире, и значительно выше, чем в остальных продуктах питания. Следовательно, льняное масло – самый богатый возобновляемый растительный источник альфа-линоленовой кислоты, благодаря чему оно оказывает благотворное действие при профилактике и лечении сердечно-сосудистых заболеваний. Масло семени льна нормализует работу всей пищеварительной системы человека: улучшает функцию печени, способствует лечению колитов, гастритов, оказывает противопаразитарное действие. Рекомендуются регулярное употребление масла льна и детям для полноценного, здорового развития организма [3].

Однако наличие трех двойных связей в молекуле альфа-линоленовой кислоты обуславливает высокую склонность льняного масла к окислению, которое приводит к значительному изменению вкуса (прогоркание), запаха, цвета и полезных свойств за короткое время хранения (3–5 месяцев), что ограничивает широкое использование льняного масла в технологиях фармацевтических, косметических и пищевых продуктов.

Одним из наиболее эффективных, но небезопасных способов защиты льняного масла от окисления является использование синтетических антиоксидантов, таких как бутилгидроксианизол, бутилгидрокситолуол и трет-бутилгидрохинон, которые, благодаря фенольной природе, способны взаимодействовать со свободными радикалами, образующимися при окислении.

В настоящее время в Республике Беларусь производят биологически активные добавки на основе льняного масла, обогащенного природными компонентами («Коэнзим Q<sub>10</sub> – масло льняное плюс», «Бета-каротин – масло льняное плюс», «Селен – витамин E – масло льняное плюс», «Лютеин – масло льняное плюс»), что позволяет не только усилить лечебно-профилактическое действие льняного масла на организм человека, но и повысить его устойчивость к окислительным изменениям и тем самым увеличить срок хранения льняного масла [4].

Таким образом, исследование процесса ингибирования окисления льняного масла природными органическими соединениями является актуальным.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Льняное масло для здоровья [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mic.by/novosti/id566/> – Дата доступа: 18.10.2021.
2. Жирнокислотный состав растительных масел [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/737707.pdf> – Дата доступа: 26.10.2021.
3. Льняное масло: польза, применение, состав и свойства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gabris.ru/gabris/health/flax/oil/> – Дата доступа: 26.10.2021.
4. Шадыро О.И. Разработка эффективных методов стабилизации льняного масла и продуктов на его основе / О. И. Шадыро, А. А. Сосновская, И. П. Едимечева // Свиридовские чтения: сб. ст. Вып. 13. – Минск: Изд. Центр БГУ, 2017. – С. 315–335.

**ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОГО КРАХМАЛА  
В ПРОКЛЕЕННОЙ БУМАЖНОЙ МАССЕ**

В настоящее время целлюлозно-бумажная промышленность широко выпускает обувной картон. Основным сырьем для его изготовления являются растительные волокна с добавлением проклеивающих веществ для повышения его водостойкости. Однако для данного вида продукции также важны такие показатели качества, как физико-механические, которые характеризуют его прочность. Поэтому для придания последних свойств целесообразно применять вспомогательные упрочняющие добавки [1–3]. В связи с тем, что в решении данной проблемы широкое применение находят импортные добавки, целесообразно исследовать влияние отечественных химикатов на свойства обувного картона.

Поэтому целью данной работы является исследование особенностей использования модифицированного крахмала в проклеенной бумажной массе.

На первом этапе настоящей работы была исследована агрегативная устойчивость частиц дисперсной фазы канифольной эмульсии с применением коллоидно-химического регулятора – модифицированного крахмала. Для проведения исследования были подготовлены три композиции: первая включала канифольную эмульсию и сульфат алюминия в качестве электролита, вторая – канифольную эмульсию, крахмал в количестве 6 кг/т и сульфат алюминия и третья – канифольную эмульсию, крахмал в количестве 12 кг/т и сульфат алюминия. Полученные суспензии были оставлены в состоянии покоя на один день для осаждения осадка. По истечении требуемого времени определили количество выпавшего осадка и получено, что наибольший объем осадка составил в третьей суспензии, наименьшее количество осадка выявлено в первой суспензии. Это свидетельствует об уменьшении агрегативной устойчивости при увеличении расхода крахмала в композиции.

Следующим этапом данного исследования было изготовление образцов бумажной продукции массой одного метра квадратного 80 г из беленой сульфатной целлюлозы хвойных пород древесины с полученными суспензиями. Полученные образцы изготовлены на листоотливном аппарате «Rapid Ketten» и испытаны на гидрофобные и прочностные свойства.

Установлено, что применение модифицированного крахмала в композиции образцов обувного картона приводит к увеличению разрывной длины на 19%, разрушающего усилия на 37%, а также снижению впитываемости при одностороннем смачивании на 15%. Получено, что наилучшие результаты гидрофобных и физико-механических свойств получено у образцов бумажной продукции с третьей суспензией в своей композиции: канифольная эмульсия, крахмал в количестве 12 кг/т и сульфат алюминия.

Таким образом, применение модифицированного крахмала в композиции обувного картона, изготовленного из беленой сульфатной целлюлозы хвойных пород древесины, 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.
2. 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.
3. Горські Г.М. Тэхналогія паперы і кардону / Г.М. Горскі. – Мн.: БДТУ, 2003. – 246 с.

**ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ БУМАГИ****В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОСТАВА МАКУЛАТУРНЫХ МАСС**

Современная тенденция развития целлюлозно-бумажного производства характеризуется необходимостью компенсации потери гидрофобности и прочности бумаги, для изготовления которой используется вторичные волокна (макулатурные) вместо дефицитных первичных (целлюлозных). В настоящее время постоянно возрастают объемы потребления синтетических волокон, проклеивающих веществ, каучуковых латексов, влагопрочных смол и флокулянтов. В каждом конкретном случае они проявляют функциональные или процессное действие, улучшая качество бумажной продукции. Известно, что добавки синтетических волокон в композицию бумажного полотна увеличивают ее физико-механические характеристики. Исходные свойства синтетических волокон: биостойкость, эластичность и высокая механическая прочность составляют комплекс необходимых свойств для бумажной продукции. Наибольший интерес в этом контексте представляют полиамидные и полиэфирные волокна, широко представленные на современном рынке под различными торговыми марками [1].

Целью данной работы являлась изучение свойств бумаги в зависимости от состава макулатурных масс, содержащих синтетические волокна. Объектами исследования являлись бумажные массы, представляющие собой дисперсные системы, содержащие макулатурные волокна, синтетические волокна «Лавсан», а также изготовленные из них образцы бумаги. В работе была предпринята попытка частичной замены макулатуры на синтетическое волокно. В таблице представлены варианты композиционного состава исследуемых дисперсных систем, в которых дисперсионной средой являлась вода, а дисперсной фазой – волокна макулатуры и лавсана.

Таблица – Варианты композиции макулатурной массы при изготовлении бумаги

Номер композиции	Состав бумаги по волокну, %	
	макулатура МС-5Б	синтетического волокна «Лавсан»
1	100	0
2	90	10
3	80	20
4	70	30

По данным таблицы были составлены композиции и получены лабораторные образцы бумаги. Изменение качественных характеристик бумаги фиксировали по уровню показателей, характеризующих физико-механические свойства бумаги – разрушающее усилие в сухом состоянии, влагопрочность.

Установлено, что композиция 2, в составе которой содержалось 10% синтетических волокон и 90% макулатуры МС-5Б, показала наилучшие физико-механические показатели. Получено, что использование данного расхода синтетических волокон «Лавсан» в композиции макулатурной массы позволяет повысить такие показатели как, разрушающее усилие в сухом состоянии на 8%, разрывную длину на 23%, влагопрочность на 18%.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Черная Н.В. Синтетические материалы в бумажных и картонных производствах: ресурсосбережение и импортозамещение: учебно-методическое пособие для студ. вузов по спец. 1-48 01 05 04 «Химическая технология переработки древесины» специальности 1-48 01 05 04 «Технология целлюлозно-бумажных производств» / Н.В. Черная, Н.А. Герман. – Минск : БГТУ, 2020. – 203 с.

**ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ПРОКЛЕЙКИ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ СУСПЕНЗИЙ  
НА ПРОЧНОСТЬ И ГИДРОФОБНОСТЬ БУМАГИ**

В настоящее время бумажная промышленность развивается быстрыми темпами, увеличивается ассортимент продукции и улучшается ее качество. Одной из важнейших технологических операций при производстве бумаги является стадия проклейки, позволяющая целенаправленно изменять гидрофобные свойства производимой продукции. Традиционная технология придания бумаге гидрофобных свойств основана на введении в волокнистую суспензию проклеивающих веществ. Для этого используют различные вещества функционального назначения, в зависимости от вида и расхода которых достигается требуемый комплекс показателей качества. К перспективным проклеивающим материалам относятся канифоль и продукты ее модификации, а также синтетические клея. Разнообразный ассортимент проклеивающих материалов позволяет оперативно управлять технологией проклейки целлюлозной суспензии при производстве конкретного вида бумаги в зависимости от их целевого назначения. При этом необходимо учитывать, в какой мере применение того или иного проклеивающего материала оказывает влияние на свойства бумаги, например, на механическую прочность, гидрофобность.

Поэтому целью данной работы являлось изучение влияния условий проклейки целлюлозных суспензий на физико-механические показатели качества готовой продукции.

Для изучения влияния проклеивающих веществ на свойства бумаги в лабораторных условиях были изготовлены образцы бумаги массой 80 г/м<sup>2</sup> из сульфатной беленой хвойной целлюлозы. В композиции целлюлозных суспензий были использовали следующие химические вещества: канифольная эмульсия и АКД «FennoSize KD 225», а также алюминия полиоксихлорид жидкий «AQUUnMix». Содержание АКД «FennoSize KD 225» и канифольной эмульсии в композиции 1%-ной целлюлозной суспензии варьировали от 0,13 до 0,18% от а.с.в.

По результатам испытаний наилучшие значения прочности и гидрофобности были выявлены у образцов бумаги, в композициях которых в качестве проклеивающего вещества был использован синтетический клей АКД «FennoSize KD 225» (расход проклеивающего вещества составил 0,13% от а.с.в.). Результаты показателей качества полученных образцов бумаги с использованием различных проклеивающих веществ представлены в таблице.

Таблица – Сравнительная характеристика показателей качества бумаги с использованием различных проклеивающих веществ

Наименование показателя	Проклеивающее вещество в составе полученных образцов бумаги	
	канифольная эмульсия	АКД «FennoSize KD 225»
Разрушающее усилие, Н:		
в сухом состоянии	90,2	81,4
во влажном состоянии	1,9	3,9
Влагопрочность, %	2,1	4,8
Впитываемость при одностороннем смачивании, г/м <sup>2</sup>	81	78

Как видно из приведенных данных, прочность и гидрофобность полученных образцов бумаги с добавлением синтетического клея АКД «FennoSize KD 225» выше, нежели с использованием в композиции канифольной эмульсии. Таким образом, использование синтетического клея при производстве бумаги является эффективным с технологической точки зрения.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ БИОРАЗЛАГАЕМЫХ УПАКОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ИХ ПОЛУЧЕНИЯ**

Биоразлагаемые полимеры представляют собой высокомолекулярные соединения, которые при определенных условиях способны разрушаться под действием микроорганизмов. Совершенствование технологических процессов создания биоразлагаемой упаковки для пищевой продукции вызывает все больший интерес. Бумага, содержащая в своей структуре целлюлозные волокна, является биоразлагаемым материалом и ее пропитка другим биоразлагаемым материалом (в частности, крахмалом) позволяет развить направление по повышению биоразлагаемости упаковочных материалов. Крахмал и продукты его модифицирования представляют особый интерес, поскольку структура его молекул очень похожа на целлюлозные волокна. Поэтому они хорошо совмещаются, что имеет важное практическое значение.

Целью исследований являлось изучение зависимостей условий получения биоразлагаемых упаковочных материалов для разработки импортозамещающей технологии с использованием отечественных модифицированных крахмалов. Для достижения данной цели необходимо было решить следующие задачи: изучить как влияет структура и свойства бумаги на процесс пропитки (т.е. скорость проникновения пропитывающего состава в структуру); изучить как влияет структура и свойства бумаги на качество биоразлагаемых упаковочных материалов; разработка импортозамещающей технологии получения биоразлагаемого упаковочного материала. Работа выполнялась в соответствии с договором между ГУО «Средняя школа №108 г. Минска» и УО БГТУ несколько этапов.

В результате исследований разработана технология получения биоразлагаемого упаковочного материалы. Для этого необходимо пропитать бумагу крахмальным клейстером. Оба продукта являются биоразлагаемыми, в то время как за рубежом используют синтетические продукты (например, латексы); они повышают прочность упаковочного материала, но при этом ухудшают способность к биоразложению в 1,5–2,0 раза. К практическому использованию рекомендуются следующие условия получения упаковочных материалов с улучшенной способностью к биоразложению:

- 1) использовать процесс пропитки бумаги крахмальным клейстером (предлагаемая технология) вместо поверхностной ее обработки синтетическим каучуковым латексом (существующая технология);
- 2) заменить импортный крахмал Hi-Cat на отечественный (производитель ООО «Ютанол», Республика Беларусь);
- 3) скорость процесса пропитки уменьшается в 1,5 раза за счет снижения длины молекулы крахмала в 1,5 раза;
- 4) достаточным временем процесса пропитки с использованием отечественного крахмала является 5 с, в то время как для импортного крахмала необходимо большее время (7–8 с).

Таким образом, предлагаемый отечественный крахмал в отличие от импортного аналога «Hi-Cat» (Франция) ускоряет процесс пропитки в 1,5 раза, что способствует повышению производительности пропиточной установки. Качество упаковочного материала, полученного с использованием нового отечественного крахмала, не уступает импортному крахмалу, а, наоборот, улучшается по показателям гидрофобности (впитываемости при одностороннем смачивании), прочности и влагонепроницаемости на 3–5%, что имеет важное практическое значение.

**ДИСПЕРСНЫЕ СВОЙСТВА ЧАСТИЦ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ФЛОТАЦИЮ  
КАЛИЙНОЙ РУДЫ**

Производство хлорида калия напрямую зависит от измельчения сильвинитовой руды до размеров частиц соответствующей флотационной. Целью исследования является изучение зависимости крупности частиц на процесс флотации, а также поддержание оптимальной крупности частиц, при которой достигается лучшая флотуемость. В процессе измельчения руды образуются разные фракции частиц, который классифицируются в соответствии таблицей 1.

Таблица 1 – Размеры частиц

Крупные	Средние	Мелкие	Сверхмелкие
5-3 мм	2 мм	1-1,1 мм	3-10 мкм

Проведя эксперимент, можно увидеть что наиболее чистые фракции концентратов обычно бывают представлены крупными зернами, а самые тонкие фракции имеют пониженное качество из-за худшей селективности флотации мельчайших частиц. Исходя из таблицы 2 мы видим, что крупные частицы (5-3 мм) плохо выделяют KCl, а слишком мелкие (3-10 мкм) ухудшают флотацию, а также в шламы уходит слишком большое количество ценного компонента. Для предварительной классификации применяются дуговые сита СД-2 размером щели сита 2,0 мм, в результате которой из питания флотации выводится часть руды с крупностью частиц 2-1 мм.

Таблица 2 – Размеры частиц руды и эффективность флотационного обогащения

Размеры частиц	5-3 мм	2 мм	1-1,1 мм	3-10 мкм
Процентное содержание KCl после флотации, %	24,28	43,95	86	23,5

Надрешетный продукт после предварительной классификации поступает на измельчение в стержневые мельницы МСЦ 3200×4500 (рисунок). Дробленая руда при измельчении доводится до фракций 1,0-1,1 мм. Выбор таких мельниц обусловлен меньшим процентом переизмельчения и получения продукта равномерного по крупности. [1]

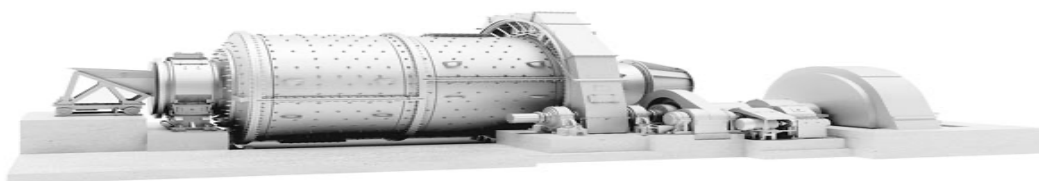


Рисунок – Стержневая мельница

Таким образом, проведенный анализ показал, что наибольшее обогащение KCl методом флотации наблюдается для 1-1,1 мм, поэтому степень измельчения руды на стержневых мельницах следует контролировать и поддерживать на данном уровне.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Промышленный технологический регламент № 1-17 производства калия хлористого флотационным способом первого рудоуправления ОАО «Беларуськалий». – Дата введения 2017-09-01. Солигорск.

## ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА БИОТЕСТИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ

Повышенная жесткость воды обуславливает появление известковых отложений на нагревательных элементах, что уменьшает их теплопроводность, снижает эффективность нагревательного оборудования и в конечном итоге выводит его из строя [1].

Обессоливание воды, используемой в отопительных котельных, и контроль данного показателя являются обязательными этапами процесса водоподготовки. Существующие методы контроля жесткости воды (комплексометрический, визуально-колориметрический со шкалой окрашенных имитаторов, метод атомной спектрометрии) длительные, трудоемкие и затратные [2, 3]. В связи с этим, целью данного исследования являлась оценка возможности использования метода биотестирования для оценки жесткости воды. В работе использовали клетки микроводоросли *E. gracilis* из коллекции кафедры биотехнологии БГТУ; речную воду, поступающую на ТЭЦ, до (образец 2) и после ее ультрафильтрации (УФ) (образец 3), а также после УФ и обессоливания ионообменным методом (образец 4). В качестве контроля служила дистиллированная вода (образец 1). Для оценки влияния солей жесткости на двигательную активность клеток в образцы воды (0,9 мл) вносили 0,1 мл клеток *E. gracilis* и регистрировали их подвижность при 20°C с помощью микровизора Levenhuk (рисунок 1).

Индекс подвижности клеток (ИП) определяли по формуле:

$$\text{ИП} = (t - t_0) / t \cdot 100 (\%),$$

где  $t$ ,  $t_0$  – среднее время, за которое клетки проходили расстояние 100 мкм в рабочей и контрольной пробах, соответственно.

На рисунке 2 показано изменение ИП клеток *E. gracilis* от вида используемой воды.



Рисунок 1 – Внешний вид микровизора

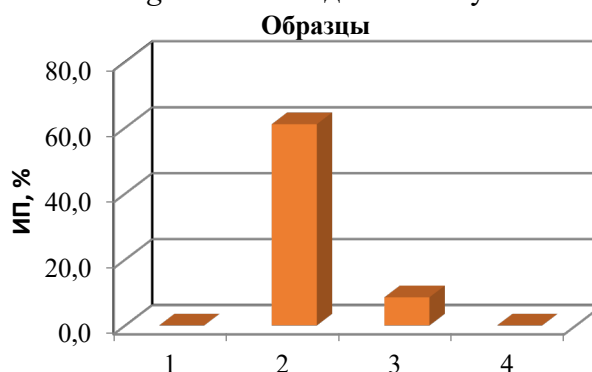


Рисунок 2 – Влияние вида воды (образцы 1-4) на индекс подвижности клеток *E. gracilis*

Как видно из рисунка 2 метод биотестирования подвижности клеток микроводоросли *Euglena gracilis* различает виды воды. Соли жесткости являются биогенными элементами и активируют подвижность клеток. Максимальная подвижность клеток наблюдается для речной воды. После ультрафильтрации и обессоливания и в контроле результаты совпадают, что позволяет сделать вывод о возможности использования метода биотестирования в качестве экспресс-метода оценки жесткости воды. Метод отличается простотой, оперативностью и доступностью.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по обслуживанию установки по приготовлению химобессоленной воды для блоков ПГУ ТЭЦ-2, Минск, 2017. – 47 с.
2. Инструкция по методикам анализов оперативного химконтроля ХВОПГУ, ХВОПТС, конденсатоочистки и очистных сооружений, Минск, 2007. – 91 с.
3. ГОСТ 31954-2012. Вода питьевая. Методы определения жесткости.

**АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ВОДЫ  
В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЦЕЛЯХ НА ЦМЭЛ 4РУ**

С момента ввода в эксплуатацию цеха мембранного электролиза (ЦМЭл) 4РУ ОАО «Беларуськалий» в качестве сырья для производства деминерализованной воды применяется артезианская вода [1]. Применение данного вида сырья влечет за собой истощение ресурсов подземных вод, а также увеличивает себестоимость продукции ЦМЭл.

Одним из возможных путей решения проблемы может быть переход на природную воду, однако это потребует ее глубокой биологической и химической очистки, что значительно удорожает процесс производства. В качестве альтернативного решения более экономично перейти на использование технической воды, прошедшей водоподготовку на ТЭС-4РУ, а именно: коагуляцию в осветлителе, фильтрование на механических фильтрах, водород-катионирование с “голодной” регенерацией, декарбонизацию, двухступенчатое натрий-катионирование и деаэрацию. Производительность водоподготовительной установки химводоочистки ТЭС 4-РУ составляет 420,0 м<sup>3</sup>/час. Деминерализационная установка потребляет всего 12,5 м<sup>3</sup>/час. Так же выходное давление подготовленной воды ТЭС-4РУ выше, чем давление артезианской воды на 0,15 МПа, что приведет к упрощению технологической схемы и уменьшению расхода электроэнергии.

Цель работы – проверка возможности использования технической воды, подготовленной на ТЭС 4РУ, для ее деминерализации.

В работе использовали артезианскую и техническую воду ТЭС-4РУ, а также установку деминерализации ЦМЭл-4РУ ОАО «Беларуськалий». Анализ химического состава вод проводили в соответствии с общепринятыми методами анализа в промышленной лаборатории предприятия. Результаты анализа основных показателей артезианской и технической воды, подготовленной на ТЭС-4РУ, до и после деминерализации, а также регламентируемые значения представлены в таблице.

Таблица – Результаты анализов основных показателей артезианской и технической воды до и после деминерализации

Наименование показателей	Результаты измерений				Регламентируемые значения демин. воды
	Артезианская вода		Техническая вода		
	До деминерализации	После деминерализации	До деминерализации	После деминерализации	
Водородный показатель	7,2	7,1	9,2	7,5	7-8
Удельная электропроводимость, мкСм / см	270	0,8	310	1,5	<2
Массовая концентрация суммы Mg <sup>2+</sup> и Ca <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	23	0,0012	0,015	0,008	<0,37
Содержание соединений железа, мг/дм <sup>3</sup>	0,008	<0,0005	0,01	<0,0005	<0,1
ТОС, мг/дм <sup>3</sup>	2,5	0,17	3	0,18	<10

Из таблицы следует, что при использовании в качестве сырья технической воды ТЭС-4РУ, полученная деминерализованная вода соответствует регламентируемым значениям.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Болендрус С.В., Брагин П.В., Потрываев К.А. Промышленный технологический регламент № 4-17 производства гидроксида калия, соляной кислоты, гипохлорита натрия цеха мембранного электролиза четвертого рудоуправления ОАО «Беларуськалий», ИВЦ, 2014. 582 с.



**ПОЛУЧЕНИЕ БАКТЕРИАЛЬНЫХ  $\beta$ -ГАЛАКТОЗИДАЗ И АНАЛИЗ ИХ  
ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ**

Увеличение производства безлактозных продуктов питания для людей с лактозой недостаточностью является актуальной задачей в пищевой и фармацевтической промышленности, поскольку ею страдает 60 – 90% пожилого населения многих стран [1, 2]. В настоящее время в РБ доля безлактозных продуктов не превышает несколько процентов. Основной причиной, сдерживающей развитие данного направления в РБ, является отсутствие производства ферментных препаратов  $\beta$ -галактозидаз, расщепляющих лактозу до глюкозы и галактозы.

$\beta$ -Галактозидазы условно подразделяются на внутри- и внеклеточные. Продуцентами внутриклеточной  $\beta$ -галактозидазы являются дрожжи и бактерии. Внеклеточные  $\beta$ -галактозидазы вырабатываются плесневыми грибами, ферменты которых используются в промышленности из-за низких затрат на их получение, но ферментативная активность их невысока. Недостатком внутриклеточных  $\beta$ -галактозидаз являются сложность извлечения фермента из клеток, а достоинством – более высокая ферментативная активность.

Цель работы – получение бактериальных  $\beta$ -галактозидаз и анализ их активности.

В качестве продуцентов фермента  $\beta$ -галактозидазы использовали клетки бактерий *B. subtilis*, *Lactococcus lactis* и *E. coli* из коллекции кафедры биотехнологии БГТУ, являющиеся активными продуцентами  $\beta$ -галактозидазы. Клетки культивировали на творожной молочной сыворотке, которую пастеризовали при 70°C в течение 30 мин и определяли начальное содержание в ней лактозы рефрактометрическим методом с помощью рефрактометра ИРФ-464. Для этого из сыворотки удаляли белки путем их осаждения 4% раствором  $\text{CaCl}_2$  при нагревании на водяной бане. Предварительно строили калибровочную зависимость между показателем преломления и концентрацией лактозы (рисунок).

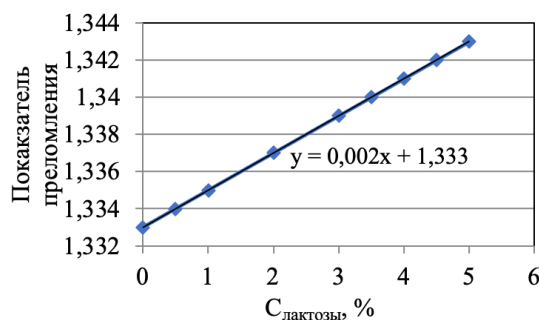


Рисунок – Калибровочная зависимость показателя преломления от концентрации лактозы в молочной сыворотке

Измеренный показатель преломления составил 1,3420, что соответствует начальной концентрации лактозы 4,5%. Далее в сыворотку вносили чистые культуры микроорганизмов в концентрации 3% и регистрировали изменение оптической плотности  $D_{600}$  от времени культивирования клеток с помощью спектрофотометра Specord UV-VIS. Следующим этапом было получение протопластов бактерий, выделение из них ферментов и определение их активности (A) рефрактометрическим методом по формуле:  $A = \Delta C/m \cdot t$ .

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Храмцов А.Г. Феномен молочной сыворотки. – СПб.: Профессия, 2011. С. 804.
2. Остроумов Л.А., Гаврилов В.Г. Биотрансформация лактозы ферментными препаратами  $\beta$ -галактозидазы. Техника и технология пищевых производств. 2013. № 1. С. 1–3.

**ИЗУЧЕНИЕ СИНЕРГИЧЕСКОГО АНТИБАКТЕРИАЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ  
ЧЕТВЕРТИЧНЫХ АММОНИЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

В ходе научной работы была рассмотрена антибактериальная активность ветеринарного препарата, содержащего сочетание двух четвертичных аммониевых соединений, с целью выявления синергизма. В качестве активных фармацевтических ингредиентов выступают бензалкония хлорид (далее ЧАС-1), обладающий выраженной активностью против грамположительных бактерий, и производное 1,4-диазо[2.2.2]бициклооктана (далее ЧАС-2), обладающее выраженной активностью против грамотрицательных бактерий [1].

Для анализа противомикробной активности использовали составы, содержащие только бензалкония хлорид и два действующих вещества одновременно. Наличие или отсутствие синергизма между действующими веществами анализировали по разнице диаметров зон ингибирования роста бактерий препаратом по сравнению с пробой, содержащей только ЧАС-2. Для проведения испытаний противобактериальной активности использовали метод бумажных дисков. Результаты антимикробного действия приведены в таблице.

Таблица – Противобактериальная активность

Название бактерии	Диаметр зоны ингибирования роста ЧАС-2, мм	Диаметр зоны ингибирования роста ЧАС-1 + ЧАС-2, мм	Диаметр зоны ингибирования роста ЧАС-2 разб. в 100 раз, м	Диаметр зоны ингибирования роста ЧАС-1 + ЧАС-2 разб. в 100 раз, мм
<i>Enterococcus hirae</i>	15/15	27/27	10/10	24/24
<i>Proteus vulgaris</i>	14/19	17/22	9/9	11/11
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	15/15	10/13	0	8/8
<i>Staphylococcus aureus</i>	16/19	15/27	10/10	9/24
<i>Escherichia coli</i>	17/30	19/19	9/9	11/11
<i>Streptococcus uberis</i>	18/24	30/37	10/10	27/34
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538	28/28	28/28	19/19	16/16
<i>Bacillus subtilis</i> 168	30/30	22/22	15/15	15/15
<i>Clostridium sp.</i>	32/32	26/26	12/12	14/14
<i>Escherichia coli</i> Hfr H	21/21	20/20	9/9	9/9
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> PAO1	14/14	9/9	0	8/8

Примечание: В таблице указаны диаметры зон полного (первое число) и неполного (второе число) ингибирования роста микроорганизмов. Зона неполного ингибирования роста бактерий – это такая зона, где наблюдаются только одиночные колонии микроорганизмов.

Согласно полученным данным, сочетание двух действующих веществ привело к существенному увеличению противомикробной активности, по сравнению с пробой, содержащий только производное 1,4-диазо[2.2.2]бициклооктана. Результаты испытаний доказывают наличие синергической антибактериальной активности в отношении грамположительных бактерий (*Enterococcus hirae*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus uberis* и др.).

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Справочник Видаль. Лекарственные препараты в России: Справочник. М.: АстраФармСервис. 2010. 1760 с.

## **ВЗАИМОСВЯЗЬ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ СТАДИЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД МОЛОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Загрязняющие вещества в стоках молочных заводов присутствуют в нерастворенном, эмульгированном и растворенном состоянии. Технология очистки таких сточных вод, как правило, включает стадии механического удаления примесей, усреднения, физико-химической и биологической очистки [1].

Высокий уровень загрязнения сточных вод производства молочных продуктов как по показателю ХПК, так и по содержанию общего фосфора обуславливает необходимость применения реагентной обработки с последующим флотационным отделением скоагулированных примесей [2]. Выбор наиболее подходящих реагентов и правильная их дозировка является важной задачей, поскольку определяет эффективность как физико-химической очистки, так и последующей биологической очистки сточных вод. Необходимо учитывать, что применяемые реагенты вносят свой вклад в агрегирование активного ила.

Биологическая очистка осуществляется по технологии последовательного или переменного-последовательного действия, с созданием условий для денитрификации и дефосфотации либо в анаэробных условиях. В анаэробных биореакторах используется гранулированный активный ил, в реакторах, работающих в условиях аэрации – преимущественно, в виде хлопков, во взвешенном состоянии или в прикрепленном в виде биопленки. Отделение взвешенного активного ила от очищенных сточных вод в основном осуществляется в биофлотаторах, реже – путем осаждения. Для обезвоживания флотошлама и избыточного активного ила применяются декантерные центрифуги либо шнековые прессы, с целью повышения эффективности обезвоживания добавляются реагенты, чаще всего катионный флокулянт. Следовательно, иловая вода, которая возвращается на очистку, содержит остатки реагентов.

Таким образом, все стадии процесса взаимосвязаны и взаимозависимы.

Целью работы являлся мониторинг показателей сточных вод (ХПК на входе и выходе, содержание взвешенных веществ), дозы активного ила, концентрации растворенного кислорода на очистных сооружениях ОАО «Туровский молочный комбинат» с целью установления влияния вида и дозы реагентов (флокулянт, коагулянт) на эффективность как физико-химической очистки, так и последующей биологической очистки сточных вод.

По результатам мониторинга сделаны заключения о влиянии правильной настройки работы флотационной машины, качественно подобранных реагентов, а также их дозировки на глубину удаления ХПК на флотационной машине, снижении нагрузки на биологическую стадию и повышении ее эффективности.

Результаты мониторинга эффективности удаления общего азота и фосфора и изменение дозы ила в аэротенке свидетельствуют о наличии взаимосвязи между дозой ила в аэротенке и удалением соединений фосфора. Поскольку для удаления соединений азота необходима реализация двух процессов, нитрификации и денитрификации, при этом для второго процесса кислород не нужен, четкой зависимости от содержания кислорода не прослеживается.

Таким образом, для достижения наилучшего эффекта очистки необходим систематический контроль показателей сточных вод, поступающих на разные стадии очистки, а при изменении режимов одной из стадий учитывать влияние на весь процесс в целом.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Семенов В.В. Очистка сточных вод в молочной промышленности / В.В. Семенов, А.Н. Луговкин // Молочная промышленность – 2020. – №8. – С. 26–29.
2. Капитонова С.Н. Интенсификация очистки сточных вод молочного производства в комбинированных флотационных аппаратах / С.Н. Капитонова, Б.С. Ксенофонтов, И.И. Заводяной, А.А. Жигалова, М.А. Кривочкин // Водочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. – 2020. – №10(154). – С. 32–36.

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА НЕФТЕШЛАМОВ: ПРЕИМУЩЕСТВА,  
УСЛОВИЯ, АППАРАТУРНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ**

Нефтешламы (нефтяные шламы) – это сложные физико-химические смеси, образующиеся при проведении таких производственных процессов, как переработка, добыча и транспортировка нефти. Нефтешламы состоят из нефтепродуктов, механических примесей (глины, окислов металлов, песка) и воды. Соотношение составляющих нефтешлам компонентов может быть самым различным [1].

Существует несколько основных методов переработки нефтешламов: складирование, термическое воздействие, химическое воздействие, физико-химическое и механическое воздействие, биоремедиация. Каждый из методов имеет свои плюсы и минусы, однако с точки зрения минимального воздействия на окружающую среду, простоты аппаратурного оформления преимущество принадлежит биологическому методу [2].

Биологический метод основан на способности микроорганизмов превращать нефть в простые соединения, накапливать органическое вещество и включать его в круговорот углерода. Преимуществами биоочистки являются экологическая безопасность, возможность деградации загрязняющих веществ до безвредных промежуточных продуктов при полностью сохраняющейся структуре почвы и без дополнительного загрязнения окружающей среды.

Одним из наиболее важных факторов, влияющих на скорость биодegradации, является температура. Оптимальная температура для большинства углеводородоксилирующих микроорганизмов – 30–40°C. При температуре выше 50°C микроорганизмы-деструкторы инактивируются. При температуре ниже 25°C трудно утилизируются углеводороды с большой длиной цепи. С понижением температуры увеличивается вязкость нефти, уменьшается ее растворимость и эмульгируемость в воде, снижается испарение легколетучих токсичных углеводородов. Оптимальное содержание влаги в почве для активности микроорганизмов нефтеструкторов 50–80%. При меньшей влажности образование водно-нефтяной эмульсии, необходимой для биодеструкции углеводородов микроорганизмами, не происходит; осмотические и матричные силы ограничивают доступность воды, лимитируя рост микроорганизмов.

Углеводороды нефти – это полностью восстановленные соединения, и первым этапом их окисления является включение кислорода в их молекулу. После первичного окисления деградация углеводородов может продолжаться и в аэробных, и в анаэробных условиях.

На степень и скорость разложения углеводородов влияет их агрегатное состояние. Для водных сред важна растворимость углеводородов, которые в растворенном состоянии лучше транспортируются к клеткам микроорганизмов. Растворимость углеводородов небольшая и уменьшается с увеличением их молекулярной массы. Еще более важное значение имеет степень дисперсности углеводородов в воде, поскольку транспорт их в клетку происходит непосредственно при контакте с поверхностью клеток. В эмульгированном и растворенном (например, в органическом растворителе) состоянии могут окисляться и конденсированные, и ароматические соединения, смолы, асфальтены [1–3].

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Соколов Л.И. Переработка и утилизация нефтесодержащих отходов: монография / Соколов Л. И. – 2017. – С. 99–102
2. Прикладная экобиотехнология [Электронный ресурс] : учебное пособие : в 2 т. Т. 1 / А. Е. Кузнецов [и др.]. — 3-е изд. (эл.). — Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 672 с.). – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.
3. Афанасьев С.В., Кравцова М.В., Паис М.А., Носарев Н.С. Анализ методов переработки нефтешламов. Проблемы и решения // Инновации и «Зелёные» технологии (Тольятти, 19 апреля 2019 г.): сборн. матер. и докл. 2-ой Всероссийской научно-практ. конф./ СНЦ РАН. Самара.: 2019. С.17–22.

## МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ АКТИВНОГО ИЛА МАЛЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Эффективность очистки сточных вод в сооружениях биологической очистки зависит от структуры и биологических свойств активного ила. Эти свойства напрямую связаны с возрастом активного ила. Меняется способность образовывать хлопья или гранулы, их компактность, плотность, размер, способность к осаждению, зольность ила. Количество микроорганизмов в активном иле, их видовое разнообразие, распределение по основным индикаторным группам, деструкционный потенциал также претерпевают изменения [1].

По мере увеличения возраста ила его седиментационные свойства улучшаются, повышается зольность вследствие накопления инертных частиц, снижается активность, однако повышается устойчивость к токсикантам и стабильность. Однако, при увеличении размера хлопьев ухудшается доступ кислорода к отдельным клеткам и затрудняется отведение метаболитов, то есть ухудшается режим массообмена клеток с окружающей средой. Таким образом, молодые хлопья плохо флокулируют, старые хлопья менее активны, но хорошо оседают, оптимум лежит между этими крайними состояниями [1].

Целью настоящей работы является мониторинг состояния активного ила для установления влияния возраста активного ила на его состояние, в частности деструкционный потенциал, седиментационные характеристики, зольность, видовое разнообразие, количество микроорганизмов. Объектом исследования послужил активный ил с очистных сооружений для малых населенных пунктов. Всего было проведено 3 забора проб. Возраст ила на момент забора первой пробы составлял 2 месяца.

Седиментационная характеристика исследуемого ила представлена на рисунке.

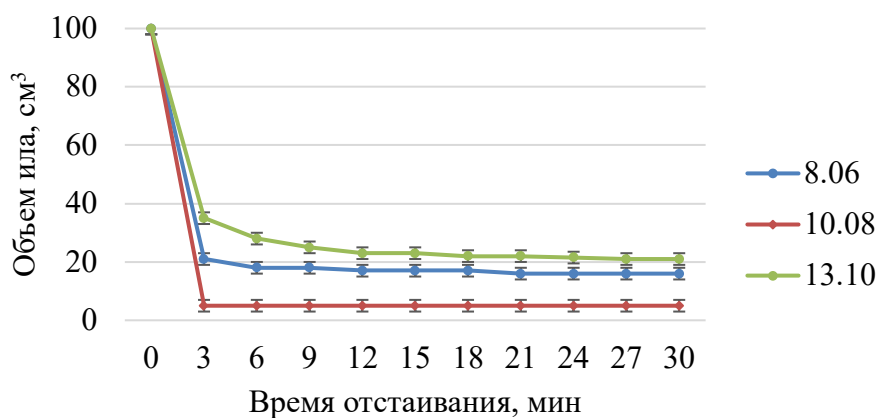


Рисунок – Седиментационная характеристика

Зольность образцов активного ила постепенно повышается от 33 до 37,5%, что свидетельствует о накоплении инертных частиц в хлопках.

Биоценоз ила разнообразен во всех пробах. От пробы 1 к пробе 3 повышается доля раковинных амёб, что может говорить о повышении удельных нагрузок на ил и рост численности бактерий в его хлопках.

На протяжении всего периода мониторинга активный ил сохранял деструкционный потенциал на уровне выше среднего, его биоценоз был разнообразным и имел в составе денитрификаторов, иловый индекс колебался в пределах нормы в интервале 45 – 61 см³/г.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Жмур Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. – М: АКВАРОС, 2003. – 512 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОРОШКОВ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Порошки – одна из наиболее древних лекарственных форм, которая использовалась в медицинской практике еще за 2500–3000 лет до нашей эры, и не утратила своего значения до настоящего времени. Широкое распространение порошков в медицинской практике обусловлено достоинствами их как лекарственной формы: высокая биодоступность, удобство приема, простота приготовления, точность дозирования, универсальность состава, удобство хранения и транспортировки. Основными потребителями растительных порошков являются фармацевтические компании, молокозаводы, кондитерские фабрики, хлебопекарные предприятия по производству колбас, концентрированных завтраков быстрого приготовления, детского питания, пищевых добавок и др. [1, 2].

Традиционные формы хранения растительного сырья предполагают ограниченные сроки и сложные условия хранения продукции. Большой объем растительного сырья делает его хранение и транспортировку дорогостоящими и энергоемкими. Помимо этого, неизбежны потери сырья, так и его ценных компонентов при воздействии высоких температур. Это еще одна причина, по которой использование порошковой формы хранения растительного сырья становится все более востребованной [3].

Производство растительных порошков в нашей стране только начинает развиваться. В настоящее время они находят применение в питании детей, диетическом, лечебном питании, лечении от различных заболеваний, поэтому перспектива использования растительных порошков очевидна.

Порошковый способ, как указано выше, является наиболее перспективным и эффективным для длительного хранения без потерь и транспортировки растительного сырья. Растительные порошки освобождены от большей части влаги, имеющейся в обычных продуктах, и из-за этого имеют незначительный объем, массу и высокую концентрацию питательных веществ. Низкая влажность благоприятствует их длительному хранению при максимальной степени сохранения питательных свойств исходного продукта.

Одним из наиболее современных способов получения растительных порошков является вакуумная сублимационная сушка. Плоды и ягоды во время сушки не подвергаются воздействию высоких температур, что позволяет максимально сохранить биологическую ценность сырья. Продукты, полученные с использованием этой технологии, отличаются высоким качеством и хорошей восстанавливающей способностью.

В настоящее время на кафедре биотехнологии проводится работа по изучению свойств и способов использования возможностей ягод голубики и в частности исследуются получения из ягод голубики сухих порошков. Полученные порошки исследуются на стабильность при хранении.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Тихонов А.И. Технология лекарств: учебн. для фармац. вузов и фак. / А.И. Тихонова. – Х.: Изд-во НФАУ; Золотые страницы, 2002. – 704 с.
2. Клинецвич В.Н. Фиточай: состав, свойства, производство (обзор) / В.Н. Клинецвич, Н.В. Бушкевич, Е.А. Флюрик // Труды БГТУ. Сер. 2, Химические технологии, биотехнологии, геоэкология. – 2021. – № 1 (241). – С. 5–23.
3. Родионов В.Ю. Проблемы и перспективы производства растительных порошков [Электронный ресурс] / В.Ю. Родионов, О.В. Ломакина, Д.В. Никитин, А.С. Ратушный // ТППП АПК. – 2019. – № 1. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-i-perspektivy-proizvodstva-rastitelnyh-poroshkov>. – Дата доступа: 14.10.2021.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДА ПРОИЗВОДСТВА НАПИТКА «КОМБУХА»**

*Medusomyces gisevii* (медузомицет) – симбиотическое сообщество дрожжеподобных грибов и бактерий, образующий на поверхности сбраживаемых питательных растворов (экстракт чая, соки и др.) толстую кожистую слоисто-аморфную пленку чайного гриба.

Выращивание чайного гриба в домашних условиях и использование продукта ферментации его культуральной жидкости как напитка широко распространены среди населения. Многие люди считают, что данный напиток является ценным профилактическим средством при различных заболеваниях, и регулярно употребляют его.

Однако необходимо отметить, что в литературе имеются данные о том, что напиток может оказывать неблагоприятные действия, при его употреблении лицами с заболеваниями печени и др.

Популяризации напитка способствуют рекомендации и советы, содержащиеся в различных изданиях, посвященных вопросам народной медицины. В промышленных масштабах данный напиток производят целый ряд стран и потребителю он известен под названием «Комбуха».

В ходе культивирования чайного гриба получается большое количество отходов (плодовое тело гриба). Однако данный отход нашел широкое применение в технических и химических отраслях производства, в частности, в целлюлозно-бумажной, лакокрасочной и тонкой химической промышленности, электронике, а также в биотехнологической промышленности: получают тонкодисперсные порошки, которые используют в пищевой промышленности в качестве загустителей и гелеобразователей.

Необходимо отметить, что биоцеллюлоза (БЦ) плодового тела характеризуется высокой чистотой, поэтому она может служить матрицей для иммобилизации различных неорганических и органических соединений и использоваться в дальнейшем в медицинской и фармацевтической практике. Например, для лечения ожогов и язв, а также послеоперационных, гнойных и травматических ран, в косметологии, для оздоровления и восстановления эластичности кожи [1].

Благодаря тому, что БЦ не токсична, не вызывает аллергии и обладает большой поглотительной способностью ее можно использовать для стимулирования пищеварения и в качестве адсорбента.

Используют высушенное плодовое тело гриба в качестве кормовой добавки для сельскохозяйственных животных и птиц [2].

Имеются сведения об использовании плодового тела гриба для создания экологичной одежды.

На кафедре биотехнологии ведутся работы по созданию на основе плодового тела чайного гриба стимулятора роста растений [3].

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Comparative healing property of kombucha tea and black tea against indomethacin-induced gastric ulceration in mice: possible mechanism of action / D.Banerjee [et al.] // Food and Function. – 2010. – Vol. 1(3). P. 284–293. DOI: <https://doi.org/10.1039/c0fo00025f>.

2. Biochemical characteristics of tea fungus produced during kombucha fermentation / R. Jayabalan [et al.] // Food Science and Biotechnology. – 2010. – Vol. 19. – P. 843–847. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10068-010-0119-6>.

3. Михайловская В.Д. Влияние препарата «Комбошок» на рост гречихи посевной / В.Д. Михайловская, В.Н. Клинецвич // Материалы студенческой научной конференции за 2015 год: В 2 ч. Ч. 1. Технические науки / под ред. С.Т. Антипова; Воронеж. гос. ун-т инж. технол. – Воронеж, 2015 г. – С. 520.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ БОРЬБЫ С КЛЕЩОМ *VARROA DESTRUCTOR*

Каждый пчеловод рано или поздно сталкиваются с серьезной проблемой – заражение пчел паразитическим клещом *Varroa destructor*. Это членистоногое наносит огромный вред пчеле медоносной (*Apis mellifera*) и ее личинкам и даже может привести к гибели пчелиной семьи. Существуют различные физические и химические методы борьбы с клещом, однако они отрицательно влияют как на саму пчелиную семью, так и на качество получаемого меда. Поэтому в настоящее время в литературе, для борьбы с вредителем, предлагается использовать различные растительные экстракты, так как данный способ является более щадящим. Проведя литературный обзор, имеющейся в открытом доступе научной литературы, были отобраны растения, которые оказывают губительное влияние на данных паразитов. В качестве объектов для дальнейшего исследования выбрали пихту сибирскую (*Abies sibirica*) и укроп пахучий (*Anethum graveolens*).

Исходя из выше изложенного, перед нами была поставлена следующая цель: в лабораторных и домашних условия приготовить препараты на основе настоев выбранных растений, провести обработку пчелиных гнезд, и определить эффективность действия препаратов.

Для достижения указанной цели были сформулированы следующие задачи:

1. Собрать и подготовить необходимое сырье для изготовления препаратов.
2. В домашних и лабораторных условиях приготовить препараты из растительного сырья.
3. Провести обработку пчелиных гнезд, пораженных клещом.
4. Проанализировать эффективность действия препаратов.

Экспериментальная часть работы была проведена на базе лаборатории кафедры биотехнологии БГТУ.

Семена и стебли укропа пахучего, иглы пихты сибирской собирали летом 2021 г. Собранное сырье высушили на открытом воздухе под навесом (прямые солнечные лучи на сырье не попадали), хранили готовое сырье при комнатной температуре в темном сухом месте в бумажных пакетах.

В ходе литературного поиска, а также на основании собственных наблюдений, было установлено что препараты на основе растительных экстрактов, а именно пихты сибирской и укропа пахучего оказывают отрицательное действие на клеща, приводя к его гибели. В домашних условиях готовили водные настои указанных растений, в лабораторных условиях использовали 40% водно-спиртовую смесь. Лабораторные препараты показали большую эффективность, однако время на их изготовление потребовалось больше и итоговая их стоимость выше. При обработке пчелиных гнезд было установлено, что препараты на основе растительного сырья не оказывают отрицательного действия на пчелу медоносную, в тоже время количество клещей существенно уменьшилось. Следовательно, препараты оказывают положительный эффект.

Однако необходимо помнить, что этиловый спирт оказывает негативное влияние на пчел, поэтому наша дальнейшая работа будет направлена на удаление этилового спирта и получения либо сгущенного экстрактов, либо сухих порошков на основе отобранного растительного сырья.

Кроме того, будут проведены работы по разработке наиболее удобной для последующего использования формы препарата: лиофилизированный порошок, сгущенный экстракт, пропитка для деревянных поверхностей и др.



### ПРАВИЛА СОСТАВЛЕНИЯ ФИТОЧАЯ

В связи с ухудшающейся экологической обстановкой, а также увеличением числа психических, физических и эмоциональных нагрузок проблема сбалансированного питания во всем мире стала еще более актуальной [1].

Напитки составляют важную часть рациона питания человека. Поэтому в настоящее время наметилась стойкая тенденция к обогащению напитков веществами, полезными для организма. Как известно, много полезных и ценных веществ содержится в дикорастущих растениях. Благодаря разнообразному химическому составу дикорастущие лекарственные растения, применяемые в составе чаев, способны восполнить дефицит некоторых веществ в организме человека, повысить его иммунитет [2]. Фиточай представляет собой сбор лекарственных растений. Все фиточаи можно разделить на две основные группы, а именно: профилактического и лечебного действия. Профилактические чаи помогают поддерживать работу организма на оптимальном уровне, а лечебные имеют строгие показания, ограничения и должны применяться только под наблюдением врача [3].

Растительные композиции могут обладать различными полезными свойствами, но очень часто не имеют хорошо выраженного вкуса и аромата, именно по этой причине фиточаи до сих пор не нашли повсеместного применения в качестве продуктов питания [3].

Фитокомпозиция – определенные ингредиенты, входящие в состав фиточая. Особенно полезными, вкусными и ароматными являются фитокомпозиции, состоящие из 4-5 элементов, каждый из которых усиливает действие другого.

Сегодня на рынке представлено большое количество видов фиточая, которые оказывают определенное воздействие на организм. Самыми популярными являются: общеукрепляющий, тонизирующий, фиточай для похудения, для улучшения пищеварения, почечный, при заболеваниях печени, успокаивающий, слабительный.

Известно, что многокомпонентные растительные средства более эффективны, в сравнении с фитолечарствами, состоящими из одного ингредиента. Но, чтобы сбор и правда оказал желаемый эффект, его нужно, словно пазл, собрать правильно, руководствуясь определенными нормами. Основные правила можно сформулировать следующим образом: определить желаемый эффект; выбрать основной компонент сбора; определить пропорции основных компонентов; изучить противопоказания; проанализировать совместимость компонентов по способу приготовления; проанализировать химическую совместимость; регулировать количество ингредиентов.

Составление рецептуры фиточаев требует внимательности и глубоких познаний в спектре действия и особенностях химического состава растений. Руководствуясь общими правилами, можно составить правильный травяной сбор, создавать натуральные травяные лекарства для лечения и профилактики различных заболеваний.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ядковская С.Э. Биологически активные добавки в технологии безалкогольных напитков [Электронный ресурс] / С.Э. Ядковская, Е.А. Горчакова, В.Л. Лаврова, М.В. Гернет // Пиво и напитки. – 2002. – №1. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=6580178>. – Дата доступа: 11.10.2021.

2. Коростылева Л.А. Сухие фиточаи на основе дикорастущих растений [Электронный ресурс] / Л.А. Коростылева, Т.В. Парфенова, О.В. Воронина // Пиво и напитки. – 2005. – №4. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/suhie-fitochai-na-osnove-dikorastuschih-rasteniy>. – Дата доступа: 03.10.2021.

3. Клинецвич В.Н. Фиточай: состав, свойства, производство (обзор) / В.Н. Клинецвич, Н.В. Бушкевич, Е.А. Флюрик // Труды БГТУ. Сер. 2, Химические технологии, биотехнологии, геоэкология. – 2021. – № 1 (241). – С. 5–23.

## ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ РАНОЗАЖИВЛЯЮЩИХ СРЕДСТВ В ФОРМЕ ПОРОШКОВ ДЛЯ НАРУЖНОГО ПРИМЕНЕНИЯ

Одной из проблем современной хирургии является проблема лечения гнойных ран. Гнойные осложнения составляют от 35% до 45% от всех хирургических заболеваний, доля внутригоспитальной инфекции составляет от 12% до 22%, а летальность достигает 25%. Нагноения ран являются основной причиной затяжного течения послеоперационного периода и существенного увеличения материальных затрат на лечение, что приобретает большую социально-экономическую значимость [1, 2].

В связи с этим актуальной является разработка ранозаживляющих порошков для лечения гнойных ран, обладающих сорбционными свойствами по отношению к раневому экссудату.

Одним из перспективных способов получения ранозаживляющих средств на полимерной основе является радиационно-химическая технология. Преимуществом использования радиационной полимеризации является возможность регулирования густоты полимерной сетки путем подбора величины поглощенной дозы и концентрации компонентов, чистота получаемых продуктов (отсутствие инициаторов, низкомолекулярных примесей в отличие от химической полимеризации) [3].

Разработана технология получения ранозаживляющих средств в форме порошков для наружного применения, состоящая из следующих стадий:

- приготовление водных растворов полимеров;
- розлив растворов в подложки определенной формы и размера;
- радиационная сшивка растворов полимеров;
- лиофильная сушка;
- измельчение;
- упаковка.

В качестве полимерной основы выбраны биологически совместимые полимеры, широко используемые в фармацевтической практике – полиэтиленоксид и поливинилпирролидон. При воздействии ионизирующего излучения поглощенной дозой 25 кГр данные полимерные компоненты подвергаются радиационному сшиванию, что приводит к формированию стабильной трехмерной структуры.

Радиационная сшивка полимеров проводилась на электронном ускорителе УЭЛВ-10-10 в ГНУ «ОИЭИЯИ-Сосны» НАН Беларуси. Далее полученная композиция подвергалась сушке на лиофильной сушилке Cool Safe 100-9 PRO. Для получения порошкообразного ранозаживляющего средства высушенная композиция поступала на измельчение, которое осуществлялось с использованием лабораторной мельницы MF 10 basic.

В результате проведенной работы был получен порошок для наружного применения, обладающий высокими сорбционными свойствами, что позволит при нанесении на раневую поверхность элиминировать раневой экссудат, в том числе патогенную микробиоту, медиаторы воспаления.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Лечение экспериментальных гнойных ран иммобилизованными формами антисептиков / А.Ю. Григорьян [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 6. – 222 с.
2. Нанокompозитные перевязочные материалы для лечения ран мягких тканей: обоснование применения : монография / Р.И. Довнар, С.М. Смотрин. – Гродно: ГрГМУ, 2018. – 160 с.
3. Оптимизация состава и технологии получения гидрогелевых полимерных матриц / Ю.Г. Чернецкая [и др.] // Вестник фармации. – 2011. – № 3 (53). – С. 57–65.

## РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ БЛЮДА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ

Одним из факторов, определяющим здоровье человека, является питание. Рациональное питание способствует поддержанию организма в оптимальном физиологическом состоянии, сохранению высокой работоспособности, увеличению полноценной продолжительности жизни.

Важное место в реализации задач по организации питания различных контингентов питающихся имеет специализированное питание. Оно рассматривается как средство лечебно-профилактического воздействия на организм, которое способствует сохранению здоровья. При правильной организации питания, включающей знание о влиянии пищи на состояние здоровья, удается значительно снизить общую заболеваемость, повысить сопротивляемость организма к неблагоприятным факторам внешней среды [1].

Целью исследования являлась разработка рецептуры блюда для профилактики заболеваний сердечно-сосудистой системы, а в частности артериальной гипертензии.

При разработке и создании блюд специализированного назначения учитывается химический состав используемых компонентов рецептуры и их пищевая ценность, содержание основных пищевых нутриентов.

При кардиологических заболеваниях необходимо включать в пищу продукты, богатые витаминами, минералами, антиоксидантами, а также микро- и макроэлементами. При артериальной гипертензии особенно полезны продукты с высоким содержанием кальция, магния, калия, а содержание натрия необходимо свести к минимуму.

Изучение состава пищевых продуктов, таких как черника, пшеничные и овсяные отруби, позволило использовать их при разработке рецептуры блюда «Черничный чизкейк», рекомендуемого для включения в рацион больных артериальной гипертензией. Определены пищевая и энергетическая ценность, рассчитан интегральный скор.

Исследование показало, что употребление в пищу 100 г нового изделия «Черничный чизкейк» позволит удовлетворить суточную потребность организма в калии на 2,9 %, магнии – на 19,9 %, кальции – на 14,6 %. В порции 100 г содержится 11,2 г белка, 5,2 г жиров, 13,3 г углеводов, калорийность блюда составляет 144,8 ккал. Использование в составе блюда черники, источника витаминов А, С и группы В, позволило получить блюдо, содержащее природные антиоксиданты, которые снижают риск заболеваний сердца, сосудов и глаз. Пониженная калорийность нового изделия обусловлена включением в рецептуру блюда стевियोзида – сахарозаменителя натурального происхождения, источником которого является экстракт листьев стевии. Стевиозид расширяет сосуды, способствуют выведению натрия из организма, тем самым снижая артериальное давление [2].

Таким образом, проведенные исследования показали, что разработанное блюдо характеризуется высоким содержанием белка, кальция, магния, витаминов, низкой энергетической ценностью и рекомендовано в питании лиц с сердечно-сосудистыми заболеваниями.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Линич Е.П. Гигиенические основы специализированного питания: учебное пособие / Е. П. Линич, Э. Э.Сафонова. – М.: Лань, 2017. – 220 с.
2. URL: <https://www.kp.ru/putevoditel/eda/travy/steviya/> (дата обращения 19.11.2021).
3. Скурихин И.М. Химический состав пищевых продуктов. Книга 1,3: Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов. Под ред. проф. д.т.н. И.М. Скурихина и проф. д.т.н. М.Н. Волгарева. – М.: Агропромиздат, 1987 г. – 248 с.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОУДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ  
ФОСФАТМОБИЛИЗУЮЩИХ И АЗОТФИКСИРУЮЩИХ БАКТЕРИЙ  
ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

Минеральные удобрения оказывают негативное влияние на здоровье человека и почву и, в виде гранул или растворов, усваиваются только на 35-50%, остальные откладываются в виде нитратов в продуктах и грунтах. В свою очередь, выращенные на таких почвах продукты плохо влияют на организм человека [1].

Рациональное применение биоудобрений способствует получению экологически чистой продукции и улучшению структуры почвы, что в конечном итоге повышает плодородие. Введение микроорганизмов в почву насыщает ее теми микроэлементами, которые выносятся вместе с урожаем. Таким образом, происходит кругооборот полезных веществ и не допускается истощение земли [2].

При оценке эффективности применения разработанных биоудобрений на сельскохозяйственной культуре использовали выделенные ранее почвенные азотфиксирующие и фосфатмобилизующие бактерии, которые были проверены на отсутствие антагонистической активности между азотфиксаторами и фосфатмобилизаторами, а также на нефитопатогенность выбранных штаммов. Опираясь на данные, полученные в ходе вышеперечисленных экспериментов, отобрали две пары микроорганизмов (Ф17+1' и Ф17+2'), пригодных для создания биоудобрения. Ранее были проведены эксперименты с культурами томатов «Примадонна» и перца «Желтый бык», результаты которых показали, что для увеличения количества и биомассы плодов и томатов и перцев следует применять пару микроорганизмов Ф17+2'. Количество плодов томатов и перцев по сравнению с водой (контролем) увеличилось в два раза, а масса томатов – в 12 раз, перцев – 3,5 раза. Но было замечено, что пара микроорганизмов Ф17+1' благотворно влияет на массу зеленой части культуры – стеблей и листьев. В связи с этим приняли решение проверить комплексы микроорганизмов (Ф17+1' и Ф17+2') на оказываемое влияние при выращивании бесплодных культур. Для эксперимента взяли салат «Сказка».

Эксперимент проводился следующим образом: в три независимые емкости сеяли салат и поливали раз в неделю комбинациями Ф17+1' и Ф17+2' и водой (в качестве контроля). На третью неделю снимали конечные результаты, которые показали, что с комбинацией Ф17+2' масса салата (23 ростка) больше массы салата, поливаемого водой в 1,2 раза, а масса салата, обрабатываемого комбинацией Ф17+1' - в 1,3 раза. Тем самым мы убедились в том, что для увеличения массы плодов следует применять комбинацию Ф17+2', а для увеличения массы зеленой части - Ф17+1'.

Так же был проведен эксперимент с влиянием данных комбинаций на степень прорастания семян. В течении 9-ти дней семена томатов поливали данными комбинациями культур и вода. Полученные результаты показали, что процент прорастания семян при поливке водой равен 24%, комбинацией Ф17+1' - 47%, а комбинацией Ф17+2' - 80%. Видно, что для увеличения процента прорастания семян следует применять комбинацию Ф17+2'.

По результатам проведенных экспериментов можно сказать, что обе эти комбинации микроорганизмов можно использовать в составе биоудобрений. Для увеличения степени прорастания семян и биомассы плодов рекомендуется использовать комбинацию Ф17+2', а для увеличения биомассы зеленой части - комбинацию Ф17+1'.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Килязова Н.В. Применение биоорганических удобрений на горных пастбищах// Н.В. Килязова и [и др.]/Бишкек. – 2017. – С. 78-81.
2. Союз органического земледелия [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <https://soz.bio/bioudobreniya/> – дата доступа: 16.11.2021.

**СОЗДАНИЕ КОЛЛЕКЦИИ ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИХ ГРИБОВ, ПРИГОДНЫХ ДЛЯ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ ТЕСТ-КУЛЬТУР ПРИ РАЗРАБОТКЕ  
ФУНГИЦИДОВ**

В сельском хозяйстве некоторые плесневые грибы существенно снижают урожай. Грибы поражают запасы зерна, солому и сено. Мицелиальные грибы наносят вред не только продуктам питания и здоровью человека, но и несут опасность для строительных и отделочных материалов, развиваясь на поверхности, приводят к их физическому разрушению. В результате поражения микроорганизмами древесина и другие материалы на ее основе теряют нормальный цвет, механическую прочность и способность выдерживать нагрузку в конструкциях [1].

Для борьбы с мицелиальными грибами применяют различные препараты, которые предотвращают разрушение древесины. Разработка новых фунгицидных препаратов требует контроля их эффективности по отношению к мицелиальным грибам. Ввиду этого, целью нашего исследования стало создание коллекции дереворазрушающих грибов, пригодных для использования в качестве тест-организмов при оценке биоцидного потенциала новых препаратов [2]. При помощи создания данной коллекции в целях предотвращения физического разрушения древесины необходимо решить следующие ключевые задачи: 1) выделение из поврежденной древесины и характеристика мицелиальных грибов; 2) отбор мицелиальных грибов, характеризующихся высоким дереворазрушающим потенциалом; 3) оценка устойчивости штамма к действию фунгицидов в сравнении со стандартными тест-культурами.

Объектами исследования в работе стали мицелиальные грибы, выделенные с поверхности целлюлозосодержащих материалов (сирень, яблоня, липа, осина, обои, ель, сосна). Наибольшее разнообразие мицелиальных грибов присутствовало на образцах яблони и осины. Всего в ходе работы было выделено 23 штамма.

С помощью серии экспериментов был проведен отбор штаммов мицелиальных грибов, характеризующихся способностью разрушать целлюлозу. Сперва был произведен высеv выделенных штаммов на питательную среду с использованием КМЦ в качестве единственного источника энергии и углерода. Затем, отобранные в ходе первого эксперимента, образцы высевали на стерильную фильтровальную бумагу. В итоге определили штаммы, характеризующиеся наилучшим ростом на сырье, содержащем целлюлозу. Заключительным этапом стал эксперимент по накоплению биомассы на среде, содержащей в качестве единственного источника углерода и энергии КМЦ, по результатам которого были отобраны штаммы, обладающие наибольшим дереворазрушающим потенциалом (ЛБ31, О3, Н32).

С помощью диффузионного метода на основах антифунгальных препаратов было проведено сравнение устойчивости выделенного штамма (ЛБ31) и стандартных тест-культур (*Aspergillus niger* и *Penicillium* sp.) к действию фунгицидов. Проведенный анализ позволил отобрать среди семи образцов фунгицидов наиболее активные по отношению к стандартным тест-культурам и дереворазрушающим грибам (WF-2 и WF-3). Сравнение показало, что и штамм ЛБ31, и тест-культуры дали схожий конечный результат, из чего можно сделать вывод о возможности использования отобранного штамма в качестве тест-культуры для оценки эффективности фунгицидов.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Шаповалов И.В. Биоповреждение строительных материалов плесневыми грибами: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05. / И.В. Шаповалов; Белгород. гос. технол. ун-т. – Белгород, 2003. – 24 с.
2. Мазаник Н.В. Комплексная защита древесных материалов антисептиками синергического действия: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.21.05/ Н.В. Мазаник; БГТУ – Минск, 2010. – 28 с.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СОЛИГОРСКОГО РАЙОНА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Солигорский район занимает площадь 2 499 км<sup>2</sup>, а его население составляет 134 309 человек, включая городское население 116 793 человека.

На территории Солигорского района работает горнодобывающее предприятие ОАО «Беларуськалий». Интенсивная эксплуатация месторождений калийных солей создает ряд отрицательных экологических последствий: загрязнение атмосферы, гидросферы и земельных ресурсов.

За время эксплуатации Старобинского месторождения калийных солей на поверхности накопилось свыше 650 млн тонн отходов, в которых содержится большое количество легкорастворимых в воде солей. Эти солеотвалы и служат источниками загрязнения земельных ресурсов, водных угодий и атмосферы.

Засоление почв неравномерно по площади: наибольшее содержание солей характерно для пониженных участков. Слишком высокое содержание солей в почве отрицательно сказывается на урожайности сельскохозяйственных культур, выращиваемых в зонах воздействия калийных производств.

Загрязнение подземных вод в зонах воздействия калийных производств обусловлено прежде всего миграцией солей при инфильтрации высокоминерализованных рассолов из накопителей глинисто-солевых шламов.

Специфическими загрязнителями воздушной среды в зоне воздействия калийных производств являются калийная пыль и хлористых водород.

К проблемам Солигорского района также относятся угнетение растительности, заболачивание и подтопление территории в результате просадок.

Пути решения экологической проблем Солигорского района:

- очистка, переработка или утилизация отходов;
- совершенствование технологий горных работ: селективная выемка калийных солей с оставлением промежуточного слоя каменной соли и комбинированная система отработки, применение сухого обесшламливания руды;
- комплексное использование недр: сейчас на большинстве рудоуправлений разрабатываются только силвинитовые руды, на 1РУ начата разработка каменной соли, в перспективе разработка карнолитовых руд;
- использование отработанных горных выработок для хозяйственных целей;
- защита земель и населенных пунктов от подтоплений с помощью открытой осушительной сети или лучевого дренажа;
- создание растительного покрова на месте отработанных шламохранилищ и прилегающих земель [1].

Институт ОАО «Белгорхимпром» проводит большую работу по снижению негативного воздействия на окружающую среду: разработана схема районирования шахтных полей; предложена новая технология создания фильтрационного экрана в основании солеотвалов; опробована и внедрена технология совместного складирования галитовых и шламовых отходов; разработана и применяется технология регенерации отработанных шламохранилищ; проведена работа для производства новых удобрений из отходов, которые прошли испытания в сельском хозяйстве и дали положительные результаты [2].

### ЛИТЕРАТУРА

1. Певзнер М.Е. Горная экология. – М., 2003. – 395 с.
2. Шимова О.С. Проблемы оценки экологизации производства и потребления/ Белорусский экологический журнал. – №1 – 2005. – 116 с.

## ОПАСНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОСУДЫ ИЗ ТЕФЛОНА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

На сегодняшний день практически в каждом доме есть посуда с антипригарным покрытием. В связи с чем, важно определить воздействие тефлонового покрытия кухонной посуды на внешнюю среду и здоровье человека.

В апреле 1938 года, 27-летний учёный-химик компании Kinetic Chemicals Рой Планкетт, изобрел новый материал - Политетрафторэтилен, который сегодня весь мир знает как тефлон. Патент на тефлон был выдан в 1941 году компании Kinetic Chemicals, а в 1949 году она стала подразделением американской компании DuPont. Таким образом, уже в 1946 году на рынке появилась продукция Teflon [1].

Благодаря уникальным качествам тефлона таким как термостойкость, химическая стойкость, значительный срок службы и устойчивость к воде, компании удалось занять достойное место на рынке по производству кухонной продукции.. Более того, одним из значительных плюсов тефлонового покрытия стала возможность приготовления и разогрева еды без использования масла, что сыграло значительную роль в построении удачной маркетинговой линии в продвижении продукции компании.

В 1954 году сотрудники DuPont сделали предположение, что тефлон является небезопасным и, возможно, токсичным химическим веществом. Компания подтвердила его токсичность на животных в 1961 году, а затем на людях в 1982 году. К 1989 году у многих сотрудников DuPont был диагностирован рак и лейкемия [2].

Проведенные исследования свидетельствуют, что вода в регионе, где находится предприятие по производству тефлона, отравлена перфтороктановой кислотой. Данное химическое соединение имеет отрицательное свойство: накапливаться в организме человека, провоцируя сбои в работе различных органов, что влечёт к развитию онкологических заболеваний. Установлено, что, тефлоновое покрытие при нагреве свыше 360 градусов по Цельсию начинает распадаться на составляющие и выделять высокотоксичные соединения, нанося вред здоровью человека.

Выделения особенно вредны детям из-за того, что ПТФЭ (Политетрафторэтилен) способен передаваться от матери к ребёнку и это может провоцировать мутации лица. Данный факт подтверждается агентством защиты природы США. Компанией DuPont была выплачена денежная компенсация пострадавшим жителям и сотрудникам, были проведены мероприятия по внедрению на предприятиях специальных очистительных установок, сокращающих выбросы опасных химических элементов.

Таким образом, несмотря на принятые меры, продукция с антипригарным покрытием при неправильном использовании может нанести вред здоровью. Следует учитывать, что экологическая ситуация в регионе, где расположено предприятие по производству тефлона, также представляет опасность для окружающей среды, жизни и здоровья человека.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Тефлон от DuPont. «Дьявол, которого мы знаем» – Фонд Стратегической Культуры. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.fondsk.ru/news/2018/01/27/teflon-ot-dupont-djaval-kotorogo-my-znaem-45501.html>. Дата доступа: 13.11.2021 г.

2. Тефлоновая посуда. Тефлоновое покрытие. Вред тефлона. Мифы и правда о вреде тефлона. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://optolov.ru/the-walls-in-the-nursery/teflonovaya-posuda-teflonovoe-pokrytie-vred-teflona-mify-i-pravda-o.html>. Дата доступа: 13.11.2021 г.

### ОПАСНОСТЬ ЛИТИЕВЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

Одним из главных направлений в развитии существующих технологий выступает сфера автомобилестроения, где наблюдается постепенный переход от двигателей внутреннего сгорания к электрическим. Вследствие спроса на экологически чистые автомобили, не требующие использования горючих жидкостей для езды, увеличилось и производство АКБ для них. Как известно, энергоноситель такого авто — Li-Ion аккумулятор, не имеющий пока что аналогов по характеристикам энергоёмкости и циклам заряда-разряда. Но все качественные показатели литиевой батареи с лихвой перекрываются существенным минусом использования — проблемой утилизации отработавших свой срок энергоэлементов [1].

Вред от производства литиевых аккумуляторов для одного электрокара, в соответствии некоторым исследованиям, сопоставим с тем, что выбрасывает в атмосферу обычный автомобиль на двигателе внутреннего сгорания в течение нескольких лет. В электрокаре используется огромное количество аккумуляторов. В процессе езды электромобиль не выделяет вредных газов, в отличие от ДВС, однако эти газы выделяет электростанция, которая производит электроэнергию. Так как наибольшая доля вырабатываемой энергии приходится на электростанции, сжигающие топливо (уголь, газ), то вред экологии можно назвать ощутимым.

Производство в АКБ в первую очередь опасно для работников завода. В составе литиевых аккумуляторных батарей используется несколько токсичных материалов: кобальт, никель, бористый литий. Отравление данными токсинами может быть вызвано их чрезмерным накоплением в организме и привести к анемии или даже смерти. В частности никель входит в перечень промышленных ядов, и ему присвоен хоть и не первый, зато «почетный» второй класс опасности. Переизбыток никеля в организме может привести к воспалению кожных покровов, конъюнктивиту и сбоям в сердечно-сосудистой системе. Токсичность кобальта хорошо изучена, могут наблюдаться как острые, так и хронические отравления этим элементом и его соединениями.

Наибольшей проблемой является конец жизненного цикла аккумулятора, через несколько лет человечество столкнётся с огромными трудностями по утилизации исчерпавших ресурс аккумуляторов. При производстве литиевых аккумуляторных батарей используются вещества, которые нельзя зарывать в землю. Токсичные элементы негативно влияют на почву и попадают в грунтовые воды [2, 3].

Таким образом, аккумуляторы опасны не только для окружающей среды, но и для человека. Существует множество случаев самовозгорания аккумуляторов, которые могут привести к пожару. Чаще всего воспламенение связано с резким повышением температуры из-за замыкания электродов. Причиной тому может стать техническая недоработка или сложные внутренние процессы в ходе старения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Литиевые батареи угрожают экологической катастрофой. Правда о батареях в электромобилях. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.elec.ru/news/2019/11/20/litievye-batarei-ugrozhayut-ekologicheskoy-katastr.html>. Дата доступа: 13.11.2021 г.
2. Литий-ионные аккумуляторы и их вред. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://pikabu.ru/story/litiyionnyie\\_akkumulyatoryi\\_i\\_bolshoy\\_vred\\_ot\\_nikh\\_8354550](https://pikabu.ru/story/litiyionnyie_akkumulyatoryi_i_bolshoy_vred_ot_nikh_8354550). Дата доступа: 13.11.2021 г.
3. Вред литиевых аккумуляторов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://voltmarket.ua/vred-litievyykh-akkumulyatorov>. Дата доступа: 15.11.2021 г.



**МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА  
ОАО «БЕЛОРУССКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ЗАВОД»**

Белорусский металлургический завод предпринимает конкретные шаги по сокращению воздействия на окружающую среду и минимизации рисков глобального изменения климата. Эти шаги являются частью стратегии, призванной обеспечить динамичное развитие завода. Предприятие идет по пути широкомасштабной модернизации оборудования и технологий с учетом возрастающих экологических требований, что позволяет сократить количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и уменьшить объем отходов, производимых на предприятии. Реализация на практике государственной политики обеспечивается эффективной работой, включая систему менеджмента окружающей среды (СМОС). СМОС является частью общей системы управления предприятием, отвечающей за системный подход к охране окружающей среды во всех сферах производственной деятельности завода [1].

Долгосрочные стратегические цели завода в экологической и природоохранной деятельности охватывают следующие направления: минимизация воздействия завода на жизнедеятельность региона; минимизация воздействия завода на флору и фауну; рациональное использование природных и энергетических ресурсов; охрана воздушного и водного бассейна; обращение с отходами производства; обучение; повышение экологической культуры персонала и воспитание экологического сознания; разработка и внедрение в производство ресурсосберегающих, малоотходных, экологически безопасных технологий; осуществление мониторинга выбросов, сбросов вредных веществ и аттестация рабочих мест; соблюдение экологических норм и требований при разработке и производстве продукции, строительстве, реконструкции и расширении производственных объектов; готовность к аварийным ситуациям.

Наряду с имеющимися утвержденными среднесрочными программами на заводе ежегодно разрабатываются и согласовываются с соответствующими надзорными органами программы экологического контроля и планы мероприятий по охране окружающей среды, которые предусматривают осуществление регулярного экологического мониторинга и контроля.

Белорусский металлургический завод реализует проект «Комплексная реконструкция пылегазоулавливающей установки (ПГУ-3)», для завершения которого осуществлена остановка дуговой сталеплавильной печи №3 (ДСП-3).

В период остановки ДСП-3 будет проведена реконструкция существующей системы улавливания и очистки отходящих газов от дуговой сталеплавильной печи №3 со строительством новой пылегазоулавливающей установки. Будут установлены новые дополнительные рукавный фильтр и подкрышный зонт, а также система мониторинга выбросов вредных веществ в атмосферу. Всё это в комплексе позволит снизить объёмы выбросов от сталеплавильной печи №3 на 460,41 т/год.

В итоге, нынешняя модернизация ПГУ-3 позволит повысить экологичность производства. При этом, завод будет продолжать работать, используя две из трёх сталеплавильных печей. Основные работы по реконструкции будут производиться с октября 2021 по февраль 2022-го года [2].

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Белорусский металлургический завод (Управляющая компания холдинга «Белорусская металлургическая компания») [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://belsteel.com/about/ekologiya.php>. Дата доступа: 12.11.2021 г.

2. Белта. БМЗ завершает реконструкцию пылегазоулавливающей установки [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.belta.by/economics/view/bmz-zavershaet-rekonstruktsiju-pylegazoulavlivajuschej-ustanovki-462936-2021/>. Дата доступа: 12.11.2021 г.

**БИОЛОГО-СОЦИАЛЬНЫЕ ЧС. COVID-19 КАК ВЫЗОВ ЧЕЛОВЕЧЕСТВУ**

В наши дни внимание всего мира приковано к распространению коронавирусной инфекции. Она затронула все аспекты жизни человечества.

Целью данной научной работы является изучение влияния биолого-социальных ЧС (на примере COVID-19) на человеческую популяцию.

Эпидемии и пандемии сопровождали человечество на всём пути становления цивилизации. Первые упоминания о них относятся к V веку до нашей эры, когда в Афинах случилась эпидемия брюшного тифа [1]. За 25 столетий произошло огромное количество вспышек заболеваний. Они все отличались типом возбудителя, местом начала распространения, охватом территорий, скоростью распространения, но общей чертой оставалось большое наличие человеческих жертв.

Любая крупная эпидемия в той или иной мере меняла мир. Чума Антонинов привела к краху Западной Римской империи. Черная смерть сильно ослабила Золотую Орду, поспособствовала развитию медицины.

Бесспорно, и COVID-19 изменит мир на до и после. Со времён испанского гриппа не было настолько больших пандемий. Сам же COVID-19 по предположениям экспертов появился на рынке животных в Ухане в конце 2019 года. Благодаря высокой заразности и бессимптомному инкубационному периоду он попал в большинство стран за пару месяцев. В первый год самыми пострадавшими странами оказались Иран и Италия, в которых вводился режим чрезвычайного положения по причине высокой смертности и больших темпов распространения инфекции. К концу 2021 года бесспорным лидером по заболеваниям выступает США. Что касаето родины коронавируса – Китай одна из первых стран которая взяла вирус под контроль. За всю пандемию количество смертей оказалось в районе 5000.

Тем временем в Беларуси не вводили серьезный локдаун, обойдясь временными ограничениями на проведение массовых мероприятий.

В данный момент самым действенным профилактическим методом борьбы с коронавирусной инфекцией выступает вакцинация. Среди вакцин есть выбор по стране производителю и по их составу. Эффективность вакцин показывают многие исследования: гораздо повышается вероятность перенести COVID-19 в лёгкой форме, а уровень смертности привитых граждан ниже от 3 до 32 раз [2].

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Список эпидемий [Электронный ресурс] URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Список\\_эпидемий\\_и\\_пандемий](https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_эпидемий_и_пандемий) (Дата обращения: 08.11.2021).

2. Статистика смертности среди вакцинированных [Электронный ресурс] URL: <https://www.mk.ru/social/2021/11/02/uchenye-sravnili-smertnost-ot-koronavirusa-u-privitykh-i-nevakcinirovannykh.html> (Дата обращения: 08.11.2021).

**ПРИЧИНЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КРИЗИСА В ЕВРОПЕ**

В 2021 году исполнилось 35 лет аварии в Чернобыле и 10 лет аварии на АЭС «Фукусима-1». Споры о том стоит ли дальше развивать ядерную энергетику, не утихают. С одной стороны это один из основных источников низкоуглеродной энергии, а значит, реальный шанс остановить климатический кризис. С другой – нельзя списывать со счетов риск аварий на АЭС и проблему утилизации радиоактивных отходов.

После аварии в Чернобыле и на АЭС «Фукусима -1» многие страны ускорили выход из ядерной энергетики. Италия закрыла имевшиеся АЭС еще в 1987 году, через год после Чернобыля. Германия остановит атомных электростанций к концу 2022 года, а до 2030 года это сделают Бельгия, Испания, Швейцария. Страны - члены ЕС провели «стресс-тесты» на своих реакторах, а МАГАТЕ ужесточило международные стандарты безопасности.

В связи с этим, многие страны, как в Европе, так и во всем мире, перешли на возобновляемые источники энергии (ВИЭ). По прогнозам ученых ВИЭ, включая гидроэнергетику, ветровую и солнечную фотогальванику, вырастут на 8% в 2021 году и более чем на 6% в 2022 году, в то время как ядерная энергетика вырастет на 1% и 2% соответственно.

Таковы были прогнозы. Однако действительность преподнесла совершенно другие результаты. Доля ветровых электростанций по итогам первых семи месяцев в суммарной выработке электроэнергии в Германии снизилась с 27,8% до 21,3%, а доля солнечных – с 10,9% до 10,5%. Схожие сдвиги произошли во всех 27 странах ЕС, где ставка в выработке электроэнергии была сделана на отказ от атомной энергетики и переход на ВИЭ [1].

На выработке электричества из ВИЭ негативно отразились погодные условия. К примеру, минувшей весной, по данным Немецкой метеослужбы, продолжительность солнечных дней в Германии была на 4% меньше, чем в среднем за период 1991–2020 гг. Одновременно средняя температура в этот период оказалась ниже сразу на 1,7 градуса, что потребовало дополнительных источников энергии.

К большой беде европейцев в дефиците источников энергии привело несколько факторов.

1. Упор на альтернативные источники энергии привел к тому, что использование угля и природного газа в качестве источников производства электроэнергии стало экономически малопривлекательным, что привело к массовым закрытиям шахт и предприятий.

2. Падение объемов электроэнергии, получаемой от возобновляемых источников. В частности, Германия не досчиталась 21% электроэнергии, получаемой от ветряной энергетики в этом году.

3. Согласованный проект ликвидации и закрытия в следующем году атомных электростанций в Германии тоже вносит свою лепту.

4. Уменьшение транспортировочных объемов газа из России.

На фоне таких факторов становится очевидным, что резкий переход на «зеленую» энергетику является ошибочным.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Энергетический кризис Европы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://econs.online/articles/opinions/energeticheskiy-krizis-evropy/>– Дата обращения: 10.11.2021.

**РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОХРАНЕ ТРУДА В ОКРАСОЧНОМ ЦЕХУ  
ОАО «МИНСКИЙ ЗАВОД ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ №407»**

По проведенным исследованиям, к основным опасным производственным факторам в окрасочном цеху относят: работа на высоте, воздействие электрического тока, движущиеся машины и механизмы, шум, вибрация, пожароопасность, использование токсичных веществ.

По результатам оценки, на предприятии 95% от всех случаев заболеваемости рабочих приходится на вредное воздействие смывок и растворителей. Профессиональные заболевания маляров характеризуются поражением следующих систем и органов:

- центральной нервной системы (астеноневротический синдром, токсическая энцефалопатия, полиневропатия);
- дыхательных путей (острые и хронические токсические риниты, фарингиты, бронхиты, пневмонии, острый токсический отек легких);
- печени (острый и хронический токсический гепатит);
- крови и кроветворения (гемолитические анемии, гипохромные анемии, лейкоз);
- кожи и подкожной клетчатки (контактный дерматит, экзема, эпидермит, экзема).

В цеху находится опасный для здоровья человека комплекс химических веществ, входящих в состав растворителей и лакокрасочных составов – уайт-спирит, фенол, ксилол, толуол, аммиак, формальдегид, хромовый ангидрид, свинец и его соединения [1].

В ходе исследования работы окрасочного цеха, были выявлены наиболее вредные производственные факторы: токсичные смывки – АРА-А (класс опасности 3, пары проникают через неповрежденную кожу и органы дыхания, поражая нервную систему и печень), APS-M (класс опасности 2, вызывает химические ожоги), APS-E (класс опасности 5, возможны головные боли, тошнота – проходит при отсутствии контакта); испарение растворителей из эмалей и лаков в результате окрашивания пневматическим распылением – нефрас С2-80-120 (класс опасности 4, легко воспламеняющаяся жидкость), растворитель №645 (класс опасности веществ, входящих в состав растворителя 3-4, легко воспламеняющаяся жидкость), сольвент С28/15 (класс опасности 3-4) [2].

Так как снизить токсичность смывок и растворителей на данном этапе не предоставляется возможным, поэтому нами предлагается провести замену СИЗ на более современные и эффективные. Для защиты дыхательных путей рекомендуем использовать респираторы со сменными угольными фильтрами, такие как маска панорамная ППМ-88, полумаска изолирующая УНИКС (UNIX), респиратор 3М™ 9332 + Aura™, система в которых отрегулирована таким образом, чтобы человек при вдыхании получал необходимый объем свежего воздуха, и выпускал его через клапан наружу [3].

В результате проведенных исследований, также нами предлагается такое коллективное средство защиты от воздействия вредных веществ при проведении окрасочных работ как устройство механической приточно-вытяжной вентиляции в местах образования и распространения красочного аэрозоля (Electrolux EPVS-1100, Mitsubishi Electric Lossnay VL-50SR2-E, Shuft UniMAX-P 1500SW-A).

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Артамонова В.Г. Профессиональные болезни: учебник, 2-е изд. / В.Г. Артамонова, Н.А. Мухин. – Москва: «Медицина», 1988. – 416 с.
2. Инструкция для рабочих по общим вопросам охраны труда ОТ-83-02-2019: «Минский завод гражданской авиации №407». – 10 с.
3. Особенности подбора спецодежды для выполнения малярных работ [Электронный ресурс] / Спецодежда для маляров – требования, виды, СИЗ – Nitex. – Режим доступа: <https://nitex-r52.ru/bez-rubriki/osobennosti-podbora-specodezhdy-dlya-vypolneniya-malyarnyx-rabot/>. – Дата доступа 24.10.2021.

**SYNERGISTIC EFFECT ON YEAST OF A MIXTURE OF MICROBIAL  
SURFACTANTS AND ANTIFUNGAL DRUGS**

**Introduction.** The number of publications devoted to the study of *Candida* genus representatives causative agents of nosocomial infectious diseases is increasing every year. Compared to antibacterial agents, the number of antifungal agents is much smaller, and most clinical isolates of the genus *Candida* (in particular *C. albicans*, *C. tropicalis* and *C. glabrata*) are resistant to azoles, which are currently the most common to fungal infections treated. One of the approaches to increasing the efficiency of using antifungal compounds is their combination with natural substances that can be microbial surfactants. But under different cultivation conditions, the biological activity of microbial surfactants can change. Previously was shown the possibility to regulate the biological activity of *Acinetobacter calcoaceticus* IMV B-7241 surfactants by cultivating the IMV B-7241 strain in a medium with an increased concentration of calcium and magnesium cations - activators of NADP<sup>+</sup>-dependent glutamate dehydrogenase, and a key enzyme in the biosynthesis of lipopeptides (main antimicrobial agents) and potassium and sodium cations. These monovalent cations in high concentrations inhibit NADP<sup>+</sup>-dependent glutamate dehydrogenase, which ultimately leads to a low antimicrobial and antifungal activity of the synthesized surfactants. It was suggested that it is possible to enhance the antifungal activity of surfactants synthesized by IMV B-7241 in the presence of potassium and sodium cations in a mixture with antifungal agents.

**Materials and methods.** Strain *A. calcoaceticus* IMV B-7241 was grown in a liquid mineral medium (g/l): (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO – 0,35, NaCl – 1,0, Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>·12H<sub>2</sub>O – 0,6, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> – 0,14, MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O – 0,1, yeast autolysate – 0,5 % (v/v), trace elements a solution – 0.1%, (v/v) (base medium). Cultivation of strain IMV B-7241 was also carried out in a basic medium that did not contain NaCl (medium 1), in which the concentration of NaCl was 2.0 g/l (medium 2), in which 1.0 g/l KCl was additionally added (medium 3). Spent after frying potatoes sunflower oil 2% (v/v) was used of carbon source. The amount of synthesized surfactants (g/l) was determined by weighting method after extraction from a supernatant of culture fluid with a modified Folch mixture. Antimicrobial properties of the surfactants and antifungal drugs were determined by index of the minimum inhibitory concentration (MIC). To assess the synergistic effect of a mixture of surfactants with antifungal drugs, the fractional inhibitory concentration (FIC) index was used.

**Results.** It was found that the surfactants synthesized by IMV B-7241 on base medium proved to be effective antifungal agents, the MIC value against *Candida albicans* D-6, *Candida tropicalis* PE -2 and *Candida utilis* BMS-65 was 22.5-45 µg/ml, and were lower than the MIC of surfactants obtained on modified media 1-3. Nevertheless, regardless of *A. calcoaceticus* IMV B-7241 cultivation conditions of and the MIC values, all synthesized surfactants in a mixture with clotrimazole reduced the minimum inhibitory concentrations of this drug against test cultures in 4-32 times. At the same time, the FIC value did not exceed 0.5, which indicates synergy between compounds. Surfactants synthesized by IMV B-7241 in various cultivation conditions also showed synergistic antifungal activity in a mixture with fluconazole. Thus, in a mixture with surfactants, the MIC values of fluconazole in against *C. albicans* D-6, *C. tropicalis* PE-2, and *C. utilis* BMS-65 were reduced from 35.5 µg/ml to 1.1-9.3 µg/ml. Despite the high FIC values of the mixture of surfactants synthesized on medium 3 with fluconazole (FIC 0.51-0.76), the MIC of the latter were reduced by almost 4 times (from 35.5 to 9.3 µg/ml).

**Conclusions.** The possibility to using a mixture of *A. calcoaceticus* IMV B-7241 surfactants and antifungal drugs to reduce the MIC of the latter against *Candida* genus representatives was showed.

**REGULATION OF BIOLOGICAL PROPERTIES OF *NOCARDIA VACCINII* IMV  
B-7405 SURFACTANTS**

Microbial surface active substances (SAS, surfactants) due to a complex of physicochemical (ability to emulsify, decrease surface and interfacial tension) and biological (antimicrobial and antiadhesive activity, ability to biofilms destruction) properties are multifunctional preparations, promising for use in various industries and environmental technologies [1]. However, a significant disadvantage of these microbial synthesis products is the dependence of their properties of producers growing conditions, since surfactants are secondary metabolites and synthesized as a complex of similar compounds, the composition and ratio of which can change under different cultivation conditions. According to the literature, the main approaches to the regulation of biological activity of microbial surfactants are their post-fermentation chemical modification, as well as the improvement of producer strains by methods of metabolic and genetic engineering [2].

The detection of potential activators and/or inhibitors of key enzymes of the components microbial surfactant complex biosynthesis, responsible for certain properties, followed by appropriate modification of the nutrient medium composition allows to regulate the composition of the complex and, consequently, the properties of target product. Thus, it was found that the key enzyme of biosynthesis of *Nocardia vaccinii* IMV B-7405 surface-active aminolipids - responsible for antimicrobial activity of surfactants is NADP<sup>+</sup>-dependent glutamate dehydrogenase, the activators of which are cations of calcium, sodium and potassium. The increase of IMV B-7405 strain culture medium concentration of calcium chloride from 0.1 to 0.4 g/l or application additional of 0.5-1.0 g/l of sodium chloride, potassium chloride or there mixture was accompanied by an increase in NADP<sup>+</sup>-dependent glutamate dehydrogenase activity by 1.5-3 times, as well as enhancing the antimicrobial and antiadhesive activity of the synthesized surfactants, the minimum inhibitory concentrations (MIC) of which against to bacterial (*Bacillus subtilis* BT-2, *Escherichia coli* IEM-1, *Staphylococcus aureus* BMS-1) and yeast (*Candida tropicalis* PE-2, *Candida albicans* D-6 *Candida utilis* BVS-65) test cultures were 1.8–125 times lower, and the adhesion of test cultures on abiotic surfaces treated with such surfactants, 1.1–1,6 times lower compared to the established for surfactants obtained on the basis medium without additional introduction of cations.

The possibility of surfactants regulating the biological activity as a result of co-cultivation of *N. vaccinii* IMV B-7405 with competing bacteria and yeast has been established. Thus, the introduction into *N. vaccinii* IMV B-7405 culture medium of both live and inactivated *E. coli* IEM-1 or *B. subtilis* BT-2 cells or yeast of the genus *Candida* was accompanied by the synthesis of surfactants with increased antimicrobial activity: MIC against bacterial and yeast test cultures were 2-128 times lower than MIC surfactants synthesized on medium without inducers. The adhesion of test cultures to abiotic surfaces treated with surfactants synthesized in the presence of yeast was 2-2.1 times lower, and the degree of destruction of biofilms was 2 times higher than in the case of surfactants obtained on medium without inducers.

The obtained results testify to the possibility of regulating the biological activity of *N. vaccinii* IMV B-7405 surfactants and can become the basis for the development of technology for obtaining surfactants depending on the field of their practical use.

**REFERENCE**

1. Santos D.K. Biosurfactants: multifunctional biomolecules of the 21st century / D.K. Santos, R.D. Rufino, J.M. Luna, V.A. Santos, L.A. Sarubbo // Int J Mol Sci. – 2016. – Vol. 17, № 3. – doi: 10.3390/ijms17030401.
2. Aleksic I. Anti-biofilm properties of bacterial di-rhamnolipids and their semi-synthetic amide derivatives / I. Aleksic, M. Petkovic, Jovanovic, M., Milivojevic, D., Vasiljevic, B., Nikodinovic-Runic, J., et al. // Front. Microbiol. – 2017. Vol. 8. – doi: 10.3389/fmicb.2017.02454.

## **МИГРАЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ПРИ ДЕЗИНФЕКЦИИ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ВОДНЫМ ОЗОНОМ**

Питьевая вода, доставляемая потребителям, должна соответствовать требованиям специализированных санитарных правил и норм. Для этого необходимо обеспечение надлежащего качества в распределительных пунктах.

Трубопроводы и сооружения хозяйственно-питьевого водоснабжения подлежат периодической дезинфекции с последующей промывкой до получения удовлетворительных контрольных физико-химических и бактериологических анализов воды. В настоящее время, для этих целей используются хлорсодержащие дезинфицирующие агенты (жидкий хлор; гипохлориты кальция и натрия; хлорамин; диоксид хлора). Однако, хлорсодержащие среды могут оказывать сильное коррозионное воздействие на металлоконструкции. В результате коррозии на поверхности металла могут образовываться трещины, питтинги и т.д. [1]. Это приводит к разрушению материала, миграции из него тяжелых металлов, что, в последствии, может привести к накоплению микроорганизмов в образованных порах и трещинах.

Для снижения коррозионного воздействия, применяемых хлорсодержащих дезинфицирующих средств необходим поиск новых реагентов, и разработка новых подходов к дезинфекции. В качестве альтернативы хлорсодержащим реагентам можно предложить использовать озон, как один из сильнейших дезинфицирующих средств [2].

Для изготовления емкостей, резервуаров, трубопроводов систем водоснабжения и водоотведения часто используются нержавеющие стали. Для улучшения физико-механических, коррозионных свойств нержавеющие стали легируют Ni, Cr, Mo и т.д. [3]. Известно, что ионы никеля и хрома обладают сильными аллергенными свойствами по отношению к организму человека. В результате коррозии сплава под воздействием дезинфицирующих веществ ионы никеля и хрома могут высвободиться и попадать в воду, что является потенциальной угрозой здоровью человека.

Цель работы – изучение миграции тяжелых металлов из нержавеющей стали в воду в результате воздействия водного озона.

В результате исследований было установлено, что водный раствор озона не приводит к образованию, на поверхности нержавеющей стали, видимых очагов коррозии. Содержание тяжелых металлов в исходной воде (до дезинфекции) и после обработки водным раствором озона, не превышало предела обнаружения атомно-эмиссионного спектрометра.

Таким образом, для дезинфекции систем водоснабжения, с точки зрения воздействия на окружающую среду и здоровье человека, использование водных растворов озона более предпочтительно.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Поспелов А.В. Коррозия нержавеющих сталей в хлорсодержащих дезинфицирующих растворах / А.В. Поспелов [и др.]. // Вестник БрГТУ. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2021. – № 2 (125). – С. 63-65.
2. Romanovski V. Comparison of different surface disinfection treatments of drinking water facilities from a corrosion and environmental perspective / V. Romanovski, P.M. Claesson, Y.S. Hedberg // Environmental Science and Pollution Research. – 2020. – Vol. 27(11). – P. 12704–12716.
3. Romanovski V. Inappropriate Cleaning Treatments of Stainless Steel AISI 316L Caused a Corrosion Failure of a Liquid Transporter Truck / V. Romanovski, V. Frantskevich, V. Kazlouski, A. Kasach, A. Paspelau, Y. Hedberg, E. Romanovskaia // Engineering Failure Analysis. – 2020. – Vol. 117, article id 104938. – P. 1–9.

## РЕГУЛЯЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ВНЕСЕНИИ АКТИВАТОРОВ НАДФ<sup>+</sup>-ЗАВИСИМОЙ ГЛУТАМАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ В СРЕДУ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ПРОДУЦЕНТА

Целью работы было исследование биологической активности поверхностно-активных веществ (ПАВ) *Acinetobacter calcoaceticus* ИМВ В-7241, синтезированных в среде с глицерином различной степени очистки и повышенным содержанием катионов кальция (активаторов НАДФ<sup>+</sup>-зависимой глутаматдегидрогеназы – ключевого фермента биосинтеза аминолипидов, которые отвечают за антимикробную активность комплекса ПАВ).

Культивирование *A. calcoaceticus* ИМВ В-7241 осуществляли в жидких минеральных средах с использованием в качестве субстратов очищенного глицерина и отходов производства биодизеля в эквимольной концентрации по углероду. Базовая среда не содержала хлорида кальция, содержание CaCl<sub>2</sub> в модифицированных средах составляло 0,1 и 0,2 г/л. ПАВ экстрагировали из супернатанта культуральной жидкости модифицированной смесью Фолча (хлороформ – метанол – 1 н. HCl = 4:3:2). Количество адгезированных клеток и степень разрушения биопленки определяли спектрофотометрически, антимикробную активность ПАВ – по показателю минимальной ингибирующей концентрации (МИК) [1].

Установлено, что дополнительное внесение 0,1-0,2 г/л хлорида кальция в среду культивирования штамма ИМВ В-7241 с очищенным глицерином сопровождалось синтезом поверхностно-активных веществ, минимальные ингибирующие концентрации в отношении бактерий (*Bacillus subtilis* БТ-2, *Enterobacter cloacae* С-8, *Staphylococcus aureus* БМС-1) и дрожжей (*Candida albicans* Д-6) составляли 1,01-21,3 мкг/мл и были в 1,4-29 раз ниже, по сравнению с МИК ПАВ, полученных в базовой среде (1,83-58,8 мкг/мл). Адгезия тест-культур на абиотических материалах (кафель, сталь, стекло), обработанных такими ПАВ, была на 8-13 % ниже, а степень разрушения биопленок на 5-19 % выше по сравнению с показателями, установленными для ПАВ, синтезированных в базовой среде.

Повышение антимикробной и антиадгезивной активности поверхностно-активных веществ, синтезированных на отходах производства биодизеля, наблюдалось только при внесении в среду CaCl<sub>2</sub> в концентрации 0,2 г/л. ПАВ, синтезированные в среде с отходами производства биодизеля в присутствии катионов кальция, оказались более эффективными деструкторами бактериальных биопленок по сравнению с полученными в базовой среде ПАВ только при невысоких концентрациях (0,7-5,5 мкг/мл).

Полученные результаты свидетельствуют о возможности регуляции биологической активности ПАВ *A. calcoaceticus* ИМВ В-7241 изменением в составе среды культивирования с очищенным глицерином и отходами производства биодизеля содержания катионов кальция – активаторов НАДФ<sup>+</sup>-зависимой глутаматдегидрогеназы.

Таким образом, ПАВ, синтезированные в различных условиях культивирования *A. calcoaceticus* ИМВ В-7241 на очищенном глицерине и отходах производства биодизеля, являются более эффективными деструкторами биопленок и антимикробными и антиадгезивными агентами по сравнению с описанными в литературе рамнолипидами и липопептидами, полученными на глицерине [2].

### ЛИТЕРАТУРА

1. Pirog T.P. Antimicrobial and anti-adhesive activity of surfactants synthesized by *Acinetobacter calcoaceticus* IMV В-7241 on technical glycerol / T.P Pirog., D.A. Lutsai, T.A.Shevchuk, G.O.Iutynska, I.V. Elperin // Mikrobiologichny Zhurnal. – 2018. – Vol.80, N 2. – P. 14–27.
2. Sharma P. Microbial biosurfactants – an ecofriendly boon to industries for green revolution / P. Sharma, N. Sharma // Recent Patents on Biotechnology. – 2021. – Vol. 14, N 3. – P. 169–183.



**ПРИБОРНЫЙ КОНТРОЛЬ СОЛЕВОГО СОСТАВА ПРИРОДНЫХ ВОД**

Состояние водных ресурсов является определяющим компонентом для сохранения окружающей природной среды. На их качество оказывают влияние загрязнения, вызванные действием факторов антропогенного и техногенного характера, в существенной степени влияющих на режим и качество вод, поэтому проведение систематического химического мониторинга гидросферы является актуальным направлением экологических исследований.

На современном этапе основной составляющей системы химического мониторинга являются традиционные химические методы анализа. Используемые в лабораторной практике стандартизированные методики определения содержания катионов и анионов в водах обладают рядом существенных недостатков. Основным из них является необходимость проведения отдельных опытов для определения содержания каждого анализируемого иона, и, как следствие, для комплексного качественного и количественного анализа природных вод требуется большое количество разнообразных реактивов и аппаратуры [1]. В настоящее время для анализа ионного состава используется экспрессный метод, лишенный указанных недостатков: метод капиллярного электрофореза (МКЭФ). Основным преимуществом МКЭФ перед традиционными методиками является возможность одновременного определения количественного содержания всех неорганических компонент пробы с минимальными затратами времени и реактивов и без потери точности.

Исследование проводилось с целью выявления региональных особенностей распределения компонентов и установления причин и факторов, обуславливающих развитие загрязнения.

Таблица – Содержание макрокомпонентов в природных водах Республики Беларусь, мг/дм<sup>3</sup>

Регион/источник	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
ПДК, мг/дм <sup>3</sup>	0,5	20	200	350	0,08	500	45
Брестская область Озеро Селец	1,18	3,48	66,77	6,37	4,87	21,4	8,018
Витебская область Река Оршица	1,77	0,25	12,41	10,55	26,71	0,24	1,15
Гомельская область Река Сож	15,15	0,26	15,33	12,69	25,1	77,44	25,24
Гродненская область Корел. р. озеро Рута	2,02	5,94	10,38	23,1	42,31	8,0	2,6
Минская область Копыльс.р. Река Случь	10,61	-	7,4	25,51	36,77	29,54	7,75
Могилевская область Озеро Чигиринское	51,2	-	63,02	49,95	29,06	113,4	13,8
Минск, Комсомольское озеро	11,8	3,96	14,6	21,2	20,3	20,99	0,44
Минск, река Свислочь	2,41	-	10,14	12,7	1,05	25,43	11,32

Установлено, что природные воды Гомельской, Могилевской и Минской областей значительно загрязнены соединениями азота. Город Минск выступает самым мощным локальным источником химического загрязнения. Присутствие в природных водах SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-ионов, катионов K<sup>+</sup> и Na<sup>+</sup> наблюдается в основном в сельской местности, и характеризуют комплексный характер сельскохозяйственного загрязнения. Полученные в ходе мониторинга данные о солевом составе природных вод позволяет оценить степень техногенного воздействия и, в случае необходимости, провести коррекцию данного влияния.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Ясовеев М.Г. Водные ресурсы Республики Беларусь / М.Г. Ясовеев, О.В. Шершнев, И.И. Кирвель. – Минск, 2005.-83-100,177–186 с.

**ВЛИЯНИЕ ПЛАСТИКА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ СЕЯНЦЕВ ЕЛИ**

В данной работе приводятся материалы и результаты исследований о влиянии полимерных материалов, из которых сделаны контейнеры для рассады, на рост и развитие сеянцев ели голубой.

Гипотеза: химический состав полимера оказывает влияние на развитие сеянцев ели.

Изучение и анализ литературы показали, что полипропилен и поливинилхлорид широко применяются для производства контейнеров для рассады. Многие хозяйства, в том числе и лесные, используют пластиковые контейнеры для выращивания рассады [1]. Также в литературе имеются данные о вредном влиянии хлорсодержащих пластиков на посадочный материал хвойных пород [2].

Для исследования использовались контейнеры из полипропилена и поливинилхлорида одинакового объёма и диаметра. В сентябре 2019 года предварительно было отобрано и высажено в индивидуальные контейнеры 60 полугодовалых одинаково развитых сеянцев ели голубой, по 30 штук в ёмкости из разных материалов. Грунт для пересадки использовался из-под материнского дерева, с которого были собраны семена. В течение года за сеянцами осуществлялся уход в виде полива и притенения в жаркий период.

В сентябре 2020 года проведён сравнительный анализ роста и развития сеянцев ели голубой. К вышеуказанному периоду сохранили жизнеспособность 26 растений в контейнерах из полипропилена и 24 растения в контейнерах из поливинилхлорида.

Рост сеянцев оценивался методом измерения высоты каждого экземпляра и нахождения среднего показателя для всей выборки в каждом виде контейнеров. В контейнерах из полипропилена средний рост составил 5,5 см, а из поливинилхлорида – 4,1 см. Для оценки развития было использовано два критерия: цвет хвои и наличие боковых побегов первого порядка. На некоторых экземплярах, растущих в контейнерах из поливинилхлорида, кончики хвои имеют светло-коричневый оттенок (11 шт.), а у отдельных сеянцев светло-коричневыми являются верхушки растений (3 шт.). Почти на всех елях в контейнерах из полипропилена хвоя насыщенного голубовато-зелёного цвета.

Ни одно из растений в контейнерах из поливинилхлорида за период исследования не дало боковых побегов первого порядка. А из 26 растений в контейнерах из полипропилена боковой прирост отмечен у 4 экземпляров.

В целом при визуальном сравнении двух выборок на момент оценки состояния сеянцев даже без точных количественных и качественных измерений заметно угнетённое состояние молодых растений в ёмкостях из поливинилхлорида.

По результатам оценки роста и развития сеянцев ели голубой можно сделать следующие выводы:

- рост сеянцев ели голубой в полипропиленовых контейнерах происходит интенсивнее, чем в контейнерах из поливинилхлорида;
- использование контейнеров из поливинилхлорида снижает качество развития сеянцев ели голубой по сравнению с посадочным материалом, выращенным в полипропиленовых ёмкостях.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Уайт Дж. Полиэтилен, полипропилен и другие полиолефины /Дж. Уайт, Д. Чойд // М.: Профессия – 2006. – С.86
2. Редько Г.И. Биоэкологические основы выращивания сеянцев сосны и ели в питомниках / Г.И. Редько, Д.В. Огиевский и др. // М.: Лесная промышленность – 1983. – С. 64.

**ИЗУЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМОВ  
(НА ПРИМЕРЕ ПРЭСНОВОДНЫХ ЛЕГОЧНЫХ МОЛЛЮСКОВ)**

Состояние пресноводных экосистем обычно оценивается по многим компонентам макрозообентоса, в том числе и моллюскам. Высокая плотность популяций, особенности образа жизни (относительно низкая подвижность, питание преимущественно клеточным детритом и перифитоном) и простота сбора особей позволяют использовать брюхоногих моллюсков в практике как пассивного, так и активного биомониторинга. Легочные пресноводные моллюски *Lymnaea stagnalis*, *Planorbarius corneus* с разными переносчиками кислорода (медь-содержащий гемоцианин и железо-содержащий гемоглобин) представляют собой тест-организмы для фармакодинамических и биоэкологических исследований путем изучения химических компонентов среды обитания, а также структурно-молекулярных показателей использования энергии гладкими мышцами при локомоции и образовании энергии при катаболизме полимерных молекул в печени под влиянием химических факторов среды обитания и вводимых биорегуляторов. Наиболее часто эти животные используются для экологического тестирования загрязнений природных и искусственных водоемов, действия различных физических (температура, ионизирующее излучение, ультрафиолетовое излучение и др.), химических (соли тяжелых металлов, нитраты) и биологических (бактериальные инфекции, паразитирование личинок трематод) факторов [1].

Несмотря на то, что брюхоногие моллюски используются как тест-объекты для исследований достаточно давно, многие аспекты воздействия тяжёлых металлов на пресноводных моллюсков изучены недостаточно. Проведение лабораторных исследований с применением взрослых особей прудовика имеет не только фундаментальную, но и практическую значимость, так как большой прудовик относится к объектам мониторинга поверхностных вод Республики Беларусь. Применение большого прудовика и роговой катушки в практике биотестирования оправдано не только благодаря методической простоте, но и экономической выгоде [2].

Была проведена сравнительная оценка влияния различных концентраций сульфата меди и сульфата железа на биохимические показатели легочных пресноводных моллюсков, отличающихся по механизмам транспорта кислорода – гемоглобин у большого прудовика и гемоцианин у катушки роговой. Установлено, что ионы меди дозозависимо увеличивают содержание мочевой кислоты у обоих представителей легочных моллюсков. Ионы меди и железа вызывают увеличение содержания глюкозы во всем диапазоне исследуемых концентраций у *L. stagnalis*, *P. corneus*. Воздействие сульфата меди в концентрации 0,1 мг/л и 1 мг/л характеризуется увеличением сухого остатка гемолимфы моллюсков, при высокой концентрации сульфата меди (1 мг/л) процентное содержание сухого остатка гемолимфы катушки роговой увеличивается, а большого прудовика уменьшается. Ионы меди в концентрации 1 мг/л, а также ионы железа в концентрации 0,3 и 5 мг/л увеличивают содержания мочевины в гемолимфе *P. corneus*. Ионы меди дозозависимо вызывают снижение концентрации общего белка в гемолимфе большого прудовика во всем диапазоне исследуемых концентраций.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Константинов В.М. Охрана природы / В.М. Константинов. – Москва, 2003. – С. 240–248.
2. Шевцова С.Н. Влияние сульфата меди на рост, выживаемость и уровень экспрессии металлотионеинов у пресноводного моллюска *Lymnaea stagnalis* / С.Н. Шевцова, А.С. Бабенко, С.Е. Дромашко // Труды БГУ. – 2011. – Т. 6, Ч.1. – С. 152–162.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ РЕТИНОЛА И КАРОТИНА В КОСМЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВАХ

Известно, что ретинол быстро разрушается при доступе теплоты, света и кислорода воздуха. Система сопряженных двойных связей в углеродной цепи молекулы ретинола обуславливает способность его к различным химическим превращениям – гидрированию, окислению [2].

Введенный в косметику в чистом виде, ретинол полностью окисляется в течение месяца, утрачивая все свои ценные свойства. Вместо омолаживающего действия может вызвать нежелательные местные реакции на коже.

Чтобы предотвратить окисление ретинола необходимо соблюдать некоторые правила. Любые косметические средства с витамином А необходимо защищать от действия света, т.е. хранить в емкости из непрозрачного стекла и в темном прохладном месте.

Рекомендуется сочетать ретинол в косметике со следующими витаминами: Е (он защищает ретинол от разрушения); группы В, С, D, а также с солнцезащитными средствами (содержащими оксид цинка) и с коэнзимом Q10 [1].

Экспериментально проконтролировали заявленное присутствие ретинола в различных косметических кремах: «Крем с растительными керамидами, MIRIELLE»; «Крем фитолиния, EVELINE COSMETICS»; «Крем для рук и ногтей, Зеленая аптека»; «Крем Bioclinic Lifting Super Rich Repair Night Sachet».

После проявления хроматограмм раствором йода было обнаружено только одно пятно, коричневого цвета, соответствующее стандартному раствору ретинола.

В связи с тем, что на хроматограммах отсутствовали пятна компонентов исследуемых образцов кремов, было решено проверить надежность методики. Для этого был приготовлен модельный образец крема, содержащий добавку ретинола.

После хроматографирования спиртового экстракта крема «Крем-лифтинг с растительными керамидами MIRIELLE» и проявления раствором хлорида сурьмы (III), было обнаружено пятно синего цвета, находящееся на одном уровне с пятном стандарта – ретинола.

После хроматографирования спиртового экстракта крема «Крем-лифтинг с растительными керамидами MIRIELLE» и проявления раствором йода, было обнаружено пятно коричневого цвета, находящееся на одном уровне с пятном стандарта – ретинола.

Отсутствие пятен на хроматограммах спиртовых экстрактов кремов: «Крем с растительными керамидами MIRIELLE»; «Крем фитолиния EVELINE COSMETICS»; «Крем для рук и ногтей Зеленая аптека»; «Крем Bioclinic Lifting Super Rich Repair Night Sachet», свидетельствует о том, что в исследуемых образцах этих кремов отсутствует ретинол.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Лабутина Л.В. Профессиональные советы косметолога / Л.В. Лабутина. – М.: Высшая школа, 2005. – 75 с.
2. Папий Н.А. Медицинская косметика. Практическое пособие для врачей / Н.А. Папий. – М., «Беларусь», 1999. – 89 с.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ МЕЗОФИЛЬНЫХ БАКТЕРИЙ В ПИЩЕВЫХ ИНГРЕДИЕНТАХ

Общая бактериальная обсемененность или количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) – критерий, который позволяет выявить все группы микроорганизмов, растущие на определенных средах. Данный показатель характеризует общее содержание микроорганизмов в продукте и применяется повсеместно для оценки качества продуктов.

Цель данной работы – провести сравнительный анализ двух методов определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в пищевых продуктах. В качестве объектов исследования были выбраны крахмал картофельный и перец черный горошком. Крахмал (формула –  $(C_6H_{10}O_5)_n$ ), белое гранулированное органическое вещество, вырабатываемое всеми зелеными растениями, представляет собой безвкусный порошок, нерастворимый в холодной воде, спирте и большинстве других растворителей. Применяется для изготовления разных пищевых продуктов. Перец черный горошком – одна из самых распространенных в мире специй, которая получается путем высушивания плодов многолетнего вьющегося кустарника, принадлежащего к семейству перечных. Специя нередко используется в народной медицине для лечения множества недугов, а также широко применяется в кулинарии многих народов мира. В ходе данной работы были выбраны два метода определения КМАФАнМ по ГОСТ 10444.15: посев в агаризованные питательные среды и метод наиболее вероятного числа (НВЧ) (таблица 1).

Таблица 1 – Условия проведения эксперимента

Параметры и условия эксперимента	Объекты исследований	
	Перец черный горошком	Крахмал картофельный
Масса навески, г	10	10
Раствор для приготовления разведения	Физраствор	
Разведения	$10^{-2}$ ; $10^{-3}$ ; $10^{-4}$	$10^{-1}$ ; $10^{-2}$ ; $10^{-3}$
Питательные среды	Питательный агар (ПА), питательный бульон (ПБ)	
Условия термостатирования	30 °С, 72 ч	

Результаты исследований представлены в таблице 2 и свидетельствовали о следующем. Значения численности мезофильных бактерий, полученные двумя методами, сопоставимы и указывают на то, что выбор того или иного метода будет зависеть от поставленной перед испытателем задачи и особенностей исследуемого продукта. Например, на чашках Петри со смывами с перца черного горошком нами был отмечен «ползучий» рост колоний некоторых микроорганизмов. Для предотвращения этого следует применять специальные приемы или использовать метод НВЧ, если не требуется дальнейшее изучение выросших микроорганизмов. Также целесообразно указать на то, что для определения общей обсемененности микроорганизмами перца черного горошком целесообразно было использовать разведения с  $10^{-3}$  до  $10^{-5}$ , что позволило бы получить более точные результаты.

Таблица 2 – Общая численность мезофильных бактерий в объектах исследования

Объект исследования	Результаты подсчета КМАФАнМ	
	Методом НВЧ, КОЕ/см <sup>3</sup>	На агаризованной питательной среде, КОЕ/см <sup>3</sup>
Перец черный горошком	$>1,1 \cdot 10^4$	$>3,3 \cdot 10^4$
Крахмал картофельный	$2,4 \cdot 10^1$	$3,0 \cdot 10^1$

**ОПЫТ УЧАСТИЯ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ «БИОТЕХНОЛОГИЯ»  
И «ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА  
ПРОДУКЦИИ» В МЕЖДУНАРОДНОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЕКТЕ**

Во всем мире насчитывается более 200 млн. студентов. Каждый студент мечтает об увлекательной студенческой жизни. Чтобы заинтересовать обучающихся и развить их способности, содействовать получению новых компетенций и возможностей для реализации талантов и умений, многие университеты и организации создают различные студенческие проекты и программы. К числу крупнейших международных молодежных организаций и программ относят: AIESEC, IAESTE, Erasmus+, Вышеградская стипендиальная программа, Национальная стипендиальная программа Словацкой Республики и др.

Белорусские студенты могут принять участие в таких международных программах, как DAAD (германская служба академического обмена, стажировки, научные исследования, ознакомительные практики и летние школы), Vishy (программа Шведского Института), Erasmus+ (программа ЕС по поддержке образования, обучения молодежи и спорта в Европе), NSP (Национальная стипендиальная программа Словацкой Республики), Международные фонды и программы Японии (Мацумаэ, MEXT, JSPS), V4 (Фонд международной организации стран Вышеградской группы – Чехии, Венгрии, Польши и Словакии), Программа «Стипендии Турции», CIMO, IREX и др. [1].

В 2021 г. студенты специальностей «Биотехнология» и «Физико-химические методы и приборы контроля качества продукции» приняли участие в международной программе Российской Федерации и Республики Беларусь – "Летний университет" на базе 12 университетов Российской Федерации, среди которых были Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет пищевых производств» (программа «Международная технологическая школа – superfood технологии») и Псковский государственный университет (программа "Социальное проектирование"). Программы были направлены на приобретение гибких навыков (soft skills): эмоциональный интеллект, системное мышление, работа в команде, умение презентовать себя и свои проекты и др.

В рамках социального проектирования проводились лекции, полученные знания закреплялись на практике путем поиска решений общественно-значимых проблем и вопросов улучшения жизни людей. В рамках проекта проведено множество тренингов. В программе «Международная технологическая школа – superfood технологии» организованы интересные мастер-классы: современные технологии виноделия, мясной, кондитерской, молочной, пивоваренной промышленности и общественного питания.

Организация образовательных программ включала и проведение досуговых мероприятий, которые включали обзорные экскурсии, посещение ведущих образовательных инновационных центров, промышленных предприятий.

Участие в программах международного проекта "Летний университет" позволило студентам получить интересный и полезный практический опыт в реальной среде, максимально раскрыть способности участников, улучшить коммуникативные навыки, приобрести новые профессиональные контакты и компетенции, которые будут успешно применены при дальнейшем обучении и будущей работе специалистов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Белорусский государственный технологический университет. Стипендии и гранты. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.belstu.by/international-cooperation/akademicheskaya-mobilnost/stipendii-i-granty.html>.-Дата входа 24.11.2021.

(кафедра физико-химических методов сертификации продукции, БГТУ)

**ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
ВИННЫХ КОКТЕЙЛЕЙ**

Современный ассортимент алкогольной продукции рассчитан на разные группы потребителей, в том числе молодежь, которая, согласно статистическим данным, отдает предпочтение потреблению пива или слабоалкогольных напитков. Хорошей альтернативой пиву, «энергетикам» и коктейлям, вырабатываемым на основе этилового спирта с синтетическими красителями и ароматизаторами, являются винные коктейли, являющиеся винодельческим продуктом с объемной долей этилового спирта от 2,5 % до 8,5 %, содержащие не менее 50 % столового виноматериала и/или плодового сброженного сула, изготовленные с добавлением сахаросодержащих веществ, натуральных и идентичных натуральным вкусоароматических веществ, пищевых красителей, воды и полученные без насыщения или насыщением двуокисью углерода.

Цель данного исследования – изучение некоторых физико-химических показателей одного из наиболее популярных представителей винных коктейлей, реализуемых на товарном рынке Беларуси. Объектом исследований был коктейль винный газированный «MIXBERRY» со вкусом вишни (таблица 1).

Таблица 1 – Краткая характеристика объекта исследований

Наименование	Коктейль винный газированный «MIXBERRY» со вкусом вишни
Изготовитель	ОАО «Минский завод игристых вин»
Упаковка	Стеклянная бутылка, вместимостью 0,75 дм <sup>3</sup>
Состав	Виноматериал виноградный белый, вода питьевая, сахар, натуральный ароматизатор «Вишня», пищевой концентрат Гибискус – черная морковь (содержит регулятор кислотности E330), пищевой краситель E150d, регулятор кислотности E330, консервант E202, антиокислитель E223
Дата розлива	30.08.2021
Срок годности	24 мес. с даты розлива при температуре воздуха от 0 °С до 25 °С. После вскрытия упаковки хранить не более 1 сут. при температуре не выше 10 °С

Предметом исследования были выбраны массовая концентрация титруемых кислот (в пересчете на винную кислоту) и массовая концентрация общего диоксида серы. Для определения указанных показателей использовали стандартизированные методы.

Результаты исследований представлены в таблице 2, из которой видно, что исследованный нами образец соответствует требованиям ГОСТ Р 51156.

Таблица 2 – Значения некоторых физико-химических показателей коктейля винного «MIXBERRY» со вкусом вишни

Показатель	Обозначение ТНПА		Значение	
	На продукцию	На метод испытаний	По ТНПА	Измеренное
Массовая концентрация титруемых кислот, г/дм <sup>3</sup>	ГОСТ Р 51156	ГОСТ 32114	Не менее 3,5	5,9
Массовая концентрация диоксида серы, мг/дм <sup>3</sup>		ГОСТ 32115	Не более 200	139

**СОСТАВ И СВОЙСТВА ЭФИРНОГО МАСЛА ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ  
(ОБЫКНОВЕННОЙ) *PICEA ABIES L. KARST*, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ  
В ОДИНАКОВЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ  
УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Еловые насаждения *Picea abies L. Karst* занимают 9,6% от лесов республики, что составляет 669,9 тыс.га [1], ель европейская является второй по значимости хвойной породой в видовом составе лесов Республики Беларусь.

Одним из направлений комплексной переработки биомассы еловых насаждений является получение широкого спектра экстрактивных веществ, имеющих важное значение для фармацевтической и парфюмерно-косметической промышленности, которыми являются эфирные масла состав и свойства, которых существенно зависят от территориальных, климатических и экологических условий произрастания эфиромасличных растений [2].

Целью данной работы было исследование показателей качества эфирного масла ели, произрастающей в одинаковых почвенно-климатических и экологических условиях Республики Беларусь, и оценка их стабильности в пределах изучаемого региона, для прогнозирования промышленного использования.

Образцы древесной зелени отбирали в декабре месяце с деревьев 50-60 летнего возраста на территориях национальных парков. Эфирное масло выделяли из древесной зелени методом гидродистилляции, а выход определяли вольюметрически. Выделенное еловое масло представляло собой жидкость светло-желтого цвета с древесно-хвойным запахом и жгучим вкусом.

Запись спектров ЯМР проводили на спектрометрах BS-587 А, BS-567 А и AVANCE-500 с рабочими частотами для ядер  $^1\text{H}$  – 80, 100 и 500 МГц соответственно, и для ядер  $^{13}\text{C}$  – 20, 25 и 125 МГц соответственно. Все экспериментальные данные получены и обработаны с использованием пакета программ XWIN-NMR 3.5. Хроматографический анализ выполняли на хроматографе Кристалл 5000.1 с использованием кварцевой капиллярной колонки длиной 60 м с нанесенной фазой – 100 %-ным диметилсилоксаном. Идентификацию отдельных компонентов осуществляли с использованием эталонных соединений, а также на основании известных литературных данных по индексам удерживания [3].

Совместный анализ спектров ЯМР и хроматограмм позволил идентифицировать и количественно измерить порядка 64 компонентов, основными из которых являлись трициклен,  $\alpha$ -пинен, камфен,  $\beta$ -пинен, мирцен, лимонен, 1,8-цинеол, камфора, борнеол,  $\alpha$ -терпинеол, борнилацетат,  $\delta$ -кадинен.

Таким образом детальный анализ содержания токсичных элементов и радиотоксичных элементов в хвое показал сходность почвенно-климатических и экологических условий произрастания елей в местах отбора образцов древесной зелени. Это позволяет использовать эфирное масло в качестве стабильного источника сырья для различных предприятий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Программа развития лесного хозяйства на 2007-2011 годы. Лесное хозяйство Республики Беларусь. Современное состояние и оценка использования лесосырьевого потенциала. Постановление Совета Министров Республики Беларусь. 29.12.2006 № 1760.

2. Матвейко А.П. Основы рационального и комплексного использования лесных ресурсов Республики Беларусь // Лесная наука на рубеже XXI века: сб. науч. тр. Гомель, 1997. Вып. 46. С. 61–63.

3. Comparison of terpen composition in Engelmann spruce (*Picea Engelmann*) using hydrodistillation, SPME and PLE / M. Mardarowicz [et al.] // A journal of biosciences. 2004. P. 641–648.



(кафедра физико-химических методов сертификации продукции, БГТУ)

**ПРИМЕНИМОСТЬ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ПОДХОДА КОЛИЧЕСТВЕННОЙ  
ОЦЕНКИ МИНОРНЫХ КОМПОНЕНТОВ В МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ МАТРИЦАХ**

Ранее нами был предложен альтернативный подход количественного определения микропримесей в водно-этанольных смесях газохроматографическим методом, предусматривающий использование в качестве внутреннего стандарта этанола, присутствующего в смеси, и исключающий необходимость добавления внутреннего стандарта. На основании предложенного подхода и полученных экспериментальных данных была разработана методика выполнения измерений (МВИ) «Производство спиртосодержащая. Определение содержания альдегидов, эфиров и спиртов методом газовой хроматографии».

Расчет концентрации определяемого минорного компонента по предлагаемому альтернативному методу производится сразу в мг/л безводного этанола. Концентрация внутреннего стандарта этанола в смеси, выраженная в мг/л<sub>АА</sub> будет равна его плотности (формула).

$$C_{в.с.}^C \cdot m = m_{эм} / V_{эм}^{AA} = \rho_{эм} \cdot V_{эм}^{AA} / V_{эм}^{AA} = \rho_{эм},$$

где  $m_{эм}$  – масса этанола, мг;  $V_{эм}^{AA}$  – объем безводного этанола, л;  $\rho_{эм}$  – плотность этанола при данной температуре, кг/л.

Формула отражает основную концепцию альтернативного способа расчета концентраций примесей при использовании уже содержащегося в смеси этанола в качестве внутреннего стандарта. Как видно, концентрация внутреннего стандарта этанола, выраженная в мг/л безводного этанола (м/л<sub>АА</sub>), всегда будет равна плотности этанола при данной температуре.

На основании ранее проведенной работы была выдвинута гипотеза о том, что данный альтернативный подход можно реализовывать для количественного определения минорных компонентов многокомпонентных систем (матриц) различными физико-химическими методами при использовании в качестве внутреннего стандарта основного компонента, присутствующего в смеси, и исключающего необходимость добавления внутреннего стандарта.

В связи с этим, был проведен анализ возможности применения спектрофотометрического, атомно-эмиссионного, атомно-абсорбционного, масс-спектрометрического, хроматографического методов для реализации данного подхода. На основании проведенного анализа научной и патентной литературы было выявлено, что реализация данного подхода возможна только при использовании газохроматографического метода при количественном определении минорных летучих примесей в многокомпонентных этанолсодержащих смесях.

На основании литературных данных, патентного исследования и анализа нормативной документации были выявлены следующие многокомпонентные этанолсодержащие объекты, минорные летучие компоненты которых возможно определять газохроматографическим методом при помощи предложенного альтернативного подхода количественного определения: парфюмерные и косметические, дезинфицирующие жидкости (определение минорных душистых веществ); лекарственные настойки и экстракты (определение метанола и пропанола-2); стеклоомыватели (определение минорных душистых веществ, метанола и пропанола-2).

Таким образом, было выявлено, что реализация данного подхода возможна только при использовании газохроматографического метода при количественном определении минорных летучих примесей в многокомпонентных этанолсодержащих смесях таких как: парфюмерные, косметические, дезинфицирующие жидкости, лекарственные настойки и экстракты, стеклоомыватели.

## АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ВЫЯВЛЕНИЯ ПОТОЖИРОВЫХ СЛЕДОВ РУК

Криминалистическое исследование следов рук дает возможность идентифицировать конкретный объект, оставивший эти следы. С целью дальнейшей возможности использования следов в процессе оперативно-розыскной деятельности, а также при доказывании, они должны быть обнаружены. Поэтому при проведении экспертизы и участия в осмотрах мест происшествий большое значение имеет выбор наиболее эффективного метода выявления следов рук.

Цель работы – анализ современных методов выявления потожировых следов рук и установление целесообразности их применения в зависимости от характера следов и свойств следовоспринимающей поверхности.

Объектами исследования являлись потожировые следы рук на различных поверхностях. Экспериментальную работу проводили в Государственном комитете судебных экспертиз Республики Беларусь.

Методы обнаружения и выявления следов рук подразделяются на: визуально-оптические, физические, химические, физико-химические и биологические.

Визуальный метод основан на усилении видимости следов за счет создания наиболее выгодных условий освещения и наблюдения.

Применение физических методов основано на эффекте адгезии (прилипания) к следообразующему веществу следа или внедрения красящего вещества в вещество следа, а также на возможности следообразующего вещества возбуждать люминесценцию.

Химические методы выявления следов рук основаны на способности отдельных компонентов потожирового следа вступать в реакцию с некоторыми химическими реактивами.

Биологические методы выявления следов рук основаны на способности штамма *Acinetobacter calcoaceticus* размножаться, утилизируя вещество потожирового следа.

В ходе экспериментальной работы на различных поверхностях были выявлены следы с использованием наиболее распространённых методов обнаружения: физического (с помощью магнитного дактилоскопического черного порошка), химического (с помощью нингидрина), физико-химического (с помощью цианокрилата).

На основе проведенных экспериментов был сделан вывод, что раствор нингидрина целесообразно использовать для выявления следов рук только на пористых поверхностях таких как: бумага, картон, фанера, струганная (нелакированная, неокрашенная) древесина, штукатурка, ткани и т.д.. Цианокрилат и дактилоскопические порошки эффективнее использовать для обработки глянцевых, непористых поверхностей. Цианокрилат можно применять для выявления следов рук, давность образования которых не ограничена, дактилоскопические порошки эффективны для выявления следов, образованных недавно (не свыше 30 дней).

Полученные экспериментальные данные хорошо согласуются с литературными [1, 2].

Таким образом, экспериментально было подтверждена целесообразность применения физического, химического и физико-химического методов обнаружения следов рук в зависимости от их характера и свойств следовоспринимающей поверхности.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Современные криминалистические методы выявления следов рук: практ. рук./ сост. М.М. Ятусевич, С.Е. Мышковский, И.Б. Ковашева. – Мн.: Акад. МВД Респ. Беларусь, 2005. – 50 с.

2. Грановский Г.Л. Основы трасологии. Особенная часть: учебное пособие/ Г.Л. Грановский – М.:ВНИИ МВД СССР, 1974. – 240 с.

## **ВАЛИДАЦИЯ МЕТОДИКИ ИДЕНТИФИКАЦИИ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ И ЯЧМЕНЯ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОФОРЕЗА**

Подлинность сортов пшеницы и ячменя осуществляют по методическим указаниям методом электрофореза [1]. Метод основан на разделении веществ, в данном случае проламинов, по подвижности в электрофоретическом поле. Проламины (глиадины пшеницы, гордеин ячменя) экстрагируются из семян и разделяются в полиакриламидном геле в кислой среде. Электрофоретические спектры проламинов специфичны не только для сорта, но и для отдельных линий внутри сорта. Сопоставляя полученные спектры проламинов анализируемых сортов со спектрами каталога проводят идентификацию сортов и устанавливают подлинность и чистоту сорта.

Так как эта методика регламентируется методическими указаниями, то она должна быть валидирована лабораториями которые ее применяют. Цель работы – провести валидацию методики идентификации сортов пшеницы и ячменя методом электрофореза.

Для этого был разработан план валидации и установлены характеристики метода, которые необходимо валидировать. Так как метод относится к методу идентификации, то не все аналитические характеристики можно валидировать. В качестве валидационных характеристик были выбраны: чувствительность, специфичность, повторяемость и внутрилабораторная воспроизводимость.

Для определения аналитической чувствительности было проанализировано по 6 серий выборок пшеницы и ячменя одного сорта с небольшим количеством внесенных зерен другого сорта (1-3) для формирования искусственной смеси с различным содержанием сортовой примеси. В общей сложности 100 единиц зерен в серии. По полученным результатам было идентифицировано 100 % зерен другого сорта, следовательно, чувствительность метода составляет 100 %.

Для определения селективности было отобрано по две выборки одного и того же сорта пшеницы и ячменя, но различающиеся между собой по параметрам: время сбора зерна (год уборки), условия вегетации. Дополнительно были проанализированы выборки семян пшеницы с внесенными семенами других культур - ячменя, пшеницы и овса. По полученным данным было установлено, что на проявление идентифицирующих признаков в составе сорта пшеницы не оказывают влияние факторы, способные помешать идентификации: условия выращивания и время сбора зерна.

С целью валидации повторяемости результатов измерений, были протестированы 6 серий искусственно смоделированных выборок одного сорта пшеницы и ячменя с установленным числом зерен другого сорта (1, 2, 3 зерна в выборке из 100 зерен), а также были использованы данные, полученные при изучении чувствительности. Измерения производились одним и тем же оператором, с использованием одного и того же оборудования, в пределах короткого интервала времени. Было установлено, что повторяемость результатов составляет 100 %.

В исследованиях внутрилабораторной воспроизводимости были проанализированы двумя специалистами по 6 серий выборок одного сорта пшеницы и ячменя с установленным значением сортовой чистоты и искусственно внесенным определенным числом зерен другого сорта 1, 2 и 3 штуки. В результате исследований была определена 100 % воспроизводимость результатов.

Таким образом, в результате экспериментальных исследований была установлена пригодность применения метода электрофореза для идентификации сортов пшеницы и ячменя.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Идентификация сортов пшеницы и ячменя методом электрофореза: методические указания / Всесоюзный НИИ растениеводства им. В.И. Вавилова. – Ленинград, 1989. – 15 с.

(кафедра физико-химических методов сертификации продукции, БГТУ)  
**ИЗУЧЕНИЕ ОКИСЛЕНИЯ КУПАЖЕЙ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ  
В ПРОЦЕССЕ ОБЖАРКИ ПРОДУКЦИИ**

Растительные масла и жиры играют важную роль в процессе жизнедеятельности человеческого организма, так как они являются основным источником энергии и ценным компонентом пищи. Растительные масла широко используются в различных отраслях пищевой перерабатывающей промышленности. Особенностью растительных масел является высокое содержание в них ненасыщенных жирных кислот, вследствие этого легкая окисляемость под воздействием кислорода воздуха, которая резко возрастает при повышении температуры.

Масла, применяемые для различных пищевых целей, подбираются на основе исследования ряда показателей и определения сроков хранения. В последнее время ужесточились требования к качеству масел и продуктов на их основе. Сложность системы, подвергаемой обжариванию, и многообразие протекающих при этом процессов, ставит необходимость углубленного их изучения с целью получения зависимостей между показателями, характеризующими качество масла, и протекающим процессом. Устойчивость к окислению является наиболее важным критерием качества и безопасности растительных масел. Исходя из этого, целью исследований было изучить окисление купажей растительных масел в процессе обжарки пищевой продукции на основе оценки физико-химических показателей.

В качестве объектов исследования выбраны купажи растительных масел: подсолнечно-кукурузное, кукурузно-льняное и кукурузно-рыжиковое с оптимальным соотношением омега-6 и омега-3 жирных кислот 10:1. Купажи нагревали до температуры 100–120°C и обжаривали в них предварительно подготовленный картофель до цвета не более 10 ЕВС и содержания влаги не менее 0,1 и не более 5 %.

Образцы обжаривали непрерывно, не допуская внесение свежего масла и проводя периодический отбор проб с интервалом 5 – 7 мин. О степени окисления купажей растительных масел судили, измеряя кислотное, перекисное и карбонильное числа. Перекисное число определяли титриметрическим методом согласно ГОСТ ISO 3960–2013 [1], кислотное число – согласно ГОСТ 31933–2012 [2] и карбонильное – согласно ГОСТ ISO 1279-2015 [3].

В ходе исследования было выявлено, что купажи растительных масел с высоким содержанием токоферолов отличались лучшей окислительной стабильностью. Внесение смеси токоферолов в купажи растительных масел с оптимизированным составом жирных кислот и низким количеством исходных токоферолов существенно замедляло процесс окисления. О чем свидетельствовало уменьшение кислотного, перекисного и карбонильного чисел в процессе обработки продукции. Это дает основания полагать, что добавление смеси токоферолов в купажи растительных масел с оптимизированным составом жирных кислот, используемые при обжарке пищевой продукции, повышает устойчивость к окислению и безопасность для здоровья потребителей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Жиры и масла животные и растительные. Определение перекисного числа: ГОСТ ISO 3960-2013. – Введ. 01.01.2015. – Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – 16 с.
2. Масла растительные. Методы определения кислотного числа: ГОСТ 31933–2012. – Введ. 01.02.2016. – ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт жиров Российской Академии сельскохозяйственных наук. – 12 с.
3. Масла эфирные. Метод определения карбонильного числа: ГОСТ ISO 1279-2015. – Введ. 07.01.2016. – Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – 9 с.

**СОСТАВ ЭФИРНОГО МАСЛА *PINUS SILVESTRIS L.*, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ  
В УСЛОВИЯХ ЭКОЛОГИЧЕСКИ СТАБИЛЬНЫХ РЕГИОНОВ**

Сосна обыкновенная (сосна лесная) – *Pinus sylvestris L.* (*pinus* - лат. назв. сосны) вечнозеленое дерево, высотой до 40-50 м с мощной корневой системой. Сосна обыкновенная является первой по значимости хвойной породой в видовом составе лесов Республики Беларусь [1]. Одним из направлений переработки биомассы сосновых насаждения является получение широкого спектра экстрактивных веществ и в частности эфирного масла. Химический состав эфирного масла определяет качество выпускаемой продукции. При этом существенное влияние на состав масла оказывает значительное количество факторов (сезонность, климатические условия и т.д.) и в том числе экологическая обстановка в местах произрастания.

В связи с этим целью настоящей работы был анализ состава и свойств эфирного масла сосны обыкновенной произрастающей в одинаковых экологических условиях Республики Беларусь.

Для того, чтобы снизить влияние различных естественных факторов, образцы древесной зелени отбирали в декабре месяце с деревьев 40-50 летнего возраста. С целью минимизации техногенных факторов на сосну обыкновенную, отбор проб древесной зелени производили на территориях национальных парков: ГПУ НП «Браславские озера» Витебская область, ГПУ «Национальный парк «Беловежская пуща» Гродненская область и ГПУ «Национальный парк «Нарочанский» Минской области, Березенский биосферный заповедник и Ландшафтный заказник Налибокский [2].

Экологическая обстановка в данных регионах наиболее благоприятна для произрастания растений, а техногенная нагрузка минимальна. Кроме того, отсутствие в данных регионах больших промышленных объектов приводит к весьма низкому содержанию токсичных элементов в хвое.

Хроматографический анализ выполняли на хроматографе Кристалл 5000.1 с использованием кварцевой капиллярной колонки длиной 60 м с нанесенной фазой 100%-ым диметилсилоксаном.

Запись спектров ЯМР проводили на спектрометре AVANCE-500 (Германия) с рабочими частотами для ядер  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$  – 500 МГц и 125 МГц, соответственно.

Выделенное сосновое масло представляло собой жидкость светло-жёлтого цвета с древесно-хвойным запахом и жгучим вкусом, плотностью 0,898-0,905.

Методами ГЖХ и ЯМР спектроскопии было идентифицировано и количественно измерено порядка 28 компонентов. Основными компонентами являются камфен, лимонен, терпинолен, 3-карен, -пинен,  $\beta$ -пинен, кариофиллен, на их долю приходится более половины от общего содержания компонентов эфирного масла. Высокое содержание этих компонентов в эфирном масле сосны обыкновенной позволяет использовать его в качестве сырья в фармацевтической и косметической промышленности.

Таким образом выяснили, что постоянство состава эфирных масел сосны обыкновенной, произрастающей в условиях экологически стабильных регионов, свидетельствует о возможности их использования как индикаторов стабильной экологической обстановки в хвойных лесах.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Сарнацкий В.В. Ельники: формирование, повышение продуктивности и устойчивости в условиях Беларуси / В. В. Сарнацкий. – Минск: Тэхналогія, 2009. – 334 с.
2. Есякова О.А. Влияние загрязненности воздушной среды Красноярска на терпеноидный состав эфирного масла ели сибирской / О. А. Есякова, Р. А. Степень // Химия растительного сырья. – 2010. – № 4. – С. 139–143.

## УСЛОВИЯ КИСЛОТНО-ОСНОВНОГО ТИТРОВАНИЯ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ГЛУТАМАТА НАТРИЯ

Избыточное потребление глутамата натрия может оказывать токсичное действие на организм человека и приводить к таким реакциям, как крапивница, тошнота, рвота, головные боли и др. Для обеспечения контроля внесения добавки-усилителя вкуса и аромата Е621 в пищевые продукты в ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» установлен соответствующий гигиенический норматив: максимальный уровень глутамата натрия в продукции – 10 г/кг.

Для определения концентрации глутамата натрия в пищевых продуктах применяют следующие методы: тонкослойная хроматография с люминисцентным детектированием [1], капиллярный электрофорез, колориметрия, вольтамперометрия [2], потенциометрия [3]. В научно-технической литературе также имеются сведения о применении методов комплексонометрического [4] и кислотно-основного титрования.

Цель работы – подбор условий для кислотно-основного титрования водных растворов глутамата натрия.

В водных растворах глутамата натрия его молекулы ведут себя как диполярные или цвиттер-ионы. На основании данных типичной кривой потенциометрического титрования для биполярной аминокислоты [5] в данной работе был выбран режим титрования до  $pH=12,0$ , когда в растворе присутствует стабильная основная форма молекулы с депротонированной  $NH^{3+}$ -группой.

Объектами исследования являлись градуировочные водные растворы с известным содержанием глутамата натрия  $m$ , г: 0,01; 0,05; 0,10; 0,15; 0,20 ( $pH=5,8-6,9$ ), которые титровали 0,1 н NaOH до заданного значения. Определяли среднее значение общего объема титранта для каждой точки и строили график зависимости  $V_T=f(m)$ . Контроль правильности установленной градуировочной характеристики –  $y = 53,1 \cdot x + 3,4$  ( $R^2=0,99$ ) осуществляли с применением рабочих проб глутамата натрия  $m$ , г: 0,03; 0,07; 0,12; 0,18; 0,21. Погрешность определения массы аналита по уравнению градуировочной кривой составила 0,05–11,2%.

Таким образом, в рамках данной работы были экспериментально подобраны параметры титрования водных растворов глутамата натрия на автоматическом титраторе TitroLine 5000. Полученные результаты можно использовать при определении концентрации глутамата натрия в пробах различных пищевых продуктов методом кислотно-основного титрования.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Бельтюков С.В., Малинка Е.В. Определение глутамата натрия методом тонкослойной хроматографии с люминисцентным детектированием / С. В. Бельтюков, Е. В. Малинка // Вісник ОНУ. Хімія. – 2016. – Том 21, вып. 1(57). – С. 50–56.
2. Шабаева А.А., Мосалков А.Ю., Дорожко Е.В. Определение глутамата натрия в модельных средах методом вольтамперометрии // Известия АлтГУ. – 2015. – № 5.
3. Monosodium L-glutamate // Compendium of Food Additive Specification (FNP 52). United Nations, 1992. 331 p.
4. Gawargious Y.A. Microdetermination of  $\alpha$ -Amino-acids by Direct Titration with Copper(II) Sulphate Solution / Y.A Gawargious, Amir Besada, M. E. M. Hassouna. – Dokki, Cairo, A.R.E: Microanalytical Chemistry Unit, National Research Centre, 1974. – 6 p.
5. Химия пищевых продуктов / Шринивасан Дамодаран [и др.]; под общ. ред. Шринивасан Дамодарана. – 4-е изд. – Санкт-Петербург: Профессия, 2012. – 1039 с.

(кафедра физико-химических методов сертификации продукции, БГТУ)

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЯ МАССОВОЙ ДОЛИ КАЛИЯ  
В КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЯХ РАДИОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ**

Постоянный контроль качества с целью получения конкурентоспособной продукции является неотъемлемой частью при производстве комплексных удобрений ОАО «Беларуськалий». Химические методы определения содержания калия позволяют получить результаты необходимой точности, однако длительность выполнения данных анализов ограничивает их применение для оперативного контроля выпускаемой и отгружаемой продукции. В связи с этим было принято решение изучить возможность применения радиометрического метода в качестве экспресс метода определения содержания калия в комплексных удобрениях.

Предметом исследования стало  $\gamma$ -излучение, образующееся в результате электронного захвата изотопом  $^{40}\text{K}$ , который входит в состав природного калия и содержание которого всегда постоянно [1]. Удельную активность образцов комплексных удобрений с известной массовой долей калия в пересчете на  $\text{K}_2\text{O}$  измеряли на гамма-радиометре «АДАНИ РУГ 91-2». Построенный по полученным результатам график 1 показал, что зависимость удельной активности комплексных удобрений от содержания калия в образце носит линейный характер.

Наряду с измерением удельной активности образцов комплексных удобрений выполнили измерение удельной активности образцов исходных компонентов (аммофос, диаммофос, сульфат аммония, карбамид). Данные величины оказались, как и предполагалось, на несколько порядков меньше удельной активности комплексных удобрений, следовательно, этими значениями можно пренебречь при проведении расчетов.

Результаты измерений удельной активности четырёх марок комплексных удобрений, а также исходных компонентов приведены в таблице.

Таблица – Результаты измерений удельной активности

Марка удобрения	Удельная активность, Бк/кг	Исходные компоненты	Удельная активность, Бк/кг
15-15-15	1415,3	Аммофос	20,9
9-25-25	2487,61	Диаммофос	1,7
7-20-30	2914,5	Сульфат аммония	0
6-18-34	3546,8	Карбамид	0

Для оценки метрологических характеристик разрабатываемой методики измерения были проведены исследования четырех образцов комплексных удобрений с различным содержанием калия (4 уровня), тремя операторами (А, Б, В), каждый из которых выполнял по три параллельных измерения. Рассчитанные по СТБ ИСО 5725-2 [2] значения пределов повторяемости и промежуточной прецизионности составили 1,8 %.

Полученные на данном этапе метрологические характеристики не удовлетворяют требованиям технической нормативной правовой документации ОАО «Беларуськалий», дальнейшие исследования будут направлены на повышение точности выполняемых измерений.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Дубоделова, Е. В. Радиохимия: пособие для студентов специальности 1-54 01 03 «физико-химические методы и приборы контроля качества продукции» / Е. В. Дубоделова, С. С. Ветохин. – Минск: Белорусский государственный технологический университет, 2014. – 202 с.
2. Точность (правильность и прецизионность). Часть 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного измерений: СТБ ИСО 5725-2-2002. – Введ. 09. 12. 2002. – Минск: Госстандарт Республики Беларусь, 2002 – 53 с.

Научное издание

**НАУКА – ШАГ В БУДУЩЕЕ**

Тезисы докладов

**XV студенческой научно-практической конференции факультета технологии  
органических веществ**

1–2 декабря 2021 г.

В авторской редакции  
Компьютерная верстка *О. В. Стасевич*

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.