

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ



НАУКА – ШАГ В БУДУЩЕЕ

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

Тезисы докладов

4-5 декабря 2019 года

Минск 2019

УДК 001:005.745(06)

Наука – шаг в будущее : тез. докл. XIII студенческой науч.-практ. конф. факультета технологии органических веществ, 4–5 декабря 2019 г., Минск. – Минск : БГТУ, факультет ТОВ, 2019. – 119 с. – ISBN 978-985-530-805-9.

Сборник составлен по материалам докладов XIII студенческой научно-практической конференции факультета технологии органических веществ, проведенной 4–5 декабря 2019 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.

Председатель оргкомитета
декан факультета ТОВ доцент,
кандидат технических наук



Ю.С. Радченко

ISBN 978-985-530-805-9

© УО «Белорусский государственный
технологический университет», 2019

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.

Дубоделова Е.В. – руководитель студенческой научно-исследовательской лаборатории «Качество и безопасность продукции» кафедры физико-химических методов сертификации продукции, доц., канд. техн. наук.

Герман Н.А. – руководитель студенческой научно-исследовательской лаборатории «Химия и технология переработки растительного сырья» кафедры химической переработки древесины, ассит., 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.

Подручный М.В. – руководитель научного кружка кафедры философии и права, ассист.

Енюков Е.И. – студент, секретарь конференции.

СОДЕРЖАНИЕ

Хорова Э.И. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ АНАЛИЗА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ, СВЯЗАННЫХ С ВЫБРОСОМ АММИАКА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ЗА 2007 – 2019 ГГ.	8
Талапина Д.М., Хорошко Е.В. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СРЕДСТВАМИ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ АККЛИМАТИЗАЦИИ ИНВАЗИВНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО).....	9
Блинов В.С., Чубаров А.Р. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЯДЕРНОЙ И РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЕКТА БЕЛОРУССКОЙ АЭС.....	10
Радаман А.А., Цыганкова К.О. АНАЛИЗ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС В ЗОНЕ ОТЧУЖДЕНИЯ 33 ГОДА СПУСТЯ	11
Козловская М.Д., Островская А.С. ЭКОЛОГО-БЕЗОПАСНЫЕ УСЛОВИЯ В СОЛИГОРСКОМ ГОРНОПРОМЫШЛЕННОМ РАЙОНЕ.....	12
Гундарева М.И., Виленская А.А. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СВИНЦА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ЧЕЛОВЕКА С СОСТАВЛЕНИЕМ КАРТЫ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПОЧВ БЕЛАРУСИ.....	13
Карасёва М.Д., Кугач В.В., Юрченко В.О. ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ БИТУМОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЛИНЕЙНЫМ БЛОК-СОПОЛИМЕРОМ СТИРОЛА И БУТАДИЕНА.....	14
Ключенович Д.Д., Надудик В.В., Огородникова А.А. ОЦЕНКА СОВМЕСТИМОСТИ БИТУМА С СОПОЛИМЕРАМИ ВИНИЛАЦЕТАТА.....	15
Степанович Ю.А., Кособуко Е.Н. ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА В ПРОИЗВОДСТВЕ ДОРОЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	16
Ушева О. А., Жданова Е.И., Жолнеркевич В.И. ВЛИЯНИЕ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА МИНЕРАЛЬНЫХ МАСЕЛ НА СЕЛЕКТИВНУЮ ОЧИСТКУ N-МЕТИЛПИРРОЛИДОНОМ, СОДЕРЖАЩИМ ДОБАВКУ МТБЭ	17
Станько М.В., Близнецов Г.Д., Сапаров С.В. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МОДИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК ПРИ ОКИСЛЕНИИ НЕФТЯНЫХ ГУДРОНОВ РАЗЛИЧНОЙ ВЯЗКОСТИ	18
Горошко М. А., Синюкович В.В. ВЛИЯНИЕ НА СОСТАВ БИТУМА ДОБАВОК ГЛИКОЛЕЙ, ВВОДИМЫХ В ОКИСЛЯЕМЫЙ ГУДРОН.....	19
Ковалевский А.В. РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР ГИДРАВЛИЧЕСКОГО МАСЛА НА ОСНОВЕ РЕГЕНЕРИРОВАННОГО БАЗОВОГО МАСЛА	20
Санкевич Н. А. ПОЛУЧЕНИЕ МОТОРНОГО МАСЛА НА ОСНОВЕ ПЕРМЕАТА МЕМБРАННОЙ ОЧИСТКИ ОТРАБОТАННЫХ МАСЕЛ	21
Кирей Э.О. ПОЛУЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ МАСЕЛ-МЯГЧИТЕЛЕЙ ИЗ ЭКСТРАКТОВ СЕЛЕКТИВНОЙ ОЧИСТКИ НЕФТЯНЫХ МАСЕЛ	22
Ханский М.А., Лемеза Е.А., Шлемпо А.Н., Шыхыев Б.Б. СИНТЕЗ ФУНКЦИАЛИЗИРОВАННЫХ МНОГОСЛОЙНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК	23
Клименок Н.И., Жаврид Е.А., Гордейчик Н.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРОДУКТОВ РЕАКЦИИ КУЛИНКОВИЧА.....	24
Ковалевский С.А. РАСЧЕТ ВЫХОДА ХИНОЛИНА С УЧЕТОМ РЕГЕНЕРАЦИИ ОКИСЛИТЕЛЯ.....	25
Калейник А.С., Савельев А.И. РЕГИОНАПРАВЛЕННОСТЬ РЕАКЦИЙ АЛЛИЛЬНОГО ОКИСЛЕНИЯ ДИОКСИДОМ СЕЛЕНА.....	26
Ковалева В.В. БИОПОЛИМЕРЫ И ИХ РОЛЬ В РЕШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ.....	27
Гаврилова А. С. АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО РЫНКА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ.....	28
Ковальчук Р.Н., Кудош М.Р., Загорский Д.В. ЦИКЛОДЕКСТРИНЫ.....	29
Стрибуть А.В. ИЗУЧЕНИЕ ОКИСЛЕНИЯ КУПАЖЕЙ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ В СРЕДЕ КИСЛОРОДА ВОЗДУХА.....	30
Унучек К.С. ПОТРЕБНОСТЬ СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ В ПИЩЕВЫХ ВЕЩЕСТВАХ.....	31
Криводубская С.Д. СРАВНЕНИЕ СОСТАВОВ ЭФИРНОГО МАСЛА РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ МОЖЖЕВЕЛЬНИКА.....	32
Шумилова Т.А. СОСТАВ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭФИРНОГО МАСЛА СОСНЫ.....	33
Везицкая А.В., Зубрицкий Д.Е. ТСХ-АНАЛИЗ ЭКСТРАКТОВ ИЗ ДРЕВИСИНЫ <i>PICEA ABIES</i>	34
Лось В.А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛУЛЕТАЛЬНОЙ ДОЗЫ ГИДРОХЛОРТИАЗИДА В ЭКСПЕРИМЕНТАХ <i>IN VIVO</i>	35
Клименок Н.И., Марук Е.Н. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ГАЗИРОВАННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД МЕТОДОМ КОНДУКТОМЕТРИИ.....	36
Клименок Н.И. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТИЦ МИКРОПЛАСТИКА В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ.....	37

Пусовская Д.Н. ПРИМЕНЕНИЕ ДЕСКРИПТОРНО-ПРОФИЛЬНОЙ МЕТОДОЛОГИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ РЕЦЕТУРЫ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО ПЕЧЕНЬЯ.....	38
Баран А.В. ОЦЕНКА РИСКОВ И ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ЛАБОРАТОРИИ СП «САНТА БРЕМОР» ООО.....	39
Липай Н.А. ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ ШТАММА ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩЕГО ГРИБА <i>CONIOPHORA PUTEANA</i> К ОПРЕДЕЛЕНИЮ БИОСТОЙКОСТИ СРЕДСТВ ЗАЩИТНЫХ ДЛЯ ДРЕВЕСИНЫ.....	40
Марзан В.Г. КОНТРОЛЬ ПОРОДНОГО СОСТАВА НЕОДНОРОДНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ	41
Ермакович А.А., Плешевеня О.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ.....	42
Енюков Е.И. ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЙ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ВЕЩЕСТВА В СУБСТАНЦИИ «ПРЕДНИЗОЛОН»	43
Ермоленко Ю.А. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ СУЛЬФАСАЛАЗИНА В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ.....	44
Сербин И.С., Война Ю.С. ИССЛЕДОВАНИЕ ОКИСЛЕНИЯ КУПАЖЕЙ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК НА ИХ ОСНОВЕ	45
Купцова Е.Ю. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОГО ЗАХОРОНЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ АЭС	46
Яковлева В.Ю. СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ НЕДЕЛЬНОГО РАЦИОНА ПИТАНИЯ КОНКРЕТНОЙ ГРУППЫ НАСЕЛЕНИЯ	47
Лескевич А.Д. РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ УЯЗВИМОСТИ ДЛЯ ПИЩЕВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО УЧАСТКА ПО ВЫПУСКУ ПИЩЕВОЙ ЖИДКОЙ УГЛЕКИСЛОТЫ НА ОАО «ГРОДНО АЗОТ».....	48
Руцкая Ю.С. РЕЗУЛЬТАТЫ SWOT-АНАЛИЗА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ЛАБОРАТОРИИ РУП «БЕЛМЕДПРЕПАРАТЫ» ПРОИЗВОДСТВА В Г. ЛИДА.....	49
Белявская В.П. УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ДЛЯ КАЧЕСТВА ПРИ ВАЛИДАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА ПРОТИВООПУХОЛЕВЫХ ПРЕПАРАТОВ.....	50
Савочкина К.В. ВАЛИДАЦИЯ МЕТОДИКИ ГАЗОХРОМАТОГРАФИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛЕТУЧИХ ХИМИЧЕСКИХ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ, ВЫДЕЛЯЮЩИХСЯ ИЗ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ВОЗДУШНУЮ СРЕДУ.....	51
Каючкина В.С. ИЗУЧЕНИЕ МИГРАЦИИ БИСФЕНОЛОВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ	52
Марзалюк Е.М. ИЗУЧЕНИЕ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ С ЦЕЛЬЮ РАЗРАБОТКИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ДОБАВКИ.....	53
Ефименко А.А., Масехнович А.А. АНАЛИЗ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЖЕЛЧИ.....	54
Семенова К.В., Масехнович А.А. ПРОБОПОДГОТОВКА ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД ДЛЯ БИОТЕСТИРОВАНИЯ	55
Сычевич И.Ю. ПОЛУЧЕНИЕ ФЕОФИТИНА И ХАРАКТЕРИСТИКА ЕГО СВОЙСТВ	56
Прохореня Д.В. ГИПОХЛОРИТ НАТРИЯ КАК АЛЬТЕРНАТИВА ХЛОРУ В ПРОЦЕССЕ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ.....	57
Дурнова Т.А. ПОЛУЧЕНИЕ СИНТЕТИЧЕСКОГО ГИДРОКСИАПАТИТА.....	58
Миронович В.К. АНАЛИЗ АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ ПОЛИГЕКСАМЕТИЛЕНГУАНИДИНА В СОСТАВЕ ПЛЕНОК.....	59
Грицевич Е.Н. ВЫБОР СПОСОБА ИНКАПСУЛИРОВАНИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ.....	60
Ахламёнок Т.П. СИНТЕЗ НАПРАВЛЯЮЩЕЙ РНК, МОДИФИЦИРОВАННОЙ R6G – ЛИГАНДОМ ЦЕЛЕВОЙ ДОСТАВКИ В МИТОХОНДРИИ	61
Косяк Д.А. ВЫДЕЛЕНИЕ ГИПЕРИЦИНА ИЗ НАСТОЙКИ «ДИАГИПЕРОН».....	62
Корзун В.И. ПРИМЕНЕНИЕ НИТРОКСИЛЬНЫХ РАДИКАЛОВ В КАЧЕСТВЕ СПИНОВЫХ МЕТОК ...	63
Финогенов Т.А., Лазовская О.И. РАЗРАБОТКА СОСТАВА МАСЛЯНОЙ ИНЪЕКЦИОННОЙ СУСПЕНЗИИ АМОКСИЦИЛЛИНА ДЛЯ ВЕТЕРИНАРИИ	64
Хамрителева М.С., Финогенов Т.А., Коломийцев И.Р. ИЗУЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ 10%-НОГО РАСТВОРА ФЛОРФЕНИКОЛА.....	65
Лукашевич С.О., Лапян Е.В. ДИНАМИКА СНЯТИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ СТОЧНЫХ ВОД ПО ОБЩЕМУ ПОТРЕБЛЕНИЮ КИСЛОРОДА ГРАНУЛИРОВАННЫМ АКТИВНЫМ ИЛОМ.....	66
Лукашевич С.О., Лапян Е.В., Пархимович В.И. ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ И НАУЧНО- ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ В НОРВЕЖСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК.....	67

Сороговец В.В. СОДЕРЖАНИЕ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА В ВОЗВРАТНЫХ ПОТОКАХ СТОЧНЫХ ВОД.....	68
Юрченко А.А. ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАПИТКОВ БРОЖЕНИЯ ...	69
Люля А.С. АНТИМИКРОБНЫЕ СВОЙСТВА РАСТЕНИЙ.....	70
Минченя А.А., Климович П.Г. ВЫДЕЛЕНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ ИЗ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	71
Мещерякова К.А., Бушкевич Н.В. ТАБЛЕТИРОВАННЫЙ ФИТОЧАЙ.....	72
Саутина Е.А., Сергиевич Д.С. ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВЕННЫХ БАКТЕРИЙ ДЕГРАДИРУЮЩИХ ПОЛИЛАКТИД.....	73
Салов Е.С., Сакович А.С. АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ЗАЩИТНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ	74
Граник А.М., Альшевская Л.В. ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ БИОУДОБРЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ТОМАТОВ.....	75
Ефимович В.М. БИОЭКВИВАЛЕНТНОСТЬ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ.....	76
Адамцевич Н.Ю. ИЗВЛЕЧЕНИЕ ФЛАВОНОИДОВ ИЗ ЦМИНА ПЕСЧАНОГО (<i>HELICHRYSUM ARENARIUM L.</i>) РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ	77
Латышов Р.С. ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ КЕРАМИКА В СИСТЕМЕ $Ca_3Co_4O_{9+\delta} - Co_2O_3$	78
Касач А.А. ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОКРИСТАЛЛИЗАЦИИ СПЛАВА Cu-Sn ИЗ СЕРНОКИСЛОГО ЭЛЕКТРОЛИТА В ОБЛАСТИ UPD Sn.....	79
Липпинг Я. А., Черепко А. О., Касач А. А. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ Cu-Sn-TiO ₂ ИЗ СУЛЬФАТНОГО ЭЛЕКТРОЛИТА.....	80
Широкова А.В., Курилович М.А. ЛИТИЙ-ИОННЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ.....	81
Осипенко М.А., Потихонин Д.Е. ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА АНОДНО-ОКСИДНЫХ ПОКРЫТИЙ НА СПЛАВАХ АЛЮМИНИЯ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ СОЕДИНЕНИЯМИ ХРОМА (III)	82
Махнориллов В.И., Осипенко М.А., Касач А.А. ВЛИЯНИЕ ТЕРМООБРАБОТКИ НА КОРРОЗИОННЫЕ СВОЙСТВА СВИНЕЦСОДЕРЖАЩИХ МОДИФИЦИРОВАННЫХ АНОДНО-ОКСИДНЫХ ПОКРЫТИЙ НА СПЛАВАХ АЛЮМИНИЯ	83
Саскевич В.В. ИЗУЧЕНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ СТАЛИ ПОКРЫТОЙ ЦИНКОСОДЕРЖАЩИМИ КРАСКАМИ.....	84
Черепко Д.Н. ХИМИЧЕСКАЯ МОДИФИКАЦИЯ ПОЛИЭТИЛЕНА, ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ПУТЬ ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ЕГО ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ.....	85
Мастицкая О.С. НОВОЕ В МОДИФИКАЦИИ ПОЛИПРОПИЛЕНА.....	86
Соболь А.С. НОВЫЕ МОДИФИКАТОРЫ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ ОЛИГОМЕРОВ.....	87
Е.С. Запольская ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИАМИДОВ.....	88
Бабкина Е.Г., Синюкович Д.Н., Иванова Е.Ю. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ	89
Грудовик И.С., Чабан Т.В. ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ СТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ДОБАВОК РАЗЛИЧНОГО ТИПА НА СТРУКТУРУ ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ	90
Пугачев Н.С., Каньков Д.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ПЛОТНОСТЬ СШИВКИ БУТИЛОВОГО РЕГЕНЕРАТА.....	91
Супруненко А.Н., Романович А.В. ЦИНКНАПОЛНЕННАЯ ГРУНТОВКА ИЗ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	92
Духович Ю.В., Волощик Н.А., Мелешенко А.В., Богомоллова Д.И. ВОДНО-ДИСПЕРСИОННАЯ КРАСКА, МОДИФИЦИРОВАННАЯ СТЕКЛЯННЫМИ И КОРРУНДОВЫМИ МИКРОСФЕРАМИ.....	93
Волощик Н.А., Мелешенко А.В., Духович Ю.В., Карпицкая А.В. МОДИФИКАЦИЯ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ СТЕКЛЯННЫМИ МИКРОСФЕРАМИ.....	94
Ушак Н.С., Волощик Н.А., Черепко Д.Н. ВЫБОР МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРА ЧАСТИЦ В ВОДНЫХ СТИРОЛ-АКРИЛОВЫХ ДИСПЕРСИЯХ.....	95
Ушак Н.С. ЗАВИСИМОСТЬ СВОЙСТВ АКРИЛОВЫХ ДИСПЕРСИЙ И ПОКРЫТИЙ НА ИХ ОСНОВЕ ОТ СОСТАВА СОПОЛИМЕРОВ И УСЛОВИЙ ИХ СИНТЕЗА.....	96
Короткевич А.Е., Кулакова М.А., Сайко Я.И. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ ПИГМЕНТОВ В АЛКИДНЫХ ГРУНТОВКАХ.....	97
Липатова Е.А. ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ОТВЕРЖДЕНИЯ И СОДЕРЖАНИЯ ОТВЕРДИТЕЛЯ ДЛЯ ЭПОКСИДНЫХ ПОКРЫТИЙ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ДЛЯ ЗАЩИТЫ МЕДНЫХ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ.....	98

Авраменко Н.А. ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭКРАНИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ МЕТОДОМ 3D-ПЕЧАТИ	99
Даниленко А.С. ИЗУЧЕНИЕ СОВМЕСТНОГО ВЛИЯНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ДОБАВОК НА ТЕРМОСТАБИЛЬНОСТЬ ПОЛИАМИДА-6.....	100
Весна В.М., Заяц Е.А. ИССЛЕДОВАНИЕ СОВМЕСТИМОСТИ В СМЕСЯХ НА ОСНОВЕ ПОЛИАМИДА-6 И АБС-ПЛАСТИКА	101
Мартыненко Н.М. МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ СОВМЕСТИМОСТИ В ПОЛИМЕРНЫХ СМЕСЯХ НА ОСНОВЕ ПОЛИАМИДА И ПОЛИСТИРОЛА.....	102
Лапковская Д.А. ИННОВАЦИИ В ОБЛАСТИ ВТОРИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	103
Раковец Р.В. ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ЛИТЬЯ ПОЛИМЕРОВ ПОД ДАВЛЕНИЕМ.....	104
Коновод Т.А., Пономарева Е.С. РЕГУЛИРОВАНИЕ СОВМЕСТИМОСТИ В ПОЛИМЕРНЫХ СИСТЕМАХ.....	105
Дашкевич С.А. ПОЛУЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ЛИГНОСОДЕРЖАЩИХ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА ДЛЯ СЕЯНЦЕВ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД.....	106
Нахамчик Д.Н., Лагун В.Д. ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ФЛОКУЛЯЦИИ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ СУСПЕНЗИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ СОСТАВА	107
Лагун В.Д., Нахамчик Д.Н. ВЛИЯНИЕ ВИДА И РАСХОДА ФЛОКУЛЯНТА НА СВОЙСТВА САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОЙ БУМАГИ И СОДЕРЖАНИЕ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ В РЕГИСТРОВОЙ ВОДЕ.....	108
Мигель М.Ю. МАСЛО АМАРАНТА КАК ИСТОЧНИК БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ КОСМЕТИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ.....	109
Цыганек А.П. ЭКСТРАКТ АЙВЫ КАК ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ИНГРЕДИЕНТ МАЙОНЕЗА.....	110
Боркина Я.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КАНИФОЛЬНОЙ КОМПОЗИЦИИ.....	111
Адамцевич Н.Ю., Залуцкая А.М. ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ МИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ.....	112
Горст Е.В. ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ЭКСТРАКЦИИ ПЛОДОВ ЧЕРНОПЛОДНОЙ РЯБИНЫ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭКСТРАКТОВ.....	113
Малашко А.Д. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЩЕЛОЧНОЙ ЭКСТРАКЦИИ ПОДСОЛНЕЧНОГО ШРОТА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЛКА.....	114
Сасновская К.А. ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ГИДРОФИЛЬНОГО МАСЛА НА ЕГО СВОЙСТВА.....	115
Шемет Д.О. ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОЛИВКОВОГО МАСЛА.....	116
Толстяк А.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОДНОЛЕТНИХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТВЕРДОГО БИОТОПЛИВА.....	117
Турко П.М., Рожок И.В. СНИЖЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ СВОБОДНОГО ФОРМАЛЬДЕГИДА В ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТАХ.....	118
Дронь К.И. ГАЛАКТОЗИДАЗЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ.....	119

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ АНАЛИЗА
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ, СВЯЗАННЫХ С ВЫБРОСОМ АММИАКА
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ЗА 2007 – 2019 ГГ.**

К сожалению, утечка аммиака на производствах Беларуси – не редкость. Чаще всего утечка аммиака происходит на предприятиях, связанных с пищевой индустрией. Проведенный компьютерный анализ охватил 14 предприятий Республики Беларусь среди которых: «Молочный гостинце» (Минск), Клецкий филиал ОАО «Слуцкий сыродельный комбинат», Пинский мясокомбинат, Яновичский филиал ОАО «Молоко», Рогачевское РайПО, Калинковичский молочный комбинат, Молодечненская маслосырбаза, Бобруйский мясокомбинат, Слуцкий мясокомбинат, Ветковский молочный завод, Гродно Азот, «Нафтан» Новополоцк, Полоцкий филиал ОАО «Молоко» в Миорах и другие.

На филиале ОАО «Молоко» 25 сентября 2019 года случился выброс аммиака. По оценке МЧС, произошел из-за разгерметизации сварного шва холодильной установки. Работу цеха временно остановили. В 200 метрах от места происшествия находится школа, из нее эвакуировали 560 детей и 110 взрослых [1]. Именно это событие и стало причиной анализа информационных источников, где упоминалась утечка аммиака на предприятии.

В результате исследований были обработаны с помощью компьютера сведения о чрезвычайных ситуациях, количестве эвакуированных людей, способах ликвидации чрезвычайного происшествия, а также о причинах, в связи с которыми произошла утечка аммиака. Информация получена из новостных порталов, сайта министерства чрезвычайных ситуаций. В результате мониторинга были выявлены основные причины и установлено, что чаще всего утечка аммиака происходит из-за нарушения целостности хранилищ, сосудов и трубопроводов, износ оборудования и антропогенный фактор. Так по невнимательности, некомпетентности и неосторожности работников причинами утечки стали случаи на Ветковском молочном заводе, Бобруйском мясокомбинате, Молодечненской маслосырбазе.

Основными практическими методами ликвидации утечки аммиака являются: водяная завеса, которая не дает возможности распространяться аммиачному облаку и прибавляет его к земле, откачивание аммиачной воды. На места утечек специалистами устанавливаются бандажы, которые предотвращают дальнейшее несанкционированное распространение вещества. Как правило, для восстановления производства после утечки аммиака требуется от двух часов до суток. По изученной информации можно сделать вывод, что на данных предприятиях люди достаточно хорошо информированы о правилах эвакуации, так как на всех предприятиях эвакуация при утечке была завершена до прибытия МЧС. Однако, случаи, где есть пострадавшие, говорят о том, что опасность реальна и не стоит пренебрегать учебными мероприятиями по проведению эвакуаций, оказанию первой доврачебной помощи.

Для детального изучения проблемы также были подготовлены вопросы и проведен опрос жителей Беларуси, в котором приняло участие более 160 человек возраста 14 – 25 лет. В вопросах содержались сведения об информированности и практических знаниях, о правилах безопасности в случае ЧС на химически опасном объекте. В результате опроса было выяснено, что информированность о химически опасных веществах находится на низком уровне. Одним из способов решения этой проблемы является создание информационного буклета о опасных химических веществах и способах оказания первой помощи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сервис предоставляющий архив белорусских новостей. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://naviny.by/tag/utechka-ammiaka> – Дата доступа: 14.10.2019.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СРЕДСТВАМИ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ АККЛИМАТИЗАЦИИ ИНВАЗИВНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО)

Важнейшей экологической проблемой современности является проблема сохранения видового разнообразия животных и растений. Растения, чужеземные для данной территории, ботаники называют адвентивными. Адвентивные виды растений, ведущие себя агрессивно по отношению к местным, называют инвазионными. Борщевик Сосновского – инвазионный вид для Беларуси, он не только агрессивен, но и опасен для жизни и здоровья человека.

Высота 3-4,5 м, диаметр стебля у корневой шейки 6-10 см, глубина корня 2 метров, диаметр главного зонтика от 0,9 м до 1,2м [1].

Это растение не просто вредное, но и опасное: его сок вызывает сильные ожоги, которые долго не заживают. Сначала кожа краснеет, потом возникает боль, отек, волдыри, наполненные светлой непрозрачной жидкостью. Борщевик является дыхательным и контактным аллергеном, что вызывает летальные случаи у людей, склонных к аллергиям.

Топологические особенности: высокая плодовитость, способность распространяться на большие расстояния, высокая всхожесть, высокая конкурентность, способность отрастания, высокая сохранность в местах произрастания, приспособляемость, неприхотливость.

В Республике Беларусь Борщевик Сосновского был завезен как кормовое растение. Однако при кормлении коров борщевиком молоко имело неприятный запах и горький вкус, при обработке не створаживалось. После прекращения его культивирования не было применено должных мер для ограничения численности, сейчас в одной только Витебской области он покрывает площадь в 2964,96 га. Наибольшие популяции в Браславском, Ушацком и Витебском районах [2].

В Государственной программе Борщевик Сосновского внесен в список запрещенных к возделыванию.

Способы уничтожения зарослей борщевика: обрезка цветков в период бутонизации, сжигание растений, обработка гербицидами, агротехнические мероприятия, ручной индивидуальный способ, использование ремедиаторов.

В результате исследования разработана аналитическая модель. В ней численность растений – однозначная экспоненциальная функция. В показанной модели N – численность популяции, t – время, r – репродуктивный потенциал, dN/dt – изменение (прирост) численности популяции. Прогнозирование увеличения популяции с помощью моделирования базируется на расчете количества особей на площадь, зная среднюю продуцирующую способность каждой из них, и первоначально занимаемые территории можно рассчитать, как быстро, и на какой площади может распространиться Борщевик Сосновского за определенное время.

В результате исследований установлено, что, в течение нескольких лет Борщевик Сосновского, обладая высокой экологической пластичностью, захватывает все подходящие места и почвы, вытесняя традиционную растительность, он полностью занимает территорию, превращаясь в доминирующий вид. Экологическая экспансия борщевика приводит к уничтожению привычных пищевых цепей и обеднению экосистемы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ламан, Н.А. Гигантские борщевики – опасные инвазивные виды для природных комплексов и населения Беларуси / Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси.: Минск, 2009. – 40 с.

2. Борщевики и борьба с ними [Электронный ресурс]: статья: по материалам Ткаченко, К.Г. – Режим доступа: <http://www.gardenia.ru/pages/borsh001.htm>. – Дата доступа: 03.11.2019.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЯДЕРНОЙ И РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЕКТА БЕЛОРУССКОЙ АЭС

Ядерные технологии и техника активно входят в нашу жизнь. Республика Беларусь ведет строительство АЭС. Однако, несмотря на множество плюсов, ядерные технологии имеют много минусов, основной из которых – аварии на радиационно-опасных объектах, наносящие большой материальный ущерб. Самые крупные катастрофы современности – аварии на Чернобыльской АЭС и на АЭС «Фукусима-1» подорвали доверие к ядерной энергетике, и обусловила принятие мер по повышению безопасности АЭС. Они предусматривают создание и поддержание высокого уровня системы реагирования на возможные техногенные аварии [1].

Белорусская АЭС – результат эволюционного развития наиболее распространенного и, как следствие, наиболее технически совершенного типа станций – АЭС с ВВЭР-1200 (водо-водяными энергетическими реакторами). В качестве теплоносителя и в качестве замедлителя нейтронов в таком реакторе используется "легкая" (обычная) вода, свойства которой давно изучены. Поэтому он характеризуется конструктивной простотой и технологичностью.

Принятая в мире аббревиатура для этих реакторов – PWR (pressurized water reactor) – реактор с водой под давлением. Проект строительства БелАЭС от Росатома, основанный на технологии возведения водо-водяного энергетического реактора (ВВЭР), имеет ряд преимуществ – в первую очередь с точки зрения безопасности и надежности.

Прежде всего, это самая распространенная технология реакторных установок в мире. И все мировые компании, занимающиеся строительством реакторных установок, имеют в своем пакете предложения по возведению объектов по данной технологии.

Реакторы типа ВВЭР имеют компактные размеры, и это позволяет эффективно построить целую систему барьеров на пути распространения радиоактивных веществ в окружающую среду. Это тоже один из немаловажных плюсов этой технологии.

И наконец, в реакторах с водо-водяным теплоносителем-замедлителем реализуются отрицательные обратные связи по температуре теплоносителя, топлива, по мощности реакторной установки типа ВВЭР, что делает ее внутренне самозащищенной [2].

Вместе с тем на Белорусской АЭС предусмотрена двойная гермооболочка реактора для защиты от внутренних и внешних воздействий, а количество каналов безопасности увеличилось до 4-х. Появились пассивные системы безопасности, вступающие в работу автоматически, не требующие вмешательства оператора. Это ноу-хау российских разработчиков имеет весь спектр систем безопасности, которые учитывают опыт аварии на Фукусиме. На Ленинградской АЭС-2 уже запущен подобный реактор, что также подтверждает надежность и проверенность технологий, используемых на БелАЭС. Схема энергоблока и системы безопасности проект АЭС-2006 отличается повышенными характеристиками безопасности и технико-экономическими показателями и полностью соответствует международным нормам и рекомендациям МАГАТЭ.

Вопрос радиационной безопасности будущей АЭС является основным среди тех, что интересуют общественность. Двухконтурная система безопасности БелАЭС позволяет минимизировать выход радиации, а огромный опыт эксплуатации подобных реакторов, в свою очередь, существенно повысил их радиационную безопасность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адрушечко С.А., Афров А.М. АЭС с реактором типа ВВЭР-1000. От физических основ эксплуатации до эволюции проекта. – М.: Логос, 2010. – 604 с
2. Овчинников Ф.Я., Семенов В.В. Эксплуатационные режимы водо-водяных энергетических реакторов. – 3 изд., пер. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 359 с.

**АНАЛИЗ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС В ЗОНЕ
ОТЧУЖДЕНИЯ 33 ГОДА СПУСТЯ**

Прошло 33 года с тех пор, как произошла трагедия на Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС), однако всю тяжесть последствий этого инцидента невозможно точно оценить даже сейчас. В результате аварии на ЧАЭС десятки тысяч гектаров леса испытали мощное радиоактивное загрязнение. Уровни радиации в лесу были просто чудовищными – сосна ощутимо страдает от радиации уже при дозе в 100 рад, а дозы, полученные сосновым лесом составили около 5000-10000 рад. Высокая доза поглощённой дозы радиации привела к гибели леса (преимущественно соснового) и окрашиванию их в буро-красный цвет, которое произошло в течение 30 минут после взрыва. Местность, где произрастал «рыжий лес» остается одним из самых загрязненных районов сегодня.

Белорусские и британские экологи провели масштабную проверку ситуации в зоне отчуждения вокруг ЧАЭС и пришли к выводу, что животные вернулись на зараженные территории, которые сейчас больше напоминают заповедник, чем эпицентр крупнейшей техногенной аварии 20 века. Белорусские учёные также наблюдают за природными явлениями в зоне отчуждения на примере Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (ПГРЭЗ). Заповедник был основан в 1988 г. на землях белорусского сектора зоны отчуждения (30-километровой зоны) на площади 131,4 тыс.га. Административный центр заповедника находится в г. Хойники. В 1993 г. площадь заповедника увеличена до 215,5 тыс. га за счет присоединения 39,6 тыс. га земель зоны эвакуации (отчуждения) и 45,5 тыс. га земель зоны отселения.

Радиационная обстановка на территории заповедника после катастрофы сильно изменилась. Так, в середине июня 1986 г. на северной и западной границах заповедника мощность экспозиционной дозы гамма-излучения составляла 3500–4000 мкР/час, а на граничащих с аварийным блоком участках – 220 000–300 000 мкР/час. В настоящее время этот показатель составляет 50-60 мкР/час на северной и западной границах и 1 600–2 600 мкР/час на наиболее загрязненных участках. В целом радиационная обстановка в заповеднике остается достаточно сложной и улучшения в ближайшее время не ожидается.

Здесь тоже отмечается увеличение численности популяций животных, появление редких видов и видов, ранее не наблюдавшихся на данной территории. Так, на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника появилась лошадь Пржевальского. Так, в чернобыльской зоне опять появились уникальные для Украины бурые медведи. Кроме прямого влияния на численность особей в популяциях животных, существует ещё и другая опасность для всего живого в регионе, к тому же имеющая далеко идущие последствия – мутации. Мутациям подвержены не только животные, но и растения. Так, на территории, поражённой радиацией, можно нередко встретить сосну-мутанта, которая из дерева превратилась в куст.

Некоторые наши действия могут иметь последствия, всю глубину и тяжесть которых можно будет оценить только спустя многие десятилетия. На примере экосистем зоны отчуждения мы можем запустить процесс этого понимания. Остаётся только надеяться на то, что природа сможет залечить раны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крышев, И. И. Радиоэкологические последствия Чернобыльской аварии / И. И. Крышев, Р. М. Алексахин, И. Н. Рябов [и др.]. — М. : Наука, 1991. — 190 с.;
2. <http://teachpro.ru/EOR/School%5COBJSupplies8/Html/der08095.htm> ;
3. <https://ecoidea.by/ru/article/1362> ;
4. https://www.gazeta.ru/science/2014/04/26_a_6000157.shtml ;
5. <https://ria.ru/20151005/1297224767.html?in=t> ;
6. <https://www.chornobyl.com.ua/ry-zhij-les/>.

**ЭКОЛОГО-БЕЗОПАСНЫЕ УСЛОВИЯ В СОЛИГОРСКОМ
ГОРНОПРОМЫШЛЕННОМ РАЙОНЕ**

С открытием Старобинского месторождения калийных руд в начале 60-х годов прошлого столетия возник источник трансформации природной среды, исключительный как по масштабам, так и по интенсивности своего освоения. На рассматриваемой территории существуют природные предпосылки для потенциальной экологической угрозы местным ландшафтам, речным и пойменным экосистемам таких рек как Случь, Припять и Днепр.

За время разработки и эксплуатации Старобинского месторождения на земной поверхности в 4-х солеотвалах накопилось около 600 млн. т галитовых отходов высотой 100-120 м на площади около 5 км² и более 65 млн. т глинисто-солевых шламов в шламохранилищах площадью выше 7 км². Стационарные источники здесь выбрасывают около 10 тыс. т загрязняющих веществ в год. Около 98% из них приходится на долю «Беларуськалий» [1].

Оседание земной поверхности проявляется на большей площади, чем отработанные части месторождения. При отработке двух калийных горизонтов конечная величина оседания земной поверхности достигает 4,0-4,5 м. Эти процессы вызывают деформацию зданий и сооружений. Следствием просадок являются процессы заболачивания, подтопления и затопления.

Уже в первые годы эксплуатации месторождения калийных руд выявлено засоление подземных вод на глубину до 20-30 м, в отдельных скважинах в подземном водоносном горизонте минерализация вод достигает 37,0 г/дм³. Глубина проникновения рассолов достигает 100-120 м, то есть на всю мощность зоны активного водообмена. Высокое содержание солей калия и натрия в почве отрицательно сказывается на качестве почвенного гумуса, от свойств и характеристик которого в значительной степени зависит плодородие всех типов почв [2].

В зоне влияния «Беларуськалий» выделены 3 зоны воздействия на растительность: зона сильного воздействия (отмечена гибель от 80 до 100% древостоя сосны); зона среднего воздействия (большинство экземпляров имеют до 50% сухих ветвей); зона слабого воздействия (дефекты выражены слабо) [3].

Несмотря на большие объемы выбросов, загрязнение воздуха в Солигорске по большинству показателей не достигает уровней предельно допустимых концентраций. Исключение составляет хлористый водород, концентрация которого нередко превышает допустимый уровень. Утилизация промышленных отходов позволит обеспечить эколого-безопасные условия жизнедеятельности населения в Солигорском горнопромышленном районе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Интернет-портал Студопедия [Электронный ресурс] / Экологические проблемы Солигорского горнопромышленного района — Режим доступа: https://studopedia.su/12_140226_ekologicheskie-problemi-soligorskogo-gornopromishlennogo-rayona.html — Дата доступа: 19.11.2019.

2. Главный информационно-аналитический центр Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Локальный мониторинг окружающей среды за 2006-2016 гг. — Режим доступа: <http://www.nsmos.by/content/182.html> — Дата доступа: 19.11.2019.

3. Главный информационно-аналитический центр Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Мониторинг лесов за 2006-2018 гг. — Режим доступа: <http://www.nsmos.by/content/176.html> — Дата доступа: 19.11.2019.

**АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СВИНЦА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ЧЕЛОВЕКА
С СОСТАВЛЕНИЕМ КАРТЫ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПОЧВ БЕЛАРУСИ**

Свинец – почти идеальный металл для всего, ведь он обладает важными достоинствами для промышленности [1].

Можно перечислять очень много областей, где применение свинца просто необходимо: изготовление пуль, производство мощных смесевых взрывчатых веществ, радиационной защиты в рентгеновских установках и в ядерных реакторах, обработка внутренней поверхности химической аппаратуры, трубы для перекачки кислот и сточные трубы химических лабораторий, печать книг, журналов, газет, из некоторых соединений данного металла изготавливают краски и красители [2].

Необходимо отметить относительную дешевизну свинца по отношению к другим металлам. Но так ли совершенен свинец?

Свинец – это тяжелый металл, токсичный даже в очень небольших дозах и оказывающий пагубное воздействие на здоровье человека. Данное вещество способно вызывать негативные неврологические последствия, а также оказывать отрицательное воздействие на сердечно-сосудистую систему, почки, желудочно-кишечный тракт, кровеносную и репродуктивную системы человека. Неврологические и поведенческие последствия воздействия свинца считаются необратимыми. Характер и тяжесть последствий зависит от продолжительности, уровня и времени воздействия. Безопасная концентрация в крови до сих пор неизвестна [1].

Высокий уровень выбросов свинца в атмосферу происходит в следующих отраслях производства; производство аккумуляторов; химический комплекс; стекольные предприятия; консервное производство; деревообрабатывающая промышленность; предприятия оборонной промышленности. Вследствие глобального загрязнения окружающей среды свинцом, он стал вездесущим компонентом любой растительной и животной пищи. В организм человека свинец поступает с пищей, а в сельскохозяйственные культуры из загрязненной почвы.

В ходе работы были проанализированы данные за последние 7 лет о количественном содержании тяжелого металла в почвах более 20 городов РБ. Было выявлено, что на протяжении последних 5 лет концентрация свинца в почвах значительно снизилась, но по-прежнему превышает ПДК (32 мг/кг) в городах и районах, где сконцентрировано большое количество источников выброса свинца в окружающую среду. В данный список городов попали Минск (48 мг/кг), Брест (37 мг/кг), Барановичи (38 мг/кг), Кричев (63 мг/кг) и другие крупнопромышленные города и районы. После анализа была составлена карта о количественном содержании свинца в почвах РБ за последние 2 года [3].

Первоначальная причина бытового и природного загрязнений – промышленное производство. Необходимо заметить, что главной причиной интоксикации является загрязнение воздушной среды. Главная цель на сегодняшний день - совершенствование технологий производства для сокращения выделений вредных веществ, а также проведение мероприятий, сокращающие выбросы загрязняющих веществ в атмосферу [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. Свинец как скрытая угроза. Свойства и влияние свинца на окружающую среду. [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: https://best-stroy.ru/statya_remont-plastikovykh-okon_3513 – Дата доступа: 28.1.2019.
2. Свинец: [Электронный ресурс]. – 2017. – <https://ru.wikipedia.org/wiki/Свинец> – Дата доступа: 28.10.2019.
3. Мониторинг земель. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nsmos.by/uploads/archive/Sborniki/1%20SOIL%20Monitoring%202018.pdf> – Дата доступа: 08.10.2019.

**ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ БИТУМОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ
ЛИНЕЙНЫМ БЛОК-СОПОЛИМЕРОМ СТИРОЛА И БУТАДИЕНА**

Проблемы дорожного строительства неразрывно связаны с вопросами обеспечения отрасли качественными материалами и, прежде всего, стабильным битумным вяжущим – главным компонентом асфальтобетонного покрытия, который обеспечивает его высокую прочность, сдвиго-, трещино- и водостойчивость, и в то же время большую эластичность. В связи с этим исследования, направленные на повышение долговечности асфальтобетонных покрытий путём разработки новых составов качественных полимерно-битумных вяжущих, являются актуальными как с научной, так и с практической точек зрения.

В настоящее время широкое распространение получили полимерно-битумные вяжущие с использованием таких термопластов, как полиэтилен, полипропилен, полистирол, этиленвинилацетат (ЭВА), а также каучуки на основе полибутадиена, хлоропрена, этиленпропилена, стирол-бутадиен-стирола (СБС), дивинилстирола и полиуретана.

Анализ научно-технической информации показал, что наибольшее распространение для получения полимерно-битумных вяжущих получили сополимеры стирола и бутадиена. При этом существующие исследования по модификации основаны на использовании нефтяных дорожных битумов марок БНД 60/90 и БНД 90/130 согласно ГОСТ 22245, а данных об модификации битумов, полученных по ГОСТ 33133 фактически нет.

В связи с этим целью данной работы являлось изучение процесса модификации нефтяных битумов марки БНД 70/100 (ГОСТ 33133), произведенных в РУП «Нефтебитумный завод», Республика Беларусь, линейным блок-сополимером стирола и бутадиена и установление оптимальных концентраций для данной марки битума. В качестве полимерного модификатора применялся сополимер стирола и бутадиена марки Kraton D-1101 AS - линейный блок-сополимер с содержанием стирола 31 мас. %.

Приготовление полимерно-битумных вяжущих осуществляли по следующей технологии: в нагретый до 160–180°C нефтяной битум вводили полимер в количестве 2–5 мас. % при интенсивном перемешивании на диспергаторе ИКА T18 Ultra Turrah. Для всех полученных образцов полимерно-битумных вяжущих определяли следующие качественные показатели: индекс пенетрации, температура размягчения по методу кольца и шара, пенетрация.

На основе экспериментальных данных были получены зависимости температуры размягчения, пенетрации и индекса пенетрации от концентрации линейного сополимера стирола и бутадиена. При анализе этих зависимостей было выявлено, что при добавлении СБС в битум его свойства изменяются следующим образом: с повышением концентрации полимерной добавки значительно увеличивается температура размягчения и индекс пенетрации, пенетрация при этом снижается. При этом, оптимальная концентрация линейного сополимера стирола и бутадиена при введении его в нефтяной битум марки БНД 70/100 составляет 3–4 мас. %, т.к. при таких значениях достигается оптимальная структура полимерно-битумного вяжущего.

ОЦЕНКА СОВМЕСТИМОСТИ БИТУМА С СОПОЛИМЕРАМИ ВИНИЛАЦЕТАТА

Модифицированные полимерама нефтяные битумы широко применяются в дорожном строительстве благодаря их высокой пластичности, прочности и способности выдерживать без разрушений воздействие низких температур и температурных перепадов. Как известно, целью введения полимерных добавок является создание композиции с преобладающими свойствами полимера, сохраняющимися в течение всего срока эксплуатации, однако это возможно только в том случае, когда полимер в битуме равномерно распределен и образует плотную полимерную сетку. Было установлено, что совместимость полимера и битума зависит от содержания и качества вводимого полимера, асфальтенов и масляной фракции битума [1]. Проблема смешения и совместимости полимера с битумом всегда существует при получении высококачественных полимерно-битумных материалов, поэтому разработка способов оценки совместимости битума с различными полимерами является важной и актуальной задачей для нефтеперерабатывающей промышленности.

В работе были рассмотрены существующие научные подходы при оценке однородности и совместимости нефтяного битума с полимерными материалами различной природы. Создание устойчивой структуры полимерно-битумных материалов обусловлено термодинамическим сродством битума и применяемого полимера, которое может быть оценено по растворимости асфальтенов и мальтенов битума и полимера в различных растворителях.

Анализ научно-технической информации показывает, что степень совместимости нефтяного и полимерного компонента в полимерно-битумном материале может быть оценена по растворимости последнего в толуоле, близкому по параметру растворимости с мальтеновой фракцией битума.

Кроме того, в последние годы все большее внимания уделяют микроскопическим методам исследования структуры полимерно-битумных вяжущих, распределения частиц полимера в битуме, что в совокупности позволяет оценить совместимость битумного и полимерного компонента (например, электронно-сканирующая и зондовая микроскопия).

В данной работе были получены полимерно-битумные материалы на основе нефтяного битума марки 70/100 и сополимеров этилена и винилацетата при температуре 160°C, времени перемешивания от 30 мин до 2 ч. Установлено, что на распределение полимерной добавки в нефтяном битуме значительное влияние оказывает способ перемешивания. Так, при использовании перемешивания с помощью лопастной мешалки после охлаждения смеси наблюдалось ее расслоение на полимерный и битумный слои, а при использовании диспергатора – нет. В связи с этим, приготовление полимерно-битумных вяжущих осуществляли на диспергаторе ИКА Т18 Ultra Turrax, что обеспечивало получение однородных вяжущих.

Согласно полученным экспериментальным данным, установлено, что нефтяной битум обладает хорошей совместимостью с сополимерами этилена и винилацетата, а получаемые полимерно-битумные вяжущие характеризуются улучшенными качественными показателями и увеличенным интервалом пластичности по сравнению с немодифицированными битумами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ганеева, Ю. М. Оценка совместимости олефиновых термоэластопластов с окисленными битумами различной коллоидной структуры / Ю. М. Ганеева // Журнал прикладной химии. – 2009. – №7. – С. 1183–1185.

ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА В ПРОИЗВОДСТВЕ ДОРОЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Одна из наиболее острых экологических проблем современности – рост количества полимерных отходов. Эта проблема осложняется тем, что процесс разложения многих полимеров в естественных условиях занимает длительное время (в случае полиэтилентерефталата более 80 лет). Поиск наиболее безопасных методов переработки полимерных отходов с наименьшими затратами на экологические мероприятия является важной частью эффективной стратегии управления полимерными отходами.

Второе место по количеству образующихся отходов после полиэтилена занимает полиэтилентерефталат, главным образом, накапливаемый в виде бутылок (20% от всего количества полимерных отходов). Ежегодно в Республике Беларусь на одного человека приходится в среднем 15 кг отходов полиэтилентерефталата, малая часть из которых перерабатывается для получения вторичной продукции.

Полиэтилентерефталат (ПЭТФ) представляет собой сложный термопластичный полиэфир терефталевой кислоты и этиленгликоля. Полиэтилентерефталат является прочным, жёстким, но лёгким материалом. В отличие от полиэтилена переработка ПЭТФ связана с некоторыми проблемами: термическая утилизация (сжигание) осложнена образованием вредных и токсичных продуктов в виде пепла и газов, механическая переработка во вторичную продукцию возможна только при температурах свыше 250°C, при этом получаемый вторичный ПЭТФ характеризуется ухудшенными прочностными и физико-механическими свойствами. В связи с этим, наиболее целесообразным способом переработки отходов ПЭТФ представляется его химическая переработка, однако процессы химического деструкции ПЭТФ-отходов с образованием мономеров требуют высоких капитальных затрат и являются сложными в своем технологическом оформлении.

На основе анализа научно-технической информации установлена, что перспективным способом утилизации отходов ПЭТФ является их частичная химическая деструкция с образованием олигомерных продуктов, которые можно применять в качестве модификатора в производстве битум-полимерных материалов для дорожного строительства. В этом случае химическая переработка полимерного отхода проводится в более мягких условиях, в частности при температуре до 250°C и атмосферном давлении.

Целью данной работы являлось сравнение и анализ методов частичной химической деструкции отходов ПЭТФ, и получение олигомерной добавки для модификации нефтяного битума на основе продуктов деструкции.

В результате работы был разработан способ частичной деструкции ПЭТФ, продукты которой являются эффективными модификаторами для нефтяных битумов. Получаемые битумно-полимерные материалы с использованием продуктов деструкции ПЭТФ характеризуются улучшенными качественными показателями по сравнению с немодифицированными нефтяными битумами.

Таким образом, в работе показана возможность использования отходов полиэтилентерефталата в производстве дорожных материалов, что позволяет с одной стороны утилизировать трудно разлагаемые в естественных условиях полимерные отходы, а с другой, улучшить качественные показатели дорожных материалов.

ВЛИЯНИЕ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА МИНЕРАЛЬНЫХ МАСЕЛ НА СЕЛЕКТИВНУЮ ОЧИСТКУ N-МЕТИЛПИРРОЛИДОНОМ, СОДЕРЖАЩИМ ДОБАВКУ МТБЭ

Классический вариант технологического процесса производства нефтяных масел включает следующие стадии: вакуумную дистилляцию мазута с получением масляных дистиллятов и гудрона, деасфальтизацию гудрона с целью получения концентрата смолисто-асфальтеновых веществ (асфальта) и деасфальтизата, селективную очистку методом жидкостной экстракции, депарафинизацию, гидроочистку, контактную очистку [1]. Объектом исследования в данной работе являлась стадия селективной очистки масляных дистиллятов промышленным экстрагентом N-метилпирролидоном (N-МП).

Известно [2], что интенсифицировать процесс экстракции возможно путем введения в базовый растворитель соэкстрагента. В качестве последнего в работе впервые был использован метил-третбутиловый эфир (МТБЭ), получаемый в ОАО «Мозырский НПЗ». МТБЭ с N-метилпирролидоном вводили в вакуумный дистиллят (ВД₂, ВД₄) – сырье, для селективной очистки, полученное при вакуумной перегонке мазута в ОАО «НАФТАН» и исследовали влияние фракционного состава вакуумных дистиллятов на показатели экстракции (таблица).

Таблица – Результаты селективной очистки вакуумных дистиллятов ВД–2 ($n_D^{50} = 1.490$) и ВД–4 ($n_D^{50} = 1.5023$) при кратности растворителя к сырью равной 3:1

Наименование	Выход рафинатов, мас. %	Показатель преломления рафината, n_D^{50}	$\vartheta^{50} / \vartheta^{60}$
ВД-2+N-МП	56.0	1.4745	2.01
ВД-2+N-МП+5%мас. МТБЭ	50.7	1.4720	1.77
ВД-4+N-МП	48.8	1.4855	3.56
ВД-4+N-МП+5%мас. МТБЭ	49.5	1.4841	3.29

Согласно данным, представленным в таблице, независимо от фракционного состава перерабатываемого сырья, добавка МТБЭ в количестве 5мас.% к промышленному экстрагенту позволяет улучшить показатели очистки масляных фракций: Увеличивается выход рафината, снижается его показатель преломления, улучшается вязкостно-температурная характеристика. Исследование ИК-спектров рафинатов показало, что спектральные коэффициенты, оценивающие их степень ароматичности, парафинистости, окислинности и осерненности также уменьшаются. Это свидетельствует о том, что добавка МТБЭ к базовому растворителю процесса селективной очистки масляного дистиллята N-метилпирролидоном интенсифицирует удаление низкоиндексных компонентов из масла.

ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние природы сырья на эффективность селективной очистки масляных фракций N-метилпирролидоном, содержащим соэкстрагент / Е.И. Грушова [и др.] – Минск: БГТУ, 2006 – 39 с.
2. Грушова, Е.И. Применение добавок химических соединений для интенсификации процессов экстракции, флотации, адсорбции / Е.И. Грушова, А.И. Юсевич – Минск: БГТУ, 2006 – 182 с.

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МОДИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК ПРИ
ОКИСЛЕНИИ НЕФТЯНЫХ ГУДРОНОВ РАЗЛИЧНОЙ ВЯЗКОСТИ**

Нефтяные битумы – это основной вид вяжущих материалов, применяемых в дорожном строительстве. По классификации [1] нефтяные асфальтовые битумы – это вязко-жидкие либо мягкие и пластичные при нормальной температуре, или твердые и хрупкие продукты переработки нефти или ее производных. Для придания необходимых эксплуатационных характеристик современные битумные вяжущие модифицируют полимерами. Однако данные полимер-битумные вяжущие имеют склонность к расслоению, высокую себестоимость, а также существуют трудности в том, что для каждого вида сырья необходимо подбирать полимер, который будет с ним совмещаться.

В данный момент разрабатываются способы получения битумного вяжущего путём введения в гудрон модифицирующей добавки, например, многоатомного спирта [2]. Это позволит уменьшить энергетические и временные затраты на получение битумного вяжущего необходимого качества, так как структурирование вяжущего будет обусловлено как взаимодействием функциональных групп окисляемого сырья между собой, так и с функциональными группами вводимой добавки. Поэтому в данной работе стояла цель изучить влияние модифицирующей добавки при окислении нефтяных гудронов различной вязкости. В данной работе в качестве добавки использовали этиленгликоль – соединение, содержащее 2 функциональные (гидроксильные) группы. Окислению подвергали различное сырье: гудрон 1 ($t_{\text{разм.}}=21\text{ }^{\circ}\text{C}$) и гудрон 2 ($t_{\text{разм.}}=35\text{ }^{\circ}\text{C}$) при $t = 200\text{ }^{\circ}\text{C}$.

В таблице приведены результаты исследований влияния этиленгликоля на процесс окисления в зависимости от вязкости исходного нефтяного гудрона.

Таблица – Результаты исследований

Сырьё	$t_{\text{разм.}}, ^{\circ}\text{C}$	Структурно-групповой состав по данным ИК-спектроскопии					
		$C_a = \frac{D_{1600}}{D_{720}}$	$C_{\text{П}} = \frac{D_{720}}{D_{1600}}$	$C_s = \frac{D_{1600}}{D_{1465}}$	$C_o = \frac{D_{1700}}{D_{1465}}$	$C_p = \frac{D_{814}}{D_{1600}}$	$C_{\text{Н}} = \frac{D_{960}}{D_{1465}}$
Гудрон 1	31,8	1,078	8,106	0,148	0,103	8,441	0,031
Гудрон 1 + ЭГ 1%	33,1	1,129	8,004	0,128	0,087	8,710	0,027
Гудрон 2	41,9	1,134	7,732	0,187	0,124	7,845	0,034
Гудрон 2 + ЭГ 1%	46,9	1,226	7,512	0,153	0,196	7,651	0,036

Примечание: где C_a – коэффициент ароматичности, $C_{\text{П}}$ – коэффициент парафинистости, C_s – коэффициент осернённости, C_o – коэффициент окисленности, C_p – коэффициент разветвленности, $C_{\text{Н}}$ – содержание нафтеновых структур.

Из данных, приведённых в таблице, следует, что при повышении вязкости гудрона (как следствие изменения химического состава) изменяется и влияние добавки. В нашем случае повышение вязкости гудрона усиливает влияние добавки на процесс формирования состава битумного вяжущего, а именно интенсивней возрастает: температура размягчения, содержание ароматических структур, степень окисленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крейцер.Г.Д. Асфальты, битумы и пеки. М., Стройиздат. – 1952.
2. Влияние добавки пентаэритрита на свойства нефтяного битумного вяжущего / Грушова Е. И. [и др.] // Труды БГТУ. Сер. 2, Химические технологии, биотехнологии, геоэкология. – 2019. – №2. – С. 86–89.

ВЛИЯНИЕ НА СОСТАВ БИТУМА ДОБАВОК ГЛИКОЛЕЙ, ВВОДИМЫХ В ОКИСЛЯЕМЫЙ ГУДРОН

В настоящее время огромный интерес исследователи и практики проявляют к проблеме получения и практического использования так называемых полимер-битумных вяжущих. Обусловлено это тем, что совмещение (растворение) нефтяного битума и полимера позволяет получать вяжущее с повышенными характеристиками: тепло- и морозостойкостью, улучшенными адгезионными свойствами и др.

Однако, для получения полимер-битумных вяжущих необходимо наличие в модифицируемом битуме для совмещения полимера с окисленным битумом значительного количества разжижающего компонента. Это существенно влияет на состав и структуру вяжущего, усложняет технологию его получения [1].

Цель данной работы состояла в том, чтобы упростить технологию получения битумного вяжущего, модифицированного полимером за счет введения в окисляемый гудрон мономеров, содержащих функциональные группы [2]. Для решения поставленной задачи на одном из этапов работы были проведены сравнительные исследования свойств нефтяных битумных вяжущих, полученных при введении в окисляемый гудрон добавок этиленгликоля (ЭГ), пентаэритрита (ПЭ) и их смесей. В таблице приведены показатели, характеризующие эффективность влияния гидроксилсодержащих соединений на групповой состав полученных образцов окисленных битумов.

Таблица – Групповой состав битумов

Состав сырья	Групповой состав*			
	М	БС	СБС	А
Гудрон 1	71,99	9,34	4,69	13,98
Гудрон 1 + 1% мас. ЭГ	65,82	16,37	4,50	13,31
Гудрон 1 + 1% мас. (50% ЭГ + 50% ПЭ)	67,62	11,61	5,19	15,58
Гудрон 1 + 1% мас. ПЭ	64,25	10,58	5,42	19,75

Примечание: * М – нейтральные масла, БС – бензолные смолы, СБС – спирто-бензолные смолы, А – асфальтены.

Согласно данным таблицы, добавка ЭГ в большей степени инициирует образование смолистых соединений, а ПЭ – образование асфальтеновых структур, так как в последнем случае за счет наличия четырех гидроксильных групп в молекуле ПЭ создаются благоприятные условия для образования более плотных сложных структурных единиц нефтяных дисперсных систем.

Для подтверждения полученных результатов был проанализирован структурно-групповой состав вяжущих по данным ИК-спектроскопии. Сопоставление данных спектрального анализа и группового состава вяжущих, определенных по методу Маркуссона, показало, что модификатор ЭГ положительно влияет на пластичность вяжущих, а ПЭ позволяет повысить его твердость.

ЛИТЕРАТУРА

1. Галкин, А. В. Влияние параметров совмещения на свойства битумов, модифицированных стирол-бутадиен-стиролом / А. В. Галкин, Я. И. Пыриг // Вестник ХНАДУ. – 2014. – Вып. 64. – С. 115–120.
2. Влияние добавки пентаэритрита на свойства нефтяного битумного вяжущего / Грушова Е. И. [и др.] // Труды БГТУ. Сер. 2, Химические технологии, биотехнологии, геоэкология. – 2019. – №2. – С. 86–89.

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР ГИДРАВЛИЧЕСКОГО МАСЛА НА ОСНОВЕ РЕГЕНЕРИРОВАННОГО БАЗОВОГО МАСЛА

Наблюдающийся в настоящее время устойчивый рост промышленного производства сопровождается увеличением количества промышленных отходов, среди которых значительную долю составляют отработанные нефтепродукты, причём минеральные масла составляют их основную часть. Общая масса минеральных масел, поступающих в отходы в течение года во всем мире, оценивается в 40 млн. т. Из них только 20 млн. т. собирается, а подвергается переработке не более 2 млн. т.

Республика Беларусь, где перерабатывается всего 2 % отработанных масел, значительно уступает большинству европейских стран, в которых перерабатывается 30 – 38 % отработанных масел. Поэтому проблема регенерации отработанных масел весьма актуальна для нашей страны.

Целью работы являлась разработка рецептур регенерированного масла марок МГЕ-46В и масла марки «Р» с заменой в определенном процентном соотношении базовых индустриальных масел И-20А (Роснефть) и И-50А (Роснефть) на регенерированное масло (осветленные пермеат «Гонконг» и трансформаторное масло).

Суть исследования заключалась в сравнении физико-химических показателей качества образцов гидравлических масел, приготовленных по базовым рецептурам на основе индустриальных масел с аналогичными показателями качества образцов масел, приготовленных на базе осветленного пермеата «Гонконг» и осветленного трансформаторного масла, а также с требованиями государственных стандартов и ТУ на товарные гидравлические масла. Приготовленные образцы масел были проанализированы на соответствие требованиям ГОСТ по следующим показателям: содержание воды, плотность при 20 °С, температура вспышки в открытом тигле, температура застывания, кинематическая вязкость при 40 °С и 100 °С, содержание сульфатной золы. Кроме того, на соответствующие показатели были проанализированы базовые индустриальные масла И-20А (Роснефть) и И-50А (Роснефть), а также осветленные трансформаторное масло и пермеат «Гонконг». С использованием газохроматографического метода был изучен фракционный состав базовых и регенерированных масел. Результаты исследований приведены в таблице.

Таблица – Физико-механические показатели качества контроля образцов масел МГЕ-46В и марки «Р», приготовленных на основе регенерированного масла

Наименование показателя	МГЕ-46В	Масло марки «Р»
Содержание воды, % масс.	Следы	Следы
Плотность при 20 °С, кг/м ³	863	875
Температура вспышки в открытом тигле, °С	224	175
Температура потери текучести, °С	–36	–49
Кинематическая вязкость при 40 °С, сСт	47,51	21,72
Кинематическая вязкость при 100 °С, сСт	7,38	4,30
Индекс вязкости	118	103
Сульфатная зольность, %	–	0,828

Как видно из таблицы, сравнение показателей исследуемых образцов гидравлических масел с требованиями ГОСТ и ТУ показало полное соответствие.

Таким образом, разработанные рецептуры гидравлических масел марки МГЕ-46В и марки «Р» на базе регенерированных осветленного трансформаторного масла и пермеата «Гонконг», могут быть рекомендованы к производству с целью экономии текущих расходов на сырье, что в свою очередь снизит себестоимость производимой продукции.

ПОЛУЧЕНИЕ МОТОРНОГО МАСЛА НА ОСНОВЕ ПЕРМЕАТА МЕМБРАННОЙ ОЧИСТКИ ОТРАБОТАННЫХ МАСЕЛ

В ближайшие годы можно ожидать увеличения количества автомобильного транспорта при одновременном увеличении потребления моторных масел. По этой причине отработанные масла нужно рассматривать в качестве сырьевой базы для производства нефтепродуктов. Для отработанных масел, содержащих в составе различные присадки и продукты окисления, характерно присутствие загрязнений в мелкодисперсном состоянии, что препятствуют их выделению из объема масла и делает неэффективными традиционные способы очистки (отстаивание, фильтрование и др.). Поэтому в настоящее время внедряются новые методы регенерации отработанных масел с использованием мембранного разделения, которые позволяют повторно использовать полученный пермеат для производства товарного моторного масла.

Целью работы являлась разработка рецептур приготовления моторных масел марок М-10Г₂к, М-8В и SAE 15W-40 API CF-4/SG с заменой в определенном процентном соотношении базовых индустриальных масел И-50А и И-20А на регенерированное масло (пермеат мембранной очистки отработанных масел). Суть исследования заключалась в сравнении физико-химических показателей качества образцов моторных масел, приготовленных на основе пермеата очищенного, с аналогичными показателями качества образцов масел, приготовленных по базовым рецептурам на основе индустриальных масел, а также с требованиями стандартов на товарные моторные масла. Приготовленные образцы масел были подвергнуты контролю на соответствие требованиям ГОСТ по следующим показателям: содержание воды, плотность при 20 °С, температура вспышки в открытом тигле, температура застывания, вязкость кинематическая при 100 °С и 40 °С, содержание сульфатной золы. Физико-химические показатели качества данных образцов представлены в таблице. Кроме того, на соответствующие показатели были проанализированы базовые индустриальные масла И-50А и И-20А (ГОСТ 20799–88), а также пермеат очищенный, которые использовались в качестве исходных компонентов в составе моторных масел. С использованием газохроматографического метода был изучен фракционный состав масел И-20А, И-50А и пермеата очищенного.

Таблица – Физико-химические показатели качества образцов масел М-10Г₂к, М-8В и SAE 15W-40 API CF-4/SG, приготовленных на основе пермеата очищенного

Наименование показателя	Масло М-10Г ₂ к	Масло М-8В	Масло 15W-40 CF-4/SG
Содержание воды, % масс.	Следы	Следы	Следы
Плотность при 20 °С, кг/м ³	885	882	894
Температура вспышки в открытом тигле, °С	236	213	216
Температура застывания, °С	-22	-27	-28
Кинематическая вязкость при 100 °С, мм ² /с	11,26	8,18	13,60
Кинематическая вязкость при 40 °С, мм ² /с	91,44	55,96	102,08
Индекс вязкости	110	116	133
Зольность сульфатная, %	0,93	0,94	1,29

Сравнение измеренных показателей качества приготовленных образцов моторных масел марок М-10Г₂к, М-8В и SAE 15W-40 API CF-4/SG с требованиями ГОСТ показывает, что они им полностью соответствуют.

Таким образом, предложенный способ регенерации отработанных масел путем их мембранной очистки является эффективным и приводит к снижению отрицательного воздействия отработанных масел, содержащих токсичные примеси, на окружающую среду. Кроме того, разработанные рецептуры приготовления моторных масел на основе пермеата очищенного могут быть рекомендованы к производству с целью экономии текущих расходов на сырье и снижения себестоимости производимой продукции.

ПОЛУЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ МАСЕЛ-МЯГЧИТЕЛЕЙ ИЗ ЭКСТРАКТОВ СЕЛЕКТИВНОЙ ОЧИСТКИ НЕФТЯНЫХ МАСЕЛ

Масла-мягчители – это группа низкомолекулярных веществ при введении которых в полимерные материалы уменьшается внутреннее трение между макромолекулами и снижается температура текучести. Основная функция масел-мягчителей состоит в том, что при добавлении их в резиновые смеси повышаются эластичность и клейкость резин, улучшаются адгезионные свойства, облегчается технологическая переработка, а также уменьшается вязкость и температура стеклования.

Масла-мягчители должны удовлетворять следующим требованиям: хорошая совместимость с полимером, низкая упругость пара и малая летучесть, низкая вязкость, высокие температуры кипения и вспышки, химическая стойкость к действию различных реагентов, устойчивость к термической и фотохимической деструкции, низкая воспламеняемость, низкая стоимость и токсичность, отсутствие неприятного запаха.

Различают два основных типа масел-мягчителей: DAE (distillate aromatic extract) и RAE (residual aromatic extract). Масла-мягчители типа RAE и DAE получают одноступенчатой экстракцией масел, отличаясь тем, что для DAE применяют в качестве исходного вещества дистилляты, полученные на установке вакуумной дистилляции мазута, а для RAE в качестве исходного вещества применяют деасфальтизат, полученный из процесса деасфальтизации гудрона.

В соответствии с Директивой № 2005/69/ЕЕС, все произведенные или импортированные в ЕС масла-мягчители должны содержать менее 2,9 % мас. полициклоаренов (ПЦА), 1 ppm бенз(а)пирена, а также менее 10 ppm суммы канцерогенных полициклоаренов, к которым относят: бенз(е)пирен, бензантрацен, хризен, бенз(б)флуорантен, бенз(д)флуорантен, бенз(к)флуорантен, дибенз(а, h)антрацен.

В маслах-мягчителях DAE и RAE содержание канцерогенных полициклоаренов достигает 20 % мас., из-за чего данный тип масел-мягчителей подлежит замене.

Достаточной для производства шин совместимостью с резиновыми смесями обладают масла-мягчители TRAЕ (treatment residual aromatic extract) и TDAE (treatment distillate aromatic extract). Получение масел-мягчителей TRAЕ и TDAE происходит также, как RAE и DAE, но на конечной стадии, вместо выпуска готовой продукции, масла-мягчители RAE и DAE направляются на дополнительную обработку ароматических экстрактов экстрагентами, селективно растворяющими полициклоарены.

В качестве экстрагентов применяются: N-метилпирролидон, триметилфосфат, фурфурол, морфолин, о-крезол и др. В связи с тем, что затруднительно выбрать высокоэффективный индивидуальный экстрагент для селективного удаления из масла-мягчителя канцерогенных полициклоаренов, возможно использование смеси растворителей. Для увеличения выхода и снижения вязкости масел-мягчителей TDAE и TRAЕ применяют также неполярный растворитель (насыщенный Нефрас, циклогексан и т.п.), ограниченно растворимый в полярном экстрагенте [1].

Основным производителем на территории РФ масел-мягчителей является ОАО «Нафтан», который производит масла-мягчители ПН-6ш, относящиеся по классификации к DAE. Спрос на данный тип масел-мягчителей будет с каждым годом уменьшаться, в связи с чем рекомендуется организовать дополнительную стадию экстракционной очистки для производства масел-мягчителей типа TDAE.

ЛИТЕРАТУРА

1. Получение экологически безопасных ароматических масел-мягчителей каучука и резины / А.А. Гайле [и др.] – Известия Санкт-Петербургского Государственного Технологического Института – 2015. – Т.30, №5. – С. 42-48.

СИНТЕЗ ФУНКЦИОНИЗИРОВАННЫХ МНОГОСЛОЙНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Развитие техники требует создания новых типов композиционных материалов, обладающих специальными свойствами. В этой связи большой интерес представляет модификации полимеров за счет введения в них на различных технологических стадиях углеродных наноструктурированных материалов, к числу которых относятся углеродные нанотрубки.

Углеродные нанотрубки, являясь аллотропной модификацией углерода, представляют собой цилиндрическую структуру диаметром от десятых до нескольких десятков нанометров и длиной от микрометра до нескольких сантиметров. Углеродные нанотрубки демонстрируют уникальное сочетание свойств, обусловленных упорядоченной структурой их нанофрагментов: хорошую электро- и теплопроводность, химическую и термическую стабильность, большую прочность в сочетании с высокими значениями упругой деформации. Дополнительное улучшение свойств нанотрубок и расширение сферы их возможного применения может быть достигнуто прививанием различных функциональных групп к их поверхности путём химического воздействия.

Цель данной работы заключалась в поиске оптимальных методик многостадийного прививания винильных и аминогрупп к поверхности многослойных углеродных нанотрубок.

На первой стадии окисляли углеродные нанотрубки по методике [1] 70%-ной азотной кислотой в течение 10 ч при 90 °С с целью образования поверхностных карбоксильных групп. Количественная оценка степени окисленности нанотрубок проводилась методом рН-метрического титрования [2]. Концентрация карбоксильных групп в материале составила 2.48 ммоль/г, что соизмеримо с результатами, опубликованными в литературе.

Следующий шаг предполагал перевод –СООН групп в –СОСl. Для этого окисленные нанотрубки обрабатывали тионилхлоридом в среде хлороформа 24 ч при 65 °С.

Для перевода –СОСl групп в –C(=O)ОСН₂СН=СН₂ обрабатывали материал аллиловым спиртом в среде тетрагидрофурана с добавлением 4-диметиламинопиридина и триэтиламина при 70 °С в течение 24 ч.

Для получения групп –C(=O)NH-C₂H₄-NH₂ на поверхности нанотрубок на группы –СОСl воздействовали этилендиамином в среде ДМФА 24 ч при 90 °С.

Все стадии проводились в круглодонной колбе на 100 мл на масляной бане при контролируемом нагреве, с обратным холодильником и магнитной мешалкой. Перед каждой стадией синтеза углеродные нанотрубки диспергировались в реакционной смеси с помощью ультразвуковой ванны.

С промытых и высушенных функционализированных нанотрубок были сняты ИК-спектры, показавшие полосы поглощения, соответствующие прививаемым группам.

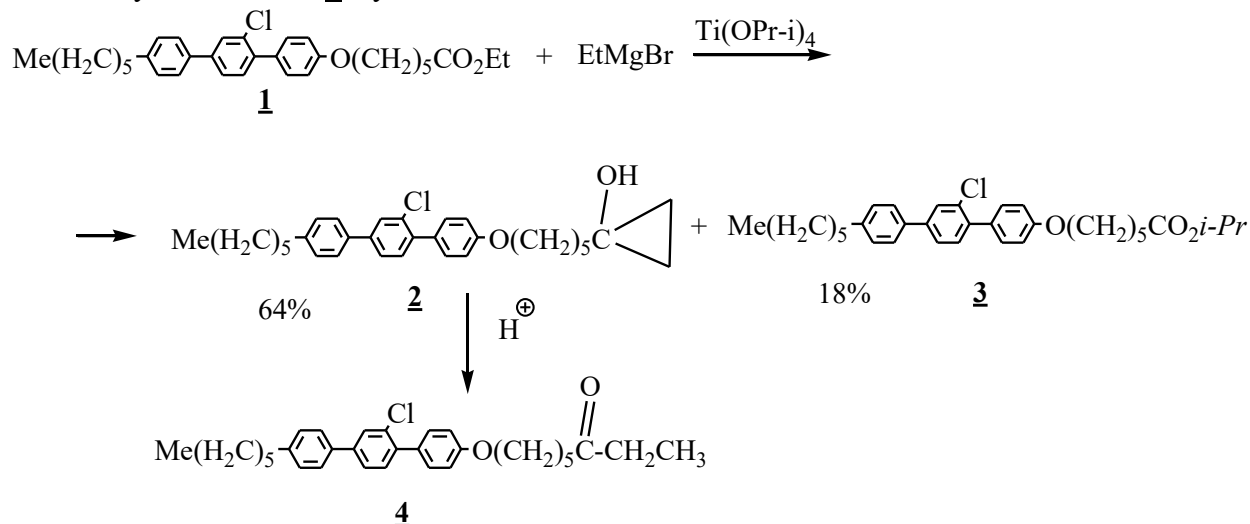
Полученные продукты будут в дальнейшем применены в составе полиолефиновых и эпоксидных полимеров с последующим изучением свойств полученных композиционных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Philip C., Devaky. K.S. Multiwalled carbon nanotubes with surface grafted transition state analogue imprints as chymotrypsin mimics for the hydrolysis of amino acid esters: Synthesis and kinetic studies // *Molecular Catalysis*. 2017. Vol. 436. P. 276–284.
2. Кирикова, М.Н. Физико-химические свойства функционализированных многослойных углеродных нанотрубок : диссертация ... кандидата химических наук : 02.00.04 / М.Н. Кирикова. – Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова. Хим. фак.– Москва, 2009.– 150 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРОДУКТОВ РЕАКЦИИ КУЛИНКОВИЧА

Целью настоящей работы является проведение анализа с помощью ИК-спектроскопии продуктов реакции Кулинковича [1] на примере взаимодействия этил-6-((2'-хлор-4"-гексил-[1,1':4',1"-терфенил]-4-ил)окси)гексаноата **1** с этилмагнийбромидом в присутствии тетраизопропилортотитаната. Целевым продуктом названной реакции является 1-(5-((2'-хлор-4"-гексил-[1,1':4',1"-терфенил]-4-ил)окси)пентил)циклопропан-1-ол **2**, который образуется с выходом 64%. Минорный побочный эфир **3** в этой реакции выделяется в результате переэтерификации. Показано, что циклопропанол **2** количественно изомеризуется в соответствующий кетон **4** в условиях кислотного катализа.



Произведено отнесение основных полос поглощения в ИК-спектрах исходного эфира **1**, целевого циклопропанола **2** и продукта его изомеризации – кетона **4**, записанных в таблетках КВг. Исчезновение полосы валентных колебаний связи С=О сложноэфирной группы при 1738 см⁻¹ исходного субстрата **1** в ИК спектрах циклопропанола **2** однозначно свидетельствует об участии этой группы в реакции с магниорганическим соединением. Появление интенсивного поглощения в виде размытой полосы в области 3352 см⁻¹ указывает на наличие группы ОН, включенной в полиассоциаты. Подтверждением формирования циклопропанового кольца является также присутствие характерической полосы валентных колебаний С-Н связи метиленовых групп трехчленного цикла при 3081 см⁻¹, тогда как валентные колебания связей С_{ар}-Н расположены при более низких частотах в области 3003–3059 см⁻¹, как следует из ИК-спектров соединений **1**, **2**, **4**.

Основной областью в ИК спектрах изученных соединений, позволяющей фиксировать трансформацию циклопропанола **2** в кетон **4**, также является область валентных колебаний связи С=О при 1600-1740 см⁻¹. Появление интенсивной полосы при 1709 см⁻¹ в ИК спектре соединения **4**, отвечающей этим колебаниям, однозначно свидетельствует о протекании внутримолекулярной перегруппировке циклопропанола **2** в кетон **4**.

Таким образом, наиболее информативной областью в ИК-спектрах при анализе продуктов реакции Кулинковича является область при 1600-1750 см⁻¹, по характеру поглощения в которой можно судить о глубине протекания реакции и трансформации целевых продуктов.

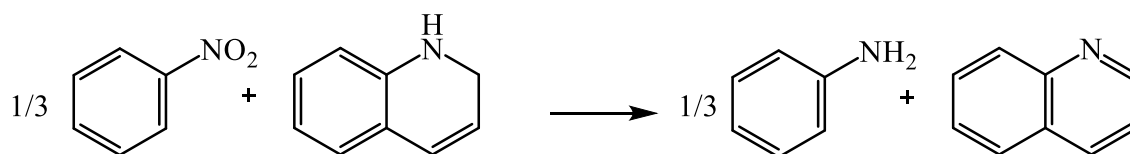
ЛИТЕРАТУРА

1. Kulinkovich, O. G. The Chemistry of Cyclopropanols / O. G. Kulinkovich // Chemical Reviews. – 2003. – Vol. 103. – P. 2597–2632.

РАСЧЕТ ВЫХОДА ХИНОЛИНА С УЧЕТОМ РЕГЕНЕРАЦИИ ОКИСЛИТЕЛЯ

Синтез хинолина по Скраупу [1] относится к наиболее известным способам синтеза этого гетероциклического соединения из доступного сырья: анилина и глицерина. Механизм этой реакции, включающий нуклеофильное присоединение ароматического амина к α,β -ненасыщенному карбонильному соединению, генерируемому в этой реакции из глицерина в условиях кислотного катализа, и последующая циклизация β -ариламинозамещенного карбонильного соединения, предполагает образование промежуточного дигидрохинолина, для окисления которого в реакцию вводится ароматическое нитросоединение. Восстановление последнего приводит к соответствующему амину, поэтому для исключения образования нежелательных побочных аминов, способных вступать в конкурентную реакцию по аналогичной схеме, для окисления используют ароматическое нитросоединение, восстановление которого дает исходный амин. Так в синтезе 8-оксихинолина для окисления промежуточного продукта используют 2-нитрофенол, восстанавливающийся в 2-аминофенол, который используется в качестве исходного субстрата.

В этой связи при расчете теоретического выхода η целевого продукта в этой реакции необходимо учитывать не только молярное соотношение исходных веществ, но и возвращающийся при восстановлении нитросоединения амин.



В одном цикле реакции на a моль хинолина расходуется $1/3a$ моль нитробензола, который добавляется к исходному субстрату.

$$\eta = a + \frac{1}{3}a + \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{3}a + \dots + \frac{1}{3^n}a + \dots = a + \sum_{n=1}^N \frac{1}{3^n}a = \sum_{n=0}^N \frac{1}{3^n}a \quad (1)$$

Тогда выход конечного продукта по анилину, взятому в недостатке в количестве a моль должен составлять:

$$\eta_{\text{lim}} = \lim_{N \rightarrow \infty} \sum_{n=0}^N \frac{1}{3^n}a = \frac{3}{2}a \quad (2)$$

Таким образом, при расчете теоретического выхода хинолина в синтезе Скраупа целесообразно использовать предложенную выше формулу.

Следует отметить, что стадия отгонки нитросоединения является весьма существенной, так как позволяет произвести предварительную оценку глубины протекания реакции и в значительной степени определяет чистоту целевого продукта. На последующих стадиях выделения хинолина перегонкой с водяным паром из щелочной среды, diazotирования и разложения соли диазония нитросоединение остаётся неизменным. Вследствие близости температур кипения нитробензола ($210,9^\circ\text{C}$) и целевого хинолина ($237,1^\circ\text{C}$) их разделение путём ректификации остаётся проблематичным.

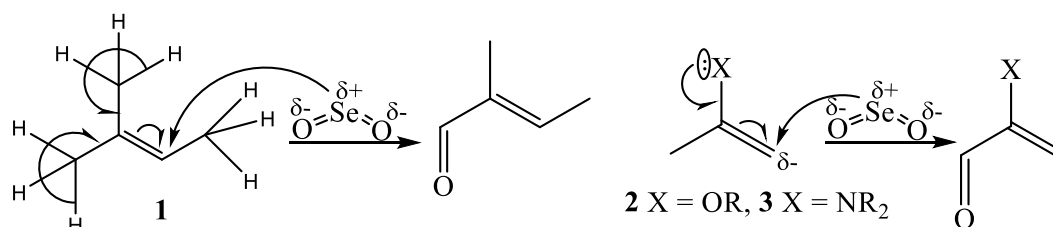
ЛИТЕРАТУРА

1. Вацуро, К.В. Именные реакции в органической химии / К.В. Вацуро, Г.Л. Мищенко. – М.: Химия, 1976. – 528 с.

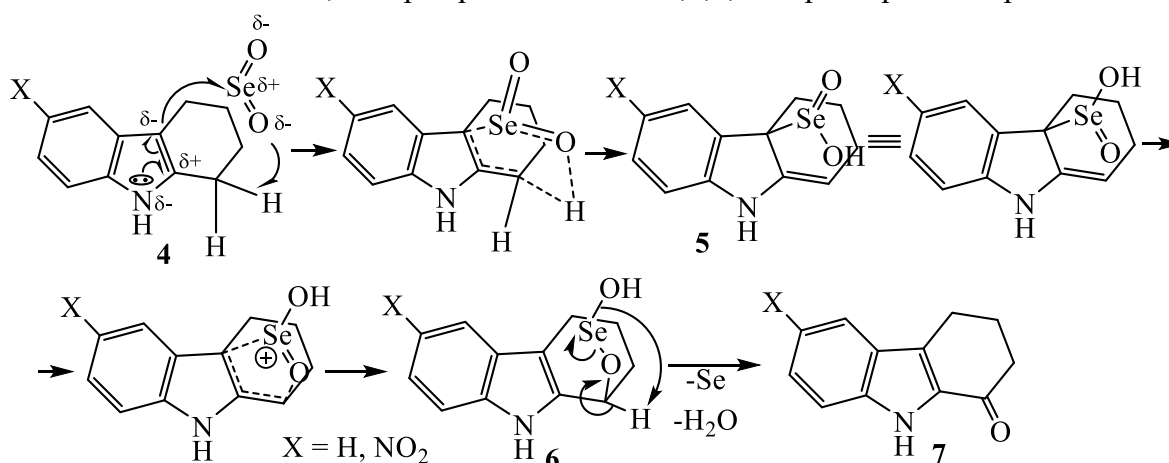
**РЕГИОНАПРАВЛЕННОСТЬ РЕАКЦИЙ АЛЛИЛЬНОГО ОКИСЛЕНИЯ
ДИОКСИДОМ СЕЛЕНА**

Производные тетрагидрокарбазола привлекают внимание исследователей в связи со структурным подобием алкалоидам, обладающим широким спектром биологической активности. Также среди производных тетрагидрокарбазола выделено значительное количество эффективных фармацевтических средств. Целесообразным шагом является окисгенирование производных тетрагидрокарбазола, так как подобного рода функционализация открывает возможности для последующей трансформации с выходом на важные для изучения биологической активности соединения. Среди окислителей, применяемых для введения кислорода в органические соединения, можно выделить диоксид селена, обладающий высокой степенью региоселективности.

Регионаправленность реакции аллильного окисления диоксидом селена можно объяснить на примере олефинов **1**, виниловых эфиров **2** и виниламинов **3**. Во всех случаях первоначальная атака положительно заряженным атомом селена происходит по более нуклеофильному центру двойной связи с последующей атакой атомом кислорода аллильного положения.



Предполагаемый механизм реакции окисления на примере тетрагидрокарбазолов **4** протекает через присоединение с координацией положительно заряженного атома селена по более нуклеофильному атому углерода двойной связи с образованием аллилселеновой кислоты **5**. Далее кислота подвергается [2,3]-сигматропной перегруппировке, давая нестабильное соединение **6**, которое разлагается до 2,3,4,9-тетрагидро-1H-карбазол-1-онов **7**.



Регионаправленность процесса была подтверждена экспериментально на примере синтеза 2,3,4,9-тетрагидро-1H-карбазол-1-онов **7** (X = H, NO₂) кипячением тетрагидрокарбазолов **4** и диоксида селена в 1,4-диоксане в течение 80 мин. Индивидуальность синтезированных соединений подтверждена методом ТСХ, а структура доказана данными ЯМР- и ИК-спектроскопии. Выход карбазолонов **7** составил 42–71%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Młochowski, J. Developments in Synthetic Application of Selenium(IV) Oxide and Organoselenium Compounds as Oxygen Donors and Oxygen-Transfer Agents / J. Młochowski, H. Wójtowicz-Młochowska // *Molecules*. – 2015 – Vol.20, No 6. – P. 10205–10243.

АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО РЫНКА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Невозможно представить жизнь современного общества без лекарств. Однако многие люди не задумываются о безопасности препаратов, которые продаются в аптеках. Как показывает практика, на рынке медицинских препаратов могут присутствовать лекарства с недоказанной эффективностью, большим числом противопоказаний, которые, однако, широко рекламируются, хорошо известны потребителю и продаются без рецепта. С одной стороны такие лекарственные средства больше служат бизнесу, чем здоровью, с другой стороны среди них есть препараты, запрещенные в развитых странах, где подтвержден их вред для здоровья.

В 2017 г. французский научный журнал *Prescrire* опубликовал обновленный список препаратов, которых «нужно избегать в клинической практике». Список состоит из 91 наименования фармацевтических препаратов, по которым проведен подробный анализ за период с 2010 по 2016 г. [1].

Цель нашего первичного исследования заключалась в выявлении «сомнительных» лекарств на рынке фармацевтических препаратов Республики Беларусь, анализ их структуры, фармакологического действия, противопоказаний и поиск безопасных аналогов. Было установлено, что в наших аптеках продаются запрещенные к использованию в Европе и США препараты: Анальгин, Бромгексин, Амброксол, Эреспал (фенспирид), Фенилэфрин, Деносумаб, Моксифлоксацин, Прометазин и некоторые другие.

Каждый человек хотя бы раз в жизни принимал Анальгин. Данный препарат имеет доказанную анальгезирующую эффективность, но имеет и доказанную небезопасность из-за побочных эффектов. Причиной к запрету ВОЗ (1991 г.) является поражение анальгином системы крови – агранулоцитоз. В механизме действия Бромгексина и Амброксола, которые относятся к муколитическим отхаркивающим препаратам, никто точно не уверен, они до сих пор исследуются. Их лечебная эффективность не доказана, но данные препараты несут риск анафилактических реакций (стремительно развивающееся проявление аллергии, которое может угрожать жизни больного), а также реакции кожи (эритема – сильное покраснение), токсический эпидермальный некролиз [2, 3]. В ходе дополнительных доклинических испытаний антибронхоконстрикторного средства Эреспал было установлено, что содержащийся в нем фенспирид может провоцировать развитие аритмии и приводить к остановке сердца [4]. Препараты на основе фенспирида уже начали изымать из аптек Европы, в Беларуси их еще можно купить свободно. Тем не менее, все рассмотренные лекарственные средства имеют аналоги без серьезных осложнений [5, 6].

Таким образом, учитывая опыт западных стран в этом направлении важно прийти к пониманию, что все, что продается в наших аптеках должно проходить достаточно строгий контроль, сертификацию и подвергаться дополнительным исследованиям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Drugs that should not be used: swifter action required to protect patients / *Prescrire International*. 2017. – Vol. 26, N°181. – P. 111
2. Mucolytic drugs (to help make phlegm easier to cough up) for people with bronchiectasis / Wilkinson M, Sugumar K, Milan SJ, Hart A, Crockett A. // <http://www.cochranelibrary.com>. 2014.
3. A reappraisal of the mucoactive activity and clinical efficacy of bromhexine / A. Zanasi, M. Mazzolini, A. Kantar // *Multidisciplinary Respiratory Medicine*. Vol. 12, N 7 (2017).
4. Входящее в состав лекарственных средств вещество может повышать риск развития аритмии / m.sputnik.by/health/20190213
5. Государственная фармакопея РБ II. Контроль качества фармацевтических субстанций для фармацевтического использования. Т. 2. – Минск: МЗРБ. 2016. – 471 с.
6. Современные лекарственные средства: Клинико-фармакологический справочник практического врача / Бурбелло А.Т., Шабров А.В. – СПб.: «Нева». 2005. – 896 с.

БИОПОЛИМЕРЫ И ИХ РОЛЬ В РЕШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

Ежегодно в мире производится 230 млн тонн пластмасс. Переработка полимеров на основе углеводородов и их производных вызывает ряд экологических проблем: загрязнение окружающей среды, повышенное выделение CO₂, парниковый эффект. По данным ООН к 2017 году в мире было произведено около 6 500 миллионов тонн пластиковых отходов. При сохранении нынешних тенденций производства и переработки отходов к 2050 году в окружающей среде и на свалках окажется 12 000 млн тонн пластиковых отходов. Около **42%** пластмасс используется в настоящее время для упаковки, из этого 96% выбрасывается сразу в год производства. В Беларуси на сегодняшний день 9% полимерных отходов подвергается вторичной переработке, 12% пиролизу, а 79% остается на свалках. Поэтому весьма актуальным является создание полимеров биологического происхождения, которые разлагаются в окружающей среде под действием физических факторов, грибов, водорослей, микроорганизмов. На текущий момент доля биополимеров в мировом производстве составляет около 2%.

Целью работы является изучение разновидностей современных биопластиков, мирового рынка, а также перспектив их производства и использования в нашей стране. Биоразлагаемыми являются полилактиды (PLA), поликапролактоны (ПКЛ), полигидроксиалканоаты (ПГА), биопластики на основе крахмала, растительный сахар (переработка микроорганизмами) и целлюлоза [1]. Особый интерес представляют вопросы усовершенствования свойств биопластиков – добавки, вшиваемые в цепи, которые делают их более универсальными в применении и при переработке. Полилактид (PLA) – полимолочная кислота – является термопластиком, который плавится без нарушения механических свойств и при насыщении кислородом не выделяет токсичных паров. Полилактид безопасен, что позволяет использовать его в пищевых упаковках и медицине. PLA разлагается в течение 3 месяцев при компостировании. Для улучшения свойств используют пластификаторы (цитраты или олигомер полиэтиленгликоля), наполнитель CaCO₃ до 30%, поликапролактон (ПКЛ). Основные производители: «Lamagrain», «Corbion», «Shimadzu Corp», «Nature Works», «Evonik», «TyssenKrupp». В РБ в индустриальном парке «Великий камень» планируется выпуск экологически чистой упаковки из PLA, которая заменит полиэтилен. Вложения китайских инвесторов в производство составит около 500 млн. Полигидроксиалканоаты (ПГА) – это большое семейство полиэфиров, образованных мономерами с разной длиной C-цепи. Они могут быть как жесткими и высококристаллическими термопластами, так и эластомерами. Скоростью деградации ПГА можно управлять в зависимости от формы молекулы мономера и условий среды [2]. Для получения ПГА используются органические кислоты, спирты, смеси CO₂ и H₂, продукты гидролиза растительного сырья, промышленные отходы производства сахара, пальмового масла, продукты переработки бурых углей и гидролизного лигнина. Термопластифицированный крахмал (ТПК) получают на основе полисахаридов кукурузы, пшеницы, картофеля и риса. Для приобретения свойств термопластика нативный крахмал подвергают пластификации при высокой температуре (90-180°C) водой, глицерином или сорбитолом. Модифицированный крахмал способен компостироваться при температуре 30°C за 2 месяца. Является антистатичным, но гидрофильным полимером. С целью применения в производстве упаковок, пакетов для мусора и т.п. в неочищенный крахмал добавляют поливиниловый спирт и тальк [3]. Основными производителями ТПК являются «Novamont», «SPHERE», «Plantic», «BASF».

По данным отчета Еврокомиссии доля биопластиков к 2020 приблизится к 5%, поэтому самые дешевые из сегодняшних биополимеров смогут конкурировать с нефтяными пластмассами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биоразлагаемая упаковка в пищевой промышленности / Г.Х. Кудрякова, Л.С. Кузнецова, Е.Г. Шевченко, Т.В. Иванова. МГУ прикладной биотехнологии.
2. Технология полимеров медико-биологического назначения. Полимеры природного происхождения / Штильман М.И. - М: 2016. - 327 с.
3. Arabian Journal of Chemistry. Vol. 11, Issue 4.2018.-P. 546-553.

ЦИКЛОДЕКСТРИНЫ

Циклодекстрины (ЦД, CD) – это циклические олигосахариды, молекулы которых построены из *D*-глюкопиранозных звеньев, связанных между собой α - (1→4)-гликозидной связью [1–3]. Эти соединения образуются из крахмала в результате ферментативных реакций. Циклодекстрины различают по количеству остатков глюкозы, содержащихся в их молекуле. Наиболее распространены и исследованы α -, β - и γ -циклодекстрины, которые содержат соответственно 6, 7 и 8 глюкопиранозных звеньев (рисунок 1). При трансформации крахмала в циклодекстрины с помощью микробного фермента циклодекстринглюканотрансферазы (ЦГТ-азы) также образуются циклические сахара, имеющие девять, десять, одиннадцать и более (до 30–60) остатков глюкозы в цикле. В 2019 г. японские химики впервые синтезировали малые циклодекстрины, а именно, из трех и четырех звеньев глюкозы [4].

Молекулы циклодекстринов имеют форму полого усеченного конуса, размер внутренней полости которого зависит от типа циклодекстрина (рисунок 2) [3].

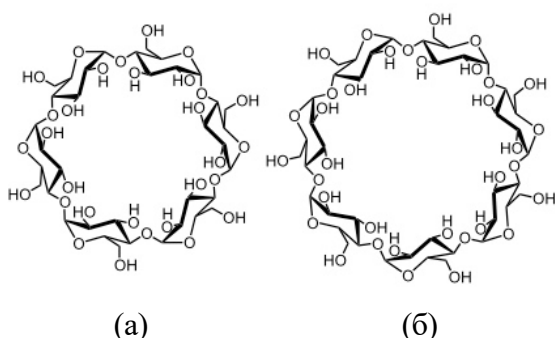


Рисунок 1 – Альфа- (а) и бета- (б) формы циклодекстринов. Источник: сайт chemie.uni-kl.de

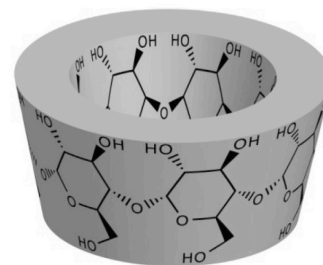


Рисунок 2 – Структура циклодекстринов

Наличие данной полости позволяет ЦД образовывать в водных растворах комплексы или соединения включения (или клатраты) со многими гидрофобными субстратами как органической, так и неорганической природы, причем кольцо циклодекстрина является «хозяином», а включённое вещество – «гостем». При образовании таких комплексов не только изменяются исходные свойства включаемых веществ (повышение растворимости и биодоступности препаратов, маскировка неприятного запаха и вкуса), но и появляется возможность защитить молекулы «гостя» от окисления, гидролиза, ферментативной деструкции, улетучивания, избыточной гигроскопичности.

Благодаря своим свойствам циклодекстрины и их производные нашли широко применение в фармацевтической и пищевой промышленности, производстве косметических средств, биотехнологии, аналитической химии и др. В настоящее время циклодекстрины доступны по низким ценам, а объемы их мирового производства достигают десятков тысяч тонн. При этом наибольшее практическое применение среди всех циклодекстринов находит бета-циклодекстрин [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Szejtli J. Introduction and general overview of cyclodextrin chemistry // Chem. Rev. – 1998. – Vol.98. – P. 1743–1753.
2. Никитин Н.А. Циклодекстрины и их комплексы включения (обзор литературы). // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. – 2006. – 9 с.
3. Гатиатулин А. К. Твердофазное замещение «гостя» в безводных клатратах бета-циклодекстрина. Диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук. Казань – 2014.
4. Ikuta D. Conformationally supple glucose monomers enable synthesis of the smallest cyclodextrins / D. Ikuta, et al. // Science, 2019. – Vol. 364, No. 6441. – P. 674–677.

ИЗУЧЕНИЕ ОКИСЛЕНИЯ КУПАЖЕЙ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ В СРЕДЕ КИСЛОРОДА ВОЗДУХА

В последнее десятилетие тенденции развития пищевой индустрии направлены на повышение роли продуктов лечебно-профилактического и функционального назначения в питании людей, а также использование экологически чистых природных ингредиентов при производстве пищевых продуктов. Современные научные исследования указывают на необходимость включения в рецептуры продуктов питания эссенциальных компонентов, к которым относятся омега-3 и омега-6 жирные кислоты.

Полиненасыщенные жирные кислоты и фосфолипиды являются необходимым источником в питании человека и употребляются для профилактики нарушений липидного обмена. По данным ВОЗ для комфортной жизнедеятельности, поступающие в организм омега-3 и омега-6 жирные кислоты должны находиться в соотношении 1:10 для повседневного, 1:3 – 1:5 – для лечебно-профилактического питания. Реализация данного подхода возможна путем купажирования растительных масел с различным содержанием омега-3 и омега-6 жирных кислот до оптимального их соотношения.

Одним из важнейших требований к растительным маслам и смесям из них является обеспечение безопасности [1]. Наличие ряда веществ, способных к окислению, требует определение сроков хранения масел после вскрытия потребительской упаковки. Поэтому, целью исследований было изучить окисление купажей растительных масел с оптимальным соотношением омега-6 и омега-3 жирных кислот в процессе хранения после вскрытия потребительской упаковки.

В качестве объектов исследования выбраны растительные масла тыквы, кукурузы, льна и рыжика и купажи на их основе с соотношением омега-6 : омега-3 жирных кислот 10:1. Образцы хранили при доступе кислорода воздуха при температуре 15–20 °С. О степени окисления купажей растительных масел судили, измеряя кислотное и перекисное числа. Перекисное число определяли титриметрическим методом согласно СТБ ГОСТ Р 51487-2001 [2], кислотное число – согласно ГОСТ 31933-2012 [3].

В ходе исследования было выявлено, что после двух месяцев хранения купажей при температуре 15–20 °С наблюдался резкий рост перекисного числа. Значения перекисных чисел купажей растительных масел превысили требования ТР ТС 024 [4]. Это дает основания полагать, что срок хранения купажей с оптимальным соотношением омега-6 : омега-3 жирных кислот 10:1 при температуре 15–20 °С после вскрытия потребительской упаковки не должен превышать двух месяцев.

ЛИТЕРАТУРА

1. О безопасности пищевой продукции: ТР ТС 021/2011. – Введ. 01.07.2013. – Министерство здравоохранения Российской Федерации. – 160 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 растительные и жиры животные. Метод определения перекисного числа: СТБ ГОСТ Р 51487–2001. – Введ. 01.11.2002. – Временный творческий коллектив АФНОР и ВНИЦСМВ. – 12 с.
4. Технический регламент на масложировую продукцию: ТР ТС 024/2011. – Введ. 01.07.2013. – Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. – 28 с.

ПОТРЕБНОСТЬ СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ В ПИЩЕВЫХ ВЕЩЕСТВАХ

Студенты составляют особую социальную группу, объединенную определенным возрастом, специфическими условиями труда и жизни. Для студенчества характерны воздействие комплекса факторов, вызывающих на длительный период обострение приспособительных психических и физиологических механизмов, факторов риска возникновения заболеваний и конфликт между социально и материально зависимой ролью и физиологическими потребностями индивида. Совокупность этих факторов обуславливает выделение студентов в отдельную социальную группу при определении медико-социальных приоритетов. Состояние здоровья студенчества в основном определяется его образом жизни и деятельностью, которые за последние годы настолько изменились, что компенсаторные механизмы с трудом справляются с повышенной нагрузкой. Для сохранения и укрепления здоровья за время обучения необходимо применение целого комплекса мероприятий по охране и укреплению здоровья студентов, среди которых первостепенная роль отводится мотивации на здоровый образ жизни.

Студенты относятся к I группе по интенсивности труда (лица, занятые умственным трудом), который характеризуется минимальной физической нагрузкой, ненормированным рабочим днем и высоким нервно-эмоциональным напряжением [1]. Все это может способствовать развитию таких заболеваний, как ишемия, гипертония, неврозы. Нарушение режима питания приводит к заболеваниям желудочно-кишечного тракта. Необходимость в удовлетворении суточных потребностей в белках, жирах, углеводов, минеральных веществ и витаминов существует для всех групп людей, так как без этого невозможно нормальное существование организма. Помимо этого, для студентов и будущих молодых специалистов, важную роль играет способность воспринимать информацию, ее обрабатывать, анализировать и запоминать, умственная работоспособность. Влияние на когнитивные функции помимо физических упражнений и окружающей среды также оказывает поступление в организм, помимо всех прочих, витаминов В₆ и В₁₂, фолатов, железа [2]. На дальнейшие возрастные изменения когнитивных способностей и развитие заболеваний также оказывает влияние достаточного потребления омега-3 жирных кислот, витаминов Е и D, меди [3, 4].

Результаты анализа медицинской литературы показали, что оптимальным режимом питания для студентов является четырехразовое, особенно в каникулы и в период подготовки к экзаменам. В течение учебного процесса допускается трехразовое питание, но недопустимо двухразовое и, конечно же, прием пищи один раз в день.

ЛИТЕРАТУРА

1. Санитарные нормы и правила «Требования к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь» утверждены Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 20.11.2012, № 180.

2. Fioravanti M, et al. Low folate levels in the cognitive decline of elderly patients and efficacy of folate as a treatment for improving memory deficits. Arch Gerontol Geriatr 1998;26:1–13. [PubMed:18653121].

3. Perkins AJ, et al. Association of antioxidants with memory in a multiethnic elderly sample using the Third National Health and Nutrition Examination Survey. Am J Epidemiol 1999;150:37–44.[PubMed: 10400551]

4. Przybelski RJ, Binkley NC. Is vitamin D important for preserving cognition? A positive correlation of serum 25-hydroxyvitamin D concentration with cognitive function. Arch Biochem Biophys 2007;460:202–205. [PubMed: 17258168].

СРАВНЕНИЕ СОСТАВОВ ЭФИРНОГО МАСЛА РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ МОЖЖЕВЕЛЬНИКА

Объектами исследования были выбраны два вида можжевельника, произрастающих на территории Республики Беларусь: можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis*) и можжевельник казацкий (*Juniperus sabina*). Образцы отбирались в марте 2019 года.

Целью данной работы являлось изучение содержания эфирных масел и их индивидуального состава. Из обоих видов можжевельника методом гидродистилляции было выделено эфирное масло. Изучен выход эфирного масла из лапки можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis*) и можжевельника казацкого (*Juniperus sabina*), с использованием метода газовой хроматографии определен компонентный состав полученных масел. Полученные результаты показали, что эфирное масло *Juniperus communis* представлено большим спектром компонентов, из которых 11 компонентов имеют концентрацию более 1%. Эфирное масло *Juniperus sabina* содержит также значительное количество компонентов, из которых 13 компонентов имеют концентрации более 1%. В обоих маслах преобладающими компонентами являются низкокипящие фракции терпеновых углеводородов, состоящие из α - и β -пиненов. Однако, в эфирном масле *Juniperus communis* преобладает α -пинен, а в *Juniperus sabina* – β -пинен. [1] Также было выявлено, что можжевельник казацкий (*Juniperus sabina*), отличается от можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis*) более высоким содержанием эфирного масла. В *Juniperus sabina* содержится 3,0–5,0% масла, в то время как в *Juniperus communis* – 0,8–0,9%. [2] На основании полученных результатов *Juniperus sabina* может быть рекомендован в качестве потенциального сырья для получения эфирных масел. В связи с этим эфирное масло, полученное из данного вида можжевельника, было использовано для изготовления шампуня для волос.

Шампунь для волос – парфюмерно-косметическое средство для ухода за волосами. Основная функция шампуня – избавиться от загрязнений на волосах. К вспомогательным функциям можно отнести: защиту кутикулы волос, увеличение эластичности волос, сбережение влаги и кератина, минимизацию статического электричества. Процесс производства шампуня для волос включает в себя 3 стадии (подготовка сырья; приготовление шампуня; фасовка, упаковка, маркировка). Главным в производстве является создание базы, с последующим добавлением всех добавок, соблюдая их норму и температуру смеси. После окончания производственного процесса проверяются показатели качества шампуня [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Кустова, С.Д. Справочник по эфирным маслам / С.Д. Кустова. М. – : Пищевая промышленность, 1978. – 208 с.
2. Алёшина, Е. Н. Исследования особенностей химического состава эфирных масел двух видов рода *Juniperus* / Е.Н. Алёшина, Н.А. Величко // Химия растительного сырья. – 2004. – №4. – С.35–37.
3. Как выбрать шампунь для волос [Электронный ресурс] / Lilanta: блог о красоте. – Санкт- петербург, 2018. – Режим доступа:<https://lilantacosmetic.ru/kak-vibrat-shampun> – Дата доступа: 28.11.2019.

СОСТАВ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭФИРНОГО МАСЛА СОСНЫ

На территории естественных лесных массивов с 25 деревьев в течение года отобраны образцы древесной зелени сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*). Отбор образцов древесной зелени с хвойных насаждений производился в экологически чистой зоне, что позволило исключить влияние техногенных факторов на результаты дальнейших исследований.

Из всех отобранных образцов было выделено эфирное масло, содержание которого изменялось на протяжении года в пределах 2,1–2,6%. Измерены плотность и показатель преломления выделенных эфирных масел, проанализирована динамика изменения этих показателей.

Методом спектроскопии ЯМР и газожидкостной хроматографии выполнен анализ динамики содержания пинена, карена, камфена, лимонена, борнилацетата, кариофиллена и кадинена, как основных соединений в эфирном масле в течение года. Детально проанализировано изменение группового состава масла. Даны рекомендации по практическим аспектам заготовки и использованию эфирного масла сосны обыкновенной.

Следует отметить, что наибольшее содержание эфирного масла наблюдается зимой, а также в весенние месяцы. Поэтому, помимо изучения состава, в зимний период было выделено эфирное масло, которое задействовали в производстве опытного образца кондиционера-ополаскивателя для волос.

Средняя величина показателя преломления эфирного масла в течение года составила $1,4847 \pm 0,001$. Незначительные изменения показателя преломления, как и плотности ($(0,863 \pm 0,005) \text{ г/см}^3$), наиболее вероятно связаны с колебаниями количества основных компонентов эфирного масла в течение года. Во всех выделенных маслах доминируют моно- и сесквитерпеновые углеводороды и минимально содержание кислородсодержащих соединений.

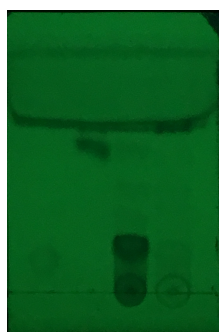
Кондиционер-ополаскиватель – парфюмерно-косметическая продукция для ухода за волосами после мытья с целью улучшения расчесывания волос и придания им объема и блеска. Он защищает волосы от возможного вреда, склеивает раскрывшиеся при мытье кератиновые чешуйки, сохраняя влагу в каждом волоске и делая волосы гладкими и блестящими. Процесс производства кондиционера-ополаскивателя включает 3 стадии и 6 подстадий, которые не представляют особых трудностей в выполнении.

Главным в производстве является создание эмульсии с последующим добавлением всех ингредиентов соблюдая их норму и температуру смеси. Уже в дальнейшем, после стадии 3, где выполняется фасовка, упаковка и маркировка готового продукта, возникает необходимость проверки показателей качества кондиционера-ополаскивателя.

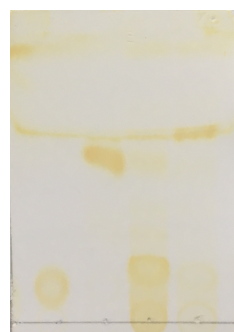
ТСХ-АНАЛИЗ ЭКСТРАКТОВ ИЗ ДРЕВСИНЫ *PICEA ABIES*

Ель обыкновенная является широко произрастает и является богатым источником лигнанов таких как матаирезинол, секоизоларицирезинол, гидроксиматаирезинол, ларицирезинол [1]. Эти вещества обладают высокой антиоксидантной активностью и могут использоваться в пищевой, фармацевтической и косметической промышленности, поэтому их определение в древесине ели обыкновенной является актуальной задачей.

Цель данного исследования – качественный анализ экстрактов из древесины *Picea abies* методом ТСХ-анализа и идентификация в них лигнанов матаирезинола и секоизоларицирезинола. В качестве объектов исследования выступали опилки древесины и измельченная мутовка ели обыкновенной. Выделение лигнанов из объектов проводили экстракцией ацетоном при комнатной температуре в течение 72 ч. ТСХ-анализ осуществляли на пластинах Kieselgel 60 F254 (США) при использовании в качестве подвижной фазы системы хлороформ – уксусная кислота в соотношениях (9:1), (8:2), (9,5:0,5). Детектирование осуществляли в УФ-свете при 254 нм, а также пластины проявляли обработкой парами йода. Наиболее четкое разделение компонентов ацетоновых экстрактов наблюдалось в системе хлороформ – уксусная кислота (9,5:0,5) (рисунок).



а) 1 2 3 4



б) 1 2 3 4

а) – при 254 нм; б) – в видимом свете после обработки парами йода; 1 – стандарт секоизоларицирезинола; 2 – стандарт матаирезинола; 3 – ацетоновый экстракт из мутовки *Picea abies*; 4 – ацетоновый экстракт из опилок *Picea abies*

Рисунок 1 – Результаты ТСХ-анализ экстракта *Picea abies*

В ацетоновом экстракте измельченной мутовки *Picea abies* были идентифицированы лигнаны секоизоларицирезинол и матаирезинол по показателям $R_f = 0,15$ и $0,56$ соответственно, значение которых совпадало со значением R_f стандартных образцов секоизоларицирезинола и матаирезинола (Sigma, США).

В результате проведения ТСХ-анализа было выявлено, что секоизоларицирезинол и матаирезинол содержатся в опилках древесины ели обыкновенной в следовых количествах, большее количество этих веществ находится в мутовке, что хорошо согласуется с литературными данными [1].

Таким образом, были подобраны условия ТСХ-анализа экстракта из древесины *Picea abies*, идентифицированы в нем лигнаны матаирезинол и секоизоларицирезинол и установлено, что наиболее перспективным источником выделения лигнанов из ели обыкновенной является мутовка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Willfor, S.M. Chromatographic analysis of lignans / S.M. Willfor, A.I. Smeds, B.R. Holmbom // J. Chromatogr. A. – 2006. – Vol. 1112, № 1. – P. 64–77.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛУЛЕТАЛЬНОЙ ДОЗЫ ГИДРОХЛОРТИАЗИДА В ЭКСПЕРИМЕНТАХ *IN VIVO*

Гидрохлортиазид (ГХ) является лекарственной субстанцией, на основе которой производятся диуретические препараты [1]. Было показано, что при превышении концентрации этого вещества в воздухе рабочей зоны фармацевтического предприятия у работников повышается риск возникновения немеланомного рака кожи и плоскоклеточной карциномы [2]. В связи с этим, установление предельно допустимой концентрации вещества в воздухе рабочей зоны является актуальной задачей. Первым этапом для его расчета является установление полулетальной дозы этого вещества для животных.

Цель данного исследования – определение полулетальной дозы гидрохлортиазид в экспериментах *in vivo* на крысах. В ходе исследования было сформировано 4 экспериментальные группы крыс по 5 особей обоего пола в каждой. Животным вводили гидрохлортиазид в концентрациях 1500, 2250, 3000, 3750 мг/кг. Для удобства введения готовили 20% суспензию субстанции ГХ.

В качестве среды для равномерного распределения ГХ использовали 1,0% водный крахмальный гель. Приготовление суспензии осуществляли при постоянном перемешивании на магнитной мешалке и подогреве до 37°C. Перед введением животным суспензию охлаждали до комнатной температуры. Введение субстанции ГХ осуществляли однократно, перорально с помощью атравматического зонда. При этом осуществляли запись времени введения, чтобы точно определить развитие параметров интоксикации.

Введение субстанции в дозе 3000 мг/кг вызывало пассивную двигательную активность самцов и самок крыс в первые 30 минут после введения, в последующие 4 часа наблюдений двигательная активность животных оставалась замедленной. При введении субстанции ГХ самцам и самкам в дозе 3750 мг/кг регистрировали пассивную двигательную активность животных на протяжении 4 часов наблюдений. Однократное введение субстанции ГХ в дозе 3000 мг/кг вызывало гибель самцов и самок на первые сутки после введения субстанции. В серии животных, получавших субстанцию ГХ в дозе 3750 мг/кг, регистрировали гибель части самцов и самок через 4 часа и 1 сутки наблюдений. На основании полученных данных о смертности крыс обоих полов в соответствии с [3] была рассчитана полулетальная доза ГХ (LD₅₀, мг/кг), вызывающая гибель половины особей испытываемой группы.

Для расчета использовали пробит-анализ. Каждому соотношению «умершие особи/участвующие особи» присваивался соответствующий коэффициент. Строили градуировочный график зависимости дозы от отклика (коэффициента) с использованием программы MS Excel. По полученному графику находили полулетальную дозу. Пробит-коэффициент для полулетальной дозы равнялся 5.

В результате была рассчитана полулетальная доза гидрохлортиазид (LD₅₀), которая для самцов составила 3651 мг/кг, а для крыс-самок – 3163 мг/кг, что позволяет отнести данное вещество к V классу токсичности (практически нетоксично). Полученные данные являются основой для расчёта ПДК гидрохлортиазид в воздухе рабочей зоны.

ЛИТЕРАТУРА

1. ТКП 125-2008 «Надлежащая лабораторная практика» – МЗ Республики Беларусь, Минск, 2008 – 35 с.
2. Hydrochlorothiazide use and risk of non-melanoma skin cancer: A nationwide case-control study from Denmark / S.A. Pedersen [et al.] // Journal of the American Academy of Dermatology, –2018, Vol. 78 (4), P. 673–681.
3. Руководство по доклиническому изучению лекарственных средств / под общей редакцией Миронова А.Н. – М.: “Гриф и К”, 2012. – 944 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ГАЗИРОВАННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД МЕТОДОМ КОНДУКТОМЕТРИИ

Природная вода – сильнейший растворитель минералов и горных пород, обогащена различными солями. В связи с большим разбавлением природных растворов, соли практически полностью диссоциированы на ионы. Главными ионами являются катионы Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , и анионы HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- . Одним из основных классификационных признаков таких вод является уровень минерализации. Этот показатель, согласно СТБ 880, определяют как сумму определяемых анионов, катионов и недиссоциированных неорганических веществ. Контроль за этим показателем осуществляется по удельной электрической проводимости воды согласно СТБ ИСО 7888 не реже раза в три месяца, что позволяет:

- судить о правильности произведенного анализа уровня минерализации;
- рассчитать содержание некоторых ионов без аналитического определения.

Применение этой методики существенно осложняется при использовании в качестве объекта газированной минеральной воды, что связано с огромным влиянием растворенного CO_2 на значения электропроводности.

Это обусловило цель работы, которая заключалась в разработке методики определения минерализации газированных минеральных вод методом кондуктометрии.

Основной проблемой была разработка методики пробоподготовки образцов. Согласно СТБ ИСО 7888 удаление растворенных газов в воде должно проводиться только физическими методами, поэтому нами была выбрана комбинация нагрева и механического перемешивания образца. Необходимо было определить при каких значениях температуры и времени перемешивания обеспечивается такой уровень удаления CO_2 , что это уже не влияет на значения электрической проводимости.

Эксперимент проводили с использованием настольного кондуктометра с автоматической подстройкой диапазона на базе микропроцессора NI 2300. Предварительный анализ показал, что по мере удаления растворенного CO_2 значения электропроводности увеличиваются и достигают максимальных значений при полном отсутствии углекислого газа в воде. Дальнейшие исследования проводили в диапазоне температур от 30 до 70 °С, время перемешивания составляло от 5 до 15 минут. В качестве объектов испытаний выбраны минеральные воды «Нарач» и «Vorjomi», отличающиеся уровнем минерализации. Реализация эксперимента в данной области планирования и математическая обработка полученных результатов, позволило выявить оптимальное сочетание факторов при проведении пробоподготовки: температура 53 °С, время перемешивания 13 минут.

Определение параметров пробоподготовки позволило провести эксперимент для расчета показателей точности методики и расширенной неопределенности в диапазоне значений от 1,0 до 7,5 г/л. Результаты расчета представлены в таблице.

Таблица – Показатели точности методики

Диапазон, г/л	S_{Tj} , г/л	S_{Tj} , %	S_R , г/л	S_R , %	U , г/л	U , %
1,0–7,5	0,03373	1,12	0,0442	2,86	0,0976	3,24

Исходя из данных представленных в таблице, полученные значения удовлетворяют критерию приемлемости и позволяют рекомендовать данную методику для производственного контроля уровня минерализации газированных минеральных вод.

Науч. рук. ст. преподаватель В. В. Горжанов, ст. преподаватель В. С. Волобуев
(кафедра физико-химических методов сертификации продукции, БГТУ),
координатор проектов М. М. Сума
(учреждение «Центр экологических решений»)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТИЦ МИКРОПЛАСТИКА В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ

Пластик загрязняет не только окружающую среду, но и питьевую воду по всему миру. Речь идет о небольших (менее 5 мм) кусочках пластика, который попадает в водопроводную воду в результате захоронения и уничтожения обычного и промышленного мусора. Есть информация, что микропластик может накапливаться и закупоривать сосуды, приводя, например, к инсультам и инфарктам. И другой нюанс: микропластики переносят опасные вещества на себе. В то же время в сейчас ведется активная замена металлических трубопроводов на пластиковые (полипропиленовые) в системе водоснабжения г. Минска в процессе проведения капитальных ремонтов жилых домов, при возведении новых жилых домов и других объектов строительства.

Целью исследования было определить количество микропластика в водопроводной воде, образующегося при прохождении системы водоснабжения УО «БГТУ».

На первом этапе исследований были отобраны образцы воды в системе водоснабжения БГТУ до вхождения в систему и на ее выходе для анализа ее пригодности в качестве питьевой. Образцы были направлены на экспертизу в Государственное учреждение «Центр гигиены и эпидемиологии Фрунзенского района г. Минска». В таблице 1 приведены результаты анализа.

Таблица 1 – Показатели качества воды, исследуемые сторонней организацией

Показатель	Единицы измерения	Значение	Предельно допустимая концентрация
Цветность	градусы	3,38	20
Мутность	мг/дм ³	<0,58	1,5
Общая минерализация	мг/дм ³	214,3	1000
Аммиак NH ⁴⁺	мг/дм ³	<0,39	2,0
Нитриты NO ²⁻	мг/дм ³	<0,2	3,0
Хлориды Cl ⁻	мг/дм ³	13,5	350,0

Как видно из таблицы 1, показатели качества воды, исследуемые сторонней лабораторий находятся в пределах нормы как до прохождения системы водоснабжения на основе полипропиленовых труб, так и после нее.

На втором этапе для определения содержания частиц микропластика в водопроводной воде на входе в систему водоснабжения и на выходе данной системы было отобрано и отфильтровано по 200 дм³ воды. Для фильтрования использовался специальный фильтр на 100 мкн. При проведении исследования фильтра под микроскопом были обнаружены волокна и частицы микропластика. Полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Содержание частиц микропластика в воде в системе водоснабжения

Количество песчинок в воде до прохождения системы водоснабжения, кол. частиц/л	Количество волокон и частиц микропластика в воде после прохождения системы водоснабжения, кол. частиц/л
3	30

Как видно из таблицы 2, содержание частиц микропластика в воде после прохождения системы водоснабжения увеличилось. Таким образом, результаты анализа свидетельствуют о том, что по данному показателю качества воды значительно ухудшилось. На данный момент нельзя обобщить полученные результаты и сделать вывод, что внедренная система водоснабжения несет потенциальную опасность для ее потребителей.

ПРИМЕНЕНИЕ ДЕСКРИПТОРНО-ПРОФИЛЬНОЙ МЕТОДОЛОГИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ РЕЦЕТУРЫ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО ПЕЧЕНЬЯ

В последние годы все более широкое развитие и популярность получает концепция разработки и создания пищевых продуктов специального назначения. К таким продуктам относятся, в том числе, и безглютеновые мучные кондитерские изделия.

Как известно, безглютеновой диеты должны придерживаться люди с заболеванием целиакия, а также при наличии симптомов, связанных с этим заболеванием. Так же безглютеновая диета показана детям с аллергией на пищевой белок глютен, так называемую клейковину, которая содержится в пшеничной муке и, соответственно, продуктах, изготовленных с ее использованием. В этой связи разработка рецептов кондитерской продукции на основе безглютенового мучного растительного сырья является актуальной.

К безглютеновой муке относятся: гречневая, овсяная, кукурузная, рисовая и др. Рисовая мука не содержит жиров, является источником полноценного растительного белка, а так же натрия, калия, магния, фосфора, цинка, витаминов В₁ и В₂, РР, биотина, клетчатки (до 1 %), моно- и дисахаридов (до 0,4 %), и может служить альтернативой пшеничной муке.

Опытные образцы печенья из рисовой муки были изготовлены в соответствии с рецептурами, представленными в таблице 1. Органолептическая оценка осуществлялась с использованием дескрипторно-профильной методологии и проводилась по 10-бальной гедонической шкале по восьми дескрипторам: сливочный, топленое масло, отрубной, пшеничный, медовый, шоколадный, пористый, пропеченный.

Результаты оценивания представлены на диаграмме (рисунок 1).
Таблица 1 – Рецептуры опытных образцов печенья

Ингредиенты	Рецептура, г		
	№1	№2	№3
Мука рисовая	100	100	100
Масло сливочное	–	40	40
Сметана	35	35	–
Орехи грецкие	16	16	–
Мед	–	–	50
Какао	10	10	–
Разрыхлитель	–	10	10
Вода питьевая	60	60	–
Сахар	40	40	–

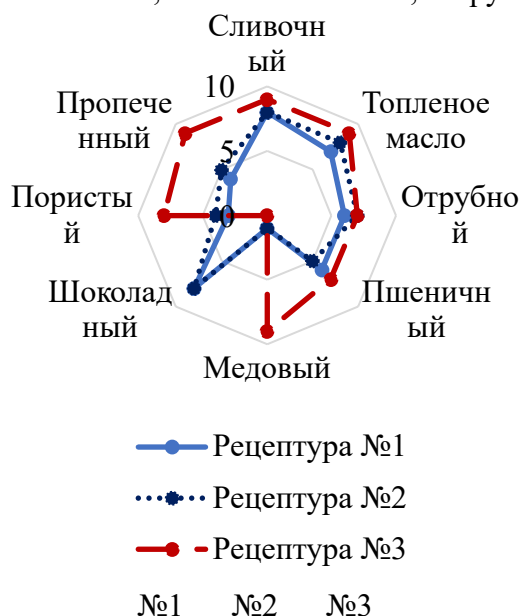


Рисунок 1 – Профили опытных образцов

Образцы №1 и №2 характеризовались неравномерно пропеченной, слипшейся текстурой в изломе, в то время как печенье под №3 было пропеченное и отличалось равномерной пористой структурой, без пустот. По вкусовым характеристикам данный образец также превзошел остальные, и был подвергнут физико-химическим испытаниям. Были получены результаты: щелочность – 1,8 Т; массовая доля влаги – 10,1 %; массовая доля сахара – 24,3 %; массовая доля жира – 23,1 %. Данные показатели соответствуют установленным для печенья из пшеничной муки. Таким образом, разработанная рецептура №3 будет положена в основу технической документации на печенье из рисовой муки.

ОЦЕНКА РИСКОВ И ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ЛАБОРАТОРИИ СП «САНТА БРЕМОР» ООО

ГОСТ ISO/IEC 17025 – 2019 вносит требования к лабораториям в планировании и осуществлении действий по управлению рисками и возможностями. Оценка рисков и возможностей создает основу для повышения эффективности системы управления, достижения лучших результатов и предотвращения негативных последствий. Лаборатория несет ответственность за решение о том, в отношении каких рисков и возможностей необходимо принимать меры.

Оценка рисков и возможностей в деятельности производственной лаборатории СП «Санта Бремор» ООО осуществлялась в соответствии с ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010–2011 и включала следующие этапы: идентификация (составление перечня рисков и возможностей, их причин и последствий); анализ (определение относительного показателя возникновения и качественной характеристики тяжести последствия риска/эффекта от реализации возможности); оценивание рисков и возможностей (определение уровня риска/возможности по матрице оценки (таблица 1)); обработка рисков и возможностей (разработка действий по реагированию на них); мониторинг (регулярная проверка рисков и возможностей и выполнения действий по реагированию на них).

Таблица 1 – Матрица и результаты оценки рисков и возможностей

Вероятность возникновения риска/ возможности, балл	5	5	10	15 P 7	20	25
	4	4	8	12 P 5	16	20
	3	3	6	9 P 16	12	15 B1– B6
	2	2	4 P 4	6 P 25	8	10
	1	1	2	3 P: 12, 26	4 P: 1, 6, 13, 22, 23, 24, 27, 28	5 P: 2, 3, 8, 9, 10, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 29, 30
		1	2	3	4	5
Тяжесть последствия риска, эффект от реализации возможности, балл →						

В результате были идентифицированы, проанализированы и оценены 30 рисков (P) и 6 возможностей (B) (таблица 1). Из 30 рисков 14 находятся в зоне низкого уровня (рисунок 1), действия по их управлению не обязательны, но за ситуацией стоит следить, чтобы риск был управляемым. В зоне среднего уровня находится 14 рисков. Для данных рисков достаточно мер по управлению, необходимо определить действия по мониторингу рисков и своевременному реагированию на них. В зоне высокого уровня

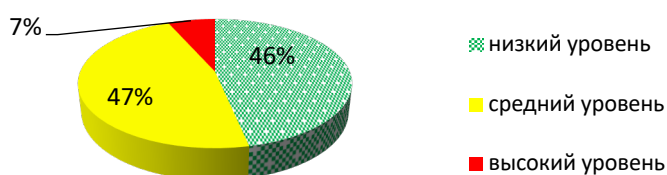


Рисунок 1– Уровни рисков

находится 2 риска (P 5, P 7): высока вероятность оттока компетентных специалистов ввиду ухода в декретный отпуск, а также существенен риск невозможности выполнения испытания по определенной методике по причине недостаточного уровня квалификации специалиста. Требуется разработка определенных действий, направленных на

устранение или снижение этих рисков до приемлемого уровня. Данные мероприятия носят глобальный характер, предусматривают выделение ресурсов. Все выявленные возможности находятся в зоне высокого уровня, действия по реагированию на них обязательны, т.к. они могут привести к значительным улучшениям. Таким образом, проведенная оценка позволила выявить риски и возможности с наиболее высоким уровнем значимости, управление которыми позволит производственной лаборатории СП «Санта Бремор» ООО достигать своих целей и выполнять поставленные задачи, минуя нежелательные воздействия.

ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ ШТАММА ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩЕГО ГРИБА *CONIOPHORA PUTEANA* К ОПРЕДЕЛЕНИЮ БИОСТОЙКОСТИ СРЕДСТВ ЗАЩИТНЫХ ДЛЯ ДРЕВЕСИНЫ

Согласно принятой в Республике классификации, грибы, поселяющиеся на срубленной древесине, можно разделить на несколько групп: плесневые, деревоокрашивающие (складские), дереворазрушающие. Дереворазрушающие грибы подразделяют на домовые, почвенные, атмосферные и аэроводные. При этом в продукции на основе древесины не допускается поражений грибами (по ГОСТ 99, ГОСТ 3916.1, ГОСТ 3916.2), поэтому на рынке присутствует значительное количество защитных средств, повышающих показатели биостойкости данной продукции. Особенно важно, по возможности, исключать наличие дереворазрушающих грибов, которые могут значительно снизить нормируемые физико-механические показатели продукции.

Домовые грибы – наиболее известная группа разрушителей древесины, среди них наиболее распространены *Serpula lacrymans* и *Coniophora puteana*. *Coniophora puteana* – пленчатый домовый гриб, вызывающий бурую деструктивную гниль древесины. Плодовое тело плоское, широко распростертое, мясисто-перепончатое, легко отделяющееся от субстрата. Цвет тела в процессе жизнедеятельности от беловатого до желтовато-бурого либо бурого с характерным беловатым волокнистым краем. Размножение производится фрагментацией мицелия и базидиоспорами. По типу питания – сапрофит.

Определение биостойкости изделий технических регламентировано ГОСТ 9.048 и применительно только к плесневым грибам. Что касается деревоокрашивающих и дереворазрушающих грибов, то стандарты на их определение отсутствуют. Это обуславливает необходимость разработки аккредитованными испытательными лабораториями МВИ. В НИЛ огнезащиты строительных конструкций и материалов БГТУ разработана методика определения, восстановления и хранения культур дереворазрушающих, деревоокрашивающих и плесневых грибов, которая используется при проведении сертификационных испытаний средств защитных для древесины. Важным этапом является получение чистой культуры *Coniophora puteana*. В качестве питательной среды готовится «голодная» среда. Стерильную питательную среду в микроволновой печи, слегка остужают и разливают в чашки Петри по 15-20 мл. Закрывают доньшки со средой крышками. Дают агаризованной среде подсохнуть. После застывания среды можно производить посев. Бактериологическую петлю стерилизуют прокаливанием, держа ее в правой руке; в левую руку берут чашку Петри с культурой таким образом, чтобы поверхность среды была хорошо видна; приоткрывают чашку, вводят в нее петлю. Охлаждают, дотронувшись до свободной от культуры среды. Захватывают небольшое количество массы культуры; вынимают петлю из чашки, которую тут же закрывают; открывают подготовленную чашку со средой, аккуратно вводят в нее петлю с биомассой. Закрывают чашку с крышкой. Остатки клеток на бактериологической петле зажигают в пламени спиртовки. Хранение культуры гриба осуществляют в помещении при температуре $(22\pm 2)^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха от 70 до 75 %. Каждые 2 – 3 месяца культуру гриба следует пересевать и выращивать заново.

Выше представленная методика была использована при проведении сертификационных испытаний средств защитных для древесины в НИЛ огнезащиты строительных конструкций и материалов БГТУ.

**КОНТРОЛЬ ПОРОДНОГО СОСТАВА НЕОДНОРОДНЫХ КОМПОЗИЦИЙ
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ**

Лесистость территории республики Беларусь по данным государственного лесного кадастра Республики Беларусь по состоянию на 1 января 2018 г. значительна и составила 39,8%, что выше среднемирового уровня. При этом общая площадь земель лесного фонда составила 9582,0 тыс. га, общий запас насаждений – 1796,0 млн. м³. Столь богатые природные ресурсы позволяют нам располагать развитой лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленностью. Структура лесопромышленного комплекса Республика Беларусь представлена следующими отраслями: лесозаготовительная (13,5% общего объема выпуска продукции); деревообрабатывающая (69,5%); целлюлозно-бумажная (16,4%) и лесохимическая промышленность (0,6%). Видно, что основной отраслью является деревообрабатывающая, которая представлена различными видами клееных материалов и плит. Среди них комплексно перерабатывать сырье позволяют технологии древесностружечных и древесноволокнистых плит, в том числе МДФ, производимых по сухому способу формования и характеризующихся средней плотностью. Вся указанная продукция используется как более дешевый аналог древесного массива. При их производстве предпочтение отдается древесине хвойных пород в виде технологической щепы и круглых лесоматериалов, благодаря наличию смолистых веществ и большему в сравнении с лиственными породами количеству природного армирующего полимера – лигнина. В тоже время, структуру лесов в Республики Беларусь формируют и лиственные породы, преобладающими среди них являются береза – 23,2% и ольха черная – 8,5%. В связи с этим возникает необходимость комплексного вовлечения данной древесины в производство. Потери нормируемых физико-механических показателей и показателей безопасности древесных плит не происходит при введении их в композицию в количестве до 30–40% с учетом используемой породы. Однако в этом случае возникает необходимость строгого операционного контроля. В настоящее время на предприятиях используются визуальные методы определения породы древесины. Операторы участка подготовки древесного сырья к размолу, основываясь на производственном опыте, вручную формируют композицию щепы. Таким образом, контроль породного состава неоднородных по породному составу композиций в таких условиях затруднен. По нашему мнению, интерес представляет использование в операционном контроле экспресс-метода, который можно применить после фракционирования древесной щепы [1]. Из смеси оптимальной и крупной фракции отбирают среднюю пробу и сокращают методом квартования. Отобранная щепка погружается в раствор марганцевокислого калия, выдерживается в нем 2 минуты, потом промывается. Затем аналогичным образом производится обработка щепы раствором соляной кислоты. После промывки щепка заливается раствором аммиака. Через 1 минуту ее вынимают и без промывки высыпают на фильтровальную бумагу. В процессе обработки лиственная щепка окрашивается в пурпурно-красный цвет, а хвойная – приобретает желтую окраску.

Таким образом, появляется возможность количественной оценки породного состава композиции древесной щепы. Использование данного метода требует разработки оптимальных способов оценки количественного содержания хвойной и лиственной древесины в композиции, статистически оправданного обоснования частоты его применения в производственном контроле древесных плит. Поэтому необходимы дальнейшие исследования в данном направлении, которые могут быть представлены в виде МВИ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соловьева Т.В. Технология древесноволокнистых плит, технология древесностружечных плит, технология композиционных материалов и пластиков/ Т.В. Соловьева, А.А. Пенкин// Минск, БГТУ – 2009. – С. 21-22.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ

Получение хлористого калия из природных сильвинитов осуществляется различными способами – флотационным, галургическим, гидротермическим (химическим) и др.

В основе флотационного метода как основного метода обогащения полезных ископаемых, используемого на ОАО «Беларуськалий» лежит использование различий в физико-химических свойствах поверхности частиц разделяемых минералов, наиболее существенными из которых являются их смачиваемость водой (гидратируемость) и способность к взаимодействию с реагентами и газами. Эти различия приводят к тому, что частицы одних минералов с гидрофобной поверхностью, сталкиваясь с воздушными пузырьками, прилипают к ним и поднимаются на поверхность суспензии, в то время как частицы других минералов с гидрофильной поверхностью к воздушным пузырькам не прилипают и остаются в объеме суспензии.

Главной целью ОАО «Беларуськалий» в области качества и основой финансового благополучия предприятия является создание высококачественной, конкурентоспособной продукции, удовлетворяющей требованиям и ожиданиям потребителей. Эта цель сформулирована в Политике ОАО «Беларуськалий» в области качества, которая определяет основные принципы, на которых строится деятельность предприятия в области качества.

Для обеспечения постоянной гарантии стабильного качества на всех этапах жизненного цикла продукции в ОАО «Беларуськалий» внедрена система менеджмента качества, соответствующая требованиям международного стандарта ISO 9001 и реализующая принципы всеобщего управления качеством. К основным показателям качества калийных удобрений относятся следующие: гранулометрический состав, содержание массовой доли калия и массовой доли воды.

Для определения качества калийных удобрений на соответствие нормативным документами нами были проведены испытания по определению данных показателей.

Метод определения гранулометрического состава основан на определении массовой доли фракций, полученных путем механического или ручного отсева пробы на ситах. В результате исследований нами получены следующие результаты: Границы класса, мм — содержание, %: +2 — 0.25; -2+1,7 — 0.05; -1,7+1,0 — 5.2; -1,0+0,8 — 9.35; -0,8+0,5 — 28.45; -0,5+0,315 — 29; -0,315+0,25 — 9.2; -0,25+0,1 — 16.7; -0,1 — 1.8.

Метод определения массовой доли калия в однокомпонентных удобрениях основан на осаждении калия тетрафенилборатом натрия в уксуснокислой среде и последующем высушивании и взвешивании полученного осадка тетрафенилбората калия. В результате проведения испытаний отобранных образцов массовая доля хлористого калия (KCl) составила 95.6% (на сухое вещество). При определении содержания воды был получен следующий результат: массовая доля H₂O в исследуемых образцах составила 1.05%.

Результаты исследований показывают, что исследуемые образцы соответствуют требованиям нормативных документов (ГОСТ 20851.3-93. Удобрения минеральные. Методы определения массовой доли калия).

ЛИТЕРАТУРА

1. ОАО «Беларуськалий». Производство /Технологии обогащения [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <https://kali.by/> – Дата доступа: 28.11.2018.
2. Экологический бюллетень за 2015 год. Глава 11. Отходы // Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://www.minpriroda.gov.by/uploads/files/glava-11-otxody.docx/> – Дата доступа: 27.11.2018.

**ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЙ МЕТОДИКИ
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ВЕЩЕСТВА В СУБСТАНЦИИ
«ПРЕДНИЗОЛОН»**

В соответствии с действующими в фармацевтической отрасли требованиями, методики испытаний (МИ), используемые на всех стадиях производства, должны быть валидированы.

Цель работы – установление характеристик спектрофотометрической методики определения преднизолон (тригидроксипрегна-1,4-диене-3,20-диона) с целью ее валидации.

В качестве таких характеристик были выбраны: специфичность, правильность, линейность и прецизионность (повторяемость и внутрилабораторная воспроизводимость). Критерии приемлемости данных характеристик (критерии валидации) рассчитывали в соответствии с рекомендациями приведенными в [1].

В соответствии с разработанным планом валидации были проведены экспериментальные исследования, определены валидационные характеристики и их соответствие установленным критериям приемлемости. Результаты приведены в таблице.

Таблица – Результаты валидации (диапазон D = 80-120%, допуск содержания B = ±3%, n=6)

Валидационный критерий	Полученное значение	Критическое значение
Специфичность Компоненты «плацебо» не должны искажать результат	Соотв.	
Линейность: Остаточное стандартное отклонение Свободный член Коэффициент корреляции	0,0066 0,0102 0,9981	max $RSD_0 = 0,789$ % max $a = 4,80$ min $r = 0,9413$
Правильность Процент восстановления \bar{Z} , % Критерий Стьюдента	$\bar{Z} = 100,10$ % $t_0 = 0,81$;	$\bar{Z} = (97 - 103)$ % $t_{(0,95;5)} = 2,57$
Повторяемость Коэффициент вариации RSD , %	0,92 %	max $RSD = 2$ %
Промежуточная прецизионность Коэффициент вариации RSD , % Критерий Стьюдента $t_0 \leq t_{(0,95;f)}$ Критерий Фишера $F_0 \leq F_{(0,95;f_1;f_2)}$	0,92 % 0,13 1,71	max $RSD = 2$ % $t_{(0,95;10)} = 2,23$ $F_{(0,95;5;5)} = 5,05$
Неопределенность измерений, %	0,78	1,0

Таким образом, результатами валидации подтверждена пригодность применения спектрофотометрической методики для количественного определения тригидроксипрегна-1,4-диене-3,20-диона в субстанции «Преднизолон».

ЛИТЕРАТУРА

1. Леонтьев Д.А., Гризодуб А.И., Зинченко А.А., Дорунда И.М., Зинченко И.А. Реализация метрологической концепции для спектрофотометров в УФ- и видимой областях спектра // Фармацевтическая отрасль. – 2013. – № 5 – С. 116–120.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ СУЛЬФАСАЛАЗИНА В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ

Среди профессиональных и производственно обусловленных заболеваний работников химико-фармацевтической промышленности ведущие места занимают заболевания, причиной которых является длительная работа в условиях относительно невысоких концентраций вредных веществ. В связи с этим, должен осуществляться контроль за содержанием лекарственных средств при их производстве в воздухе рабочей зоны.

На Борисовском заводе медицинских препаратов выпускается лекарственное средство сульфасалозин, которое применяется для лечения ревматоидного артрита, неспецифического язвенного колита и болезни Крона [1]. При производстве сульфасалазина имеет место риск попадания некоторых количеств лекарственного средства в виде пыли в воздух рабочего помещения. Однако, для контроля за содержанием данного лекарственного средства в воздухе рабочей зоны отсутствуют методики выполнения измерений.

Цель данной работы – разработка методики определения содержания сульфасалазина в воздухе рабочей зоны. Исследования проводились в испытательной лаборатории НПЦ «Лотиос». Разработку методики осуществляли в соответствии с требованиями ГОСТ 8.010. В результате анализа данных из доступных литературных источников и сети Интернет было установлено, что для количественного определения сульфасалазина в воздухе рабочей зоны можно использовать метод высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) а также спектрофотометрический метод. Был выбран спектрофотометрический метод анализа, вследствие его доступности по сравнению с ВЭЖХ, для реализации которого требуются эталонные вещества. Метод основан на том, что ультрафиолетовый спектр сульфасалазина в фосфатном буферном растворе pH 7,5 имеет максимум поглощения при длине волны 358 нм. Измерения проводили на спектрофотометре СФ-2000, снабжённом ПЗС-матрицей в качестве детектора. Использовали специальное программное обеспечение, которое обеспечивает автоматическое проведение измерений. Отбор проб воздуха рабочей зоны производят в соответствии с ГОСТ 12.1.005 путем их аспирации через фильтр АФА-ВП-20. Для установления показателей точности методики были спланированы и организованы экспериментальные исследования в соответствии с требованиями СТБ ИСО 5725 (2-4). Были установлены такие показатели точности как повторяемость, внутрилабораторная воспроизводимость, правильность, а также рассчитана неопределенность измерений.

Показатели повторяемости результатов измерений представлены в таблице.

Таблица – Повторяемость результатов измерений

Диапазон измеряемой массовой концентрации, мг/м ³	Допускаемое расхождение результатов измерений двух проб
от 0,27 до 50,00 вкл.	$(X_1 - X_2) \leq 0,15 \cdot \bar{X}$
$0,15 \cdot \bar{X}$ – предел повторяемости r , мг/м ³ ; X_1 и X_2 – результаты двух измерений массовой концентрации сульфасалазина в условиях повторяемости, мг/м ³ ; \bar{X} – среднее арифметическое X_1 и X_2 , мг/м ³	

По результатам исследований был разработан проект методики выполнения измерений, который должен пройти подтверждение пригодности в соответствии с требованиями ТКП 8.006.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сульфасалазин: инструкция по применению. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://apteka.103.by/sulfasalazin-instruksiya/>. – Дата доступа 30.11.2019.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОКИСЛЕНИЯ КУПАЖЕЙ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК НА ИХ ОСНОВЕ

Биологически активные добавки к пище (БАД) – природные и (или) идентичные природным биологически активные вещества, а также пробиотические микроорганизмы, предназначенные для употребления одновременно с пищей или введения в состав пищевой продукции [1].

БАД на основе растительных масел успешно реализуются во всем мире. Республика Беларусь не является исключением. Польза растительных масел для человеческого организма доказана и известна каждому, что и обуславливает спрос на данный вид продукции. В состав растительных масел входят биологически активные компоненты, а именно моно- и полиненасыщенные жирные кислоты, фосфолипиды, фитостерины, витамины. Особое внимание уделяется содержанию полиненасыщенным жирных кислот (ПНЖК) в растительных маслах, а именно линолевой и линоленовой. Данные кислоты являются «эссенциальными», то есть незаменимыми для человека, и должны поступать с пищей, так как не могут быть синтезированы человеческим организмом. Дефицит ПНЖК может привести к негативным последствиям для человека: сердечно-сосудистые заболевания, повреждение мембран клеток, повышение уровня холестерина, ухудшение зрения и ряд других заболеваний.

Растительные масла, как и любой пищевой продукт, подвержены порче. С течением времени в маслах происходят процессы окисления под действием кислорода воздуха. Устойчивость к окислению растительных масел во многом обусловлена составом и ботаническим происхождением из растений определенных видов. В связи с этим далеко не все масла пригодны для производства БАД.

Целью данной работы является изучение устойчивости купажей растительных масел к окислению для дальнейшего их использования при производстве БАД.

Объектами исследования были выбраны следующие масла: кукурузное, тыквенное, льняное, рыжиковое и купажи на их основе. Соотношение масел в купажах рассчитывалось из соотношения линолевой и линоленовой кислот. Согласно существующих рекомендаций, оптимальное соотношение линолевой кислоты к линоленовой должно составлять 3:1.

Процесс окисления в маслах контролировали, определяя кислотное [2] и перекисное [3] числа. Исследования по определению показателей окисления выполнялись с периодичностью в один месяц. Купажи хранились без доступа кислорода в течение 3-х месяцев.

Проанализировав полученные экспериментально значения, можно сделать вывод о том, что наиболее стабильным и устойчивым к окислению при хранении является купаж на основе кукурузного и льняного масел, значения кислотного и перекисного чисел которого за время эксперимента не превысили нормируемых значений [4]. Данный купаж можно использовать при производстве БАД на основе растительных масел.

ЛИТЕРАТУРА

1. О безопасности пищевой продукции: ТР ТС 021/2011. – Введ. 01.07.2013. – Министерство здравоохранения Российской Федерации. – 160 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 растительные и жиры животные. Метод определения перекисного числа: СТБ ГОСТ Р 51487–2001. – Введ. 01.11.2002. – Временный творческий коллектив АФНОР и ВНИЦСМВ. – 12 с.
4. Технический регламент на масложировую продукцию: ТР ТС 024/2011. – Введ. 01.07.2013. – Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. – 28 с.

(кафедра физико-химических методов сертификации продукции, БГТУ)
**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОГО
ЗАХОРОНЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ АЭС**

Проблема захоронения радиоактивных отходов во всем мире остается одной из самых сложных проблем атомной энергетики. В основе концепции для обеспечения безопасной эксплуатации пунктов захоронения радиоактивных отходов (ПЗРО) лежит многобарьерная система безопасности [1]. К инженерным барьерам ПЗРО относятся: упаковка радиоактивных отходов, инженерные конструкции пункта захоронения, в том числе строительные конструкции сооружений, буферные материалы, подстилающие и покрывающие экраны. В качестве буферных материалов при строительстве ПЗРО чаще всего используются бентонитовые глины. Основными физико-химическими свойствами, согласно которым глинистые породы отнесены к перспективным геологическим средам являются: низкая водопроницаемость, пластичность, набухаемость, высокая поглощающая способность. Выполнены исследования по использованию смеси бентонитовой глины с песком, где оптимальное содержание бентонитовой глины варьирует в среднем от 30 до 70%. В связи с предстоящим введением в эксплуатацию собственной АЭС весьма актуальной для Беларуси является проблема безопасного захоронения радиоактивных отходов и использования в качестве буферных материалов местного минерального сырья. Согласно Стратегии обращения с радиоактивными отходами Белорусской атомной электростанции [2] сооружение ПЗРО предусмотрено к 2028 г.

Установлено, что перспективными материалами при строительстве ПЗРО в Беларуси могут быть глины, трепел и кварцевый песок. Согласно данным работы [3], бентонитовые глины месторождения «Острожанское» содержат в значительном количестве монтмориллонит в кальциевой форме, кварц и кальцит. Данный материал является эффективным сорбентом радионуклида ^{137}Cs , степень сорбции равна 98,8%. Как показано в работе [4], трепел месторождения «Стальное» Хотимского района также обладает высокими показателями сорбции, которые составляют 92,2-93,1% для ^{137}Cs и 91,1-93,8% для ^{85}Sr . Установлено, что основными компонентами трепела являются опал-кристобалит, кальцит, монтмориллонит, цеолиты (клиноптиллолит и гейландит). В качестве перспективного буферного материала также может быть рассмотрен кварцевый песок месторождения «Городное» Столинского района, состоящий на 99% из кварца. Таким образом, результаты исследований образцов природного сырья месторождений республики свидетельствуют о высоких сорбционных свойствах данных материалов и возможности использования в качестве буферных материалов при строительстве ПЗРО.

ЛИТЕРАТУРА

1. Захоронение радиоактивных отходов. Конкретные требования безопасности: серия изданий МАГАТЭ по нормам безопасности №SSR-5. – Вена: Международное агентство по атомной энергии, 2011. – 76 с.
2. Стратегия обращения с радиоактивными отходами Белорусской атомной электростанции: постановление Совета Министров Республики Беларусь от 2 июня 2015 г. №460 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – 2015. – 5/40619.
3. Короб Д. К. Физико-химические свойства бентонитовых глин месторождения «Острожанское» Гомельской области: магистерская диссертация / Д. К. Короб. – Минск, 2016. – 69 с.
4. Гордеюк Е.Н. Использование трепела месторождения «Стальное» в качестве сорбционного материала для обеспечения безопасного захоронения радиоактивных отходов / Е.Н. Гордеюк, Л.Н. Москальчук // Сахаровские чтения 2015 года: экологические проблемы XXI века: материалы 15-й междунар. науч. конф., Минск, 21-22 мая 2015 г. / МГЭУ им. А. Д. Сахарова; редкол. С. С. Позняк [и др.]. – Минск, 2015. – С. 206–207.

**СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ НЕДЕЛЬНОГО РАЦИОНА ПИТАНИЯ
КОНКРЕТНОЙ ГРУППЫ НАСЕЛЕНИЯ**

Дневной рацион питания здорового человека составляется исходя из принципов классических концепций питания и его суточной физиологической потребности в пищевых веществах и энергии. В настоящее время выделяют несколько классических концепций питания: сбалансированное питание, адекватное питание и рациональное питание. Общим для всех этих теорий является суточный режим питания, который должен отвечать четырем принципам: постоянство приемов пищи по часам, дробность питания, максимальное соблюдение сбалансированности пищевых веществ в каждом приеме пищи, правильное физиологическое распределение количества пищи по ее приемам. Регулярное несоблюдение режима питания является одной из основных причин избыточной массы тела взрослого населения, в частности в работоспособном возрасте. Это актуально как для женщин, так и для мужчин.

Объектом наших исследований является статус питания мужчин в возрасте от 30 до 40 лет, занятых средним физическим трудом и имеющим избыточную массу тела. С этой целью, мы изучили статистические данные Белстата [1] о структуре населения нашей страны, которые свидетельствуют о следующем. Население Республики Беларусь на 1 января 2019 года составляет 9475 тыс. человек, из которых на долю мужчин приходится 4415 тыс. человек. Мужское население в возрасте от 30 до 40 лет составляет 700 тыс. человек. К сожалению национальных данных о проблеме избыточного веса и ожирения у населения нашей страны, мы не обнаружили. Однако имеются результаты исследовательской группы из разных стран [2], которая «провела «перепись» мировой эпидемии ожирения. Ученые собрали данные о лишнем весе за 35 лет в 195 странах мира – среди них была и Беларусь»: в нашей стране в 2015 году лишний вес был у 43,6% мужчин старше 20 лет, ожирение – у 18,4%. Таким образом, проблема избыточного веса является актуальной и требует эффективного решения.

Согласно постановлению Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 20.11.2012 № 180 «Требования к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь», мужчины 30-40 лет с коэффициентом физической активности, равным 1,9 (средний физический труд), должны получать ежедневно с пищей 3150 ккал, которые выделяются при употреблении 89 г белков, из которых 45 г – животные, 105 г жиров и 462 г углеводов.

Нами установлено, что принципы здорового питания для мужчин, желающих сбросить лишний вес, во многом совпадают с общими правилами здорового питания, но и имеют свои особенности, заключающиеся в следующем:

- 1) есть надо в меру и небольшими порциями, 4–5 раз в день;
- 2) нужно создать разумные ограничения (отказаться от fast-food, газированных напитков и сладостей);
- 3) употреблять пищу не позднее, чем за 2–3 часа до сна;
- 4) расходовать больше, чем потреблять (т. е. создавать дефицит калорий).

ЛИТЕРАТУРА

1. Демографическая и социальная статистика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/solialnaya-sfera/naselenie-i-migratsiya/naselenie/godovye-dannye/>. – Дата обращения: 11.11.2019.

2. Белорусы – 34-е в мире по ожирению [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://health.ej.by/healthy-eating/2017/06/13/belorusy-34-e-v-mire-po-ozhireniyu.html/>. – Дата обращения: 28.11.2019.

(кафедра физико-химических методов сертификации продукции, БГТУ)

**РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ УЯЗВИМОСТИ ДЛЯ ПИЩЕВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
ПРОИЗВОДСТВЕННОГО УЧАСТКА ПО ВЫПУСКУ ПИЩЕВОЙ ЖИДКОЙ
УГЛЕКИСЛОТЫ НА ОАО «ГРОДНО АЗОТ»**

Глобальная инициатива по безопасности пищевых продуктов (GFSI) выделяет трехкомпонентный подход к обеспечению безопасности пищевых продуктов, который заключается в выявлении рисков в максимально широком диапазоне (от случайных до преднамеренных угроз), в управлении и минимизации этих рисков. На практике подход Глобальной инициативы предусматривает внедрение трех систем анализа и контроля:

- НАССР (анализ опасностей и критические контрольные точки);
- ТАССР (анализ угроз и критические контрольные точки);
- ВАССР (анализ уязвимости и критические контрольные точки).

Такой подход позволяет вывести производство пищевых продуктов на качественно новый уровень, поскольку, с одной стороны, предоставляет компании инструментарий для защиты своего продукта и бренда, а с другой – является для потребителей дополнительной гарантией качества и безопасности выпускаемой продукции. ТАССР определяет, насколько различные этапы в цепи поставок пищевых продуктов уязвимы вредоносным атакам, таким как саботаж, вандализм или терроризм. Для управления и минимизации угроз организации рекомендуется следующий алгоритм действий: 1) создание команды Food Defense; 2) выявление и оценка потенциальных угроз; 3) определение и выбор мер пропорционального контроля; 4) документирование оценки угроз, мер контроля, проверки и процедуры управления инцидентами; 5) разработка эффективной стратегии обучения и коммуникации; 6) разработка и реализация плана защиты пищевых продуктов.

В данной работе представлены результаты оценки угроз для пищевой безопасности жидкой углекислоты пищевой, выпускаемой ОАО «Гродно Азот». Для оценки угроз нами была использована следующая шкала: серьезность угрозы (С) оценивалась от 0 до 4 баллов (не влияет – 0; почти не влияет – 1; небольшое влияние – 2; влияет – 3; существенно влияет – 4); вероятность возникновения угрозы (В) – от 1 до 4 баллов (практически равна нулю – 1; незначительная – 2; было на этом производстве – 3; на производстве повторяется часто – 4). Значимость угрозы (З) определяли умножением серьезности (С) на вероятность (В). Если значимость составляла более 8 баллов, считали ее существенной. В качестве потенциальных угроз рассматривали технологическую террористическую атаку, кибертерроризм, порчу оборудования, приведение в негодность производственных помещений, кражу информационных ресурсов предприятия и саботаж рабочих.

Проведенный анализ показал, что вероятность всех этих угроз для предприятия практически равна нулю, а существенно могут повлиять на пищевую безопасность технологическая террористическая атака, кибертерроризм и кража информационных ресурсов предприятия. Таким образом, ни одна из анализируемых потенциальных угроз не является существенной. Учитывая это, принимаемые в ОАО «Гродно Азот» меры управления (ограничение доступа на территорию предприятия и производственного цеха CO₂, электронная система пропусков, охрана территории, ограничение доступа к автоматизированным информационным системам) являются эффективными.

ЛИТЕРАТУРА

1. ИНТЕРСЕРТИФИКА-ТЮФ [Электронный ресурс] / FSSC 22000 – международная схема сертификации систем менеджмента безопасности пищевых продуктов. – Режим доступа: <http://www.qcert.ru/rus/docs/standards/fssc22000>. – Дата доступа: 09.11.2019.
2. Институт систем управления [Электронный ресурс] / Пищевая безопасность. – Режим доступа: <http://www.isu9000.ru/page/view/food> – Дата доступа: 09.11.2019.

РЕЗУЛЬТАТЫ SWOT-АНАЛИЗА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ЛАБОРАТОРИИ РУП «БЕЛМЕДПРЕПАРАТЫ» ПРОИЗВОДСТВА В Г. ЛИДА

В связи с принятием новой версии ISO/IEC 17025, все аккредитованные лаборатории должны перестроить свою деятельность в соответствии с данным стандартом. Одним из нововведений является требование об определении контекста организации [1], процесс понимания которого состоит в рассмотрении внутренних и внешних факторов [2]. Производственная лаборатория РУП «Белмедпрепараты» производства в г. Лида уже начала переход на новую версию стандарта ISO/IEC 17025. В связи с этим, появилась необходимость не только в определении, но и в оценке значимости внутренних и внешних факторов, которые могут быть как сильной, так и слабой стороной организации, как возможностью, так и угрозой. С этой целью мы применили SWOT-анализ, результаты которого представлены в данной работе.

Оценивание сильных и слабых сторон осуществляли с помощью следующей балловой шкалы: значительное влияние на деятельность организации – 6 баллов; заметное – 4; умеренное – 2; незначительное – 1. Оценивание возможностей осуществляли по двум показателям (таблица). Такую же шкалу использовали и для оценки угроз, только вместо показателя «Влияние на успешность организации», применили показатель «Последствия» со следующими уровнями: разрушение; критическое состояние; тяжелое состояние; «легкие ушибы».

Таблица – Шкала для оценивания возможностей

Вероятность возникновения	Влияние на успешность лаборатории			
	Сильное	Заменное	Умеренное	Незначительное
Высокая	6	5	4	3
Средняя	5	4	3	2
Низкая	4	3	2	1

В результате проведенного анализа, было определено, что внутренняя среда организации в большей мере обладает сильными сторонами, чем слабыми (22 балла против 10 баллов), возможности и угрозы, которые могут исходить из внешней среды, составили 15 и 14 баллов соответственно. Таким образом, можно сделать следующие выводы:

- сильные стороны минимизируют угрозы внешней среды организации ($22 > 14$);
- возможности во внешней среде компенсируют слабые стороны организации ($15 > 10$).

Существует несколько стратегий поведения организаций:

- «макси-макси»: сильных сторон $>$ слабых; возможностей $>$ угроз;
- «мини-макси»: слабых сторон $>$ сильных; возможностей $>$ угроз.
- «макси-мини»: сильных сторон $>$ слабых; угроз $>$ возможностей;
- «мини-мини»: слабых сторон $>$ сильных; угроз $>$ возможностей.

Стратегия РУП «Белмедпрепараты» определена как «макси-макси» и основана на сильных сторонах и возможностях предприятия. Целью данной стратегии является извлечение максимальной пользы от сильных сторон и возможностей организации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий: ГОСТ ISO/IEC 17025-2019. – Введ. 01.10.2019. – Минск: Госстандарт, 2019. – 32 с.
2. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь: СТБ ISO 9000-2015. – Введ. 01.03.2016. – Минск: Госстандарт, 2015. – 54 с.

(кафедра физико-химических методов сертификации продукции, БГТУ)

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ДЛЯ КАЧЕСТВА ПРИ ВАЛИДАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА ПРОТИВООПУХОЛЕВЫХ ПРЕПАРАТОВ

Риск – комбинация вероятности возникновения и серьезности вреда. Управление рисками – систематическое применение политики управления качеством, процедур и методов к задачам оценки рисков, контроля рисков и информирования о рисках на протяжении жизненного цикла (СТБ ISO 31000).

Целью данной работы является оценка рисков этапов процесса производства лекарственного средства. Объектом исследования является процесс производства противоопухолевых препаратов, состоящий из следующих стадий:

1. приготовление раствора лекарственного средства;
2. стерилизующая фильтрация;
3. стерильный розлив во флаконы;
4. лиофильная сушка;
5. укупорка, обкатка и внешняя мойка.

На начальном этапе для каждой стадии технологического процесса методом «Мозгового штурма» были определены потенциальные риски. Для первой стадии было выявлено 12 потенциальных рисков, для второй стадии – 17, для третьей стадии – 14, для четвёртой стадии – 2, для пятой стадии – 11 потенциальных рисков.

Полученные потенциальные риски были проанализированы при помощи дерева решений и определены критические контрольные точки (ККТ). Для первой стадии было выявлено 9 ККТ, для второй стадии – 16, для третьей стадии – 14, для четвёртой стадии – 2, для пятой стадии – 10 ККТ. Далее было проведено установление приоритетов риска, которое позволяет определить критичность опасности и ее влияние на качество готовой продукции. Установление приоритетов риска проводилось методом FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) [1]. Результаты приведены в таблице.

Таблица – Матрица оценки критичности отказов методом FMEA

Стадия	Несоответствие	Возможная причина	Существующие мероприятия	S (серьезность)	P (вероятность)	D (вероятность обнаружения)	Приоритет риска	Комментарии
Приготовление раствора	Несоответствие по показателю подлинность	Поступление несоответствующих исходных материалов на предприятие	Проверка каждой тарной единицы на подлинность при приеме на	5	1	1	5	Действия не требуются

Таким образом, по результатам анализа была выявлена 51 критическая контрольная точка и проведено установление приоритетов риска методом FMEA. В результате было установлено, что часть оцененных показателей (с умеренным уровнем риска 12 – 64) рекомендуется, а остальные (с низким уровнем риска < 12) не требуется включать в протокол валидации. Показатели с недопустимым уровнем риска выявлены не были.

ЛИТЕРАТУРА

1. Метод оценки рисков FMEA. Википедия. Свободная энциклопедия. [Электронный ресурс] / Википедия. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>. – Дата доступа: 12.11.2019.

ВАЛИДАЦИЯ МЕТОДИКИ ГАЗОХРОМАТОГРАФИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛЕТУЧИХ ХИМИЧЕСКИХ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ, ВЫДЕЛЯЮЩИХСЯ ИЗ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ВОЗДУШНУЮ СРЕДУ

В соответствии с действующими на продукцию легкой промышленности ТНПА, регламентируется содержание вредных химических веществ, выделяющихся в воздушную среду. Для осуществления такого контроля использовали методические рекомендации (МР 01.023-07), срок действия которых истекает. В настоящее время вводится ГОСТ 34175, который устанавливает методику газохроматографического определения летучих химических вредных веществ и распространяется на упаковку [1].

Цель работы – подтвердить (валидировать) экспериментальными исследованиями возможность применения ГОСТ 34175-2017 для определения летучих вредных веществ, выделяющихся из текстильных материалов.

Объектами исследований являлось постельное белье, произведенное на предприятии «Светлогорский агросервис» по ГОСТ 31307-2005. Для проведения исследований использовали Хроматэк-Кристалл 5000». Были определены количественные содержания следующих летучих химических вредных веществ: м-ксилола, п-ксилола, о-ксилола, стирола, толуола.

С целью подтверждения пригодности методики для использования по назначению необходимо подтвердить, что полученные показатели (валидационные характеристики) соответствуют установленным требованиям. В качестве таких требований использовали метрологические характеристики, приведенные в ГОСТ 34175-2017.

В качестве характеристик методики, которые необходимо валидировать были выбраны следующие: специфичность, линейность, правильность, промежуточная прецизионность, неопределенность.

С целью установления этих характеристик были проведены экспериментальные исследования в условиях внутрилабораторной воспроизводимости и повторяемости, а также были проведены исследования образцов с известным содержанием вредных веществ с целью оценки правильности.

В результате обработки полученных данных было установлено, что показатели точности определения указанных вредных летучих веществ из текстильных материалов не хуже установленных в ГОСТ 34175-2017. Так среднее квадратическое отклонение повторяемости составляет не более 2 %, а промежуточной прецизионности - не более 3 %, что соответствует критериям приемлемости. Также была подтверждена правильность линейность и неопределенность методики

Таким образом, результатами была подтверждена возможность использования ГОСТ 34175-2017 для определения количественного содержания летучих химических вредных веществ: м-ксилола, п-ксилола, о-ксилола, стирола, толуола. Выделяющихся из текстильных материалов в воздушную среду.

ЛИТЕРАТУРА

1. Упаковка. Газохроматографическое определение содержания бензола, толуола, этилбензола, м-, о- и п-ксилолов, изопропилбензола, стирола, альфа-метилстирола, бензальдегида в воздушной среде : ГОСТ 13175-2017; введ. 01.07.17. – Минск: Белорус. Гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2017. – 20 с.

ИЗУЧЕНИЕ МИГРАЦИИ БИСФЕНОЛОВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

В промышленности 44% произведенного фенола расходуется на производство бисфенола А, который широко используется в создании поликарбонатного пластика, из которого производят огромное количество современных изделий – детские бутылочки, бутылки для воды и напитков, контейнеры для упаковки продуктов, компакт-диски. Бисфенол А и другие бисфенолы широко применяются при выпуске автомобильных деталей, при изготовлении различных покрытий, клеев, материалов, заменяющих металл, стекло и древесину [1]. Так же бисфенол А (БФА) участвует в производстве смол, лакокрасочных материалов. Проблема миграции бисфенола привлекает особое внимание в связи с установленным негативным воздействием на состояние здоровья человека. Особая роль БФА в воздействии на организм человека обусловлена его способностью связываться со специфическими рецепторами и нарушать гормональный баланс. Доказано негативное влияние БФА на репродуктивную, эндокринную, нервную системы [2].

Целью данной работы являлось исследовать наличие БФА в выбранной группе изделий и выявить условия, способствующие его миграции из твердой фазы в раствор. Решались следующие задачи: определить присутствие свободного БФА в выбранных образцах; определить наиболее чувствительную аналитическую реакцию для качественного обнаружения БФА; исследовать влияние температуры, химического состава среды и длительности контакта на миграцию БФА из образца в контактирующую с ним среду; предложить правила безопасного использования изделий, содержащих БФА. Было установлено, что для качественного обнаружения БФА целесообразно использовать реакцию с раствором $FeCl_3$ как наиболее чувствительную и доступную. Установлено, что при определенных условиях происходит переход бисфенола А из изделий, с которыми мы сталкиваемся в повседневной жизни, в контактирующие с ними среды. Наибольшую опасность представляет термобумага, в том числе кассовые чеки, бисфенол из которых легко попадает на кожу рук. Поскольку наибольшее количество положительных проб на БФА получено при контакте изделий с растительным маслом, можно ожидать, что выделение кожного жира на руках увеличивает количество попадающего на кожу БФА.

Таким образом, наиболее эффективная экстракция БФА осуществляется малополярными органическими растворителями, в частности, изоамиловым спиртом. Миграция БФА в раствор происходит тем сильнее, чем выше температура раствора, контактирующего с БФА-содержащим материалом, и больше длительность их контакта. Интенсивность миграции БФА зависит от химического состава контактирующего раствора. Наиболее опасен контакт с жидкими жирами; следует соблюдать осторожность при хранении щелочных растворов. В нейтральных и кислых растворах материалы, содержащие БФА, наиболее устойчивы. Чтобы обезопасить себя от попадания БФА в организм, нужно тщательно мыть руки после контакта с кассовыми чеками, бумагой для факса и другими изделиями из термобумаги. Не следует длительное время хранить в емкостях из поликарбонатного пластика жиросодержащие продукты и щелочные растворы, особенно в условиях повышенных температур. Несмотря на отсутствие обнаруженного БФА в нейтральном и кислом растворе, следует строго соблюдать указанные производителем продукции сроки и условия хранения продуктов, т. к. токсичными являются и очень малые количества БФА, которые не определяются использованными нами методами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Production and market analysis of Bisphenol A / F. R. Jiao [et al.] // Chem Ind.– 2008. – Vol. 26. – P. 21– 33.
2. Bisphenol A regulates the estrogen receptor signaling in developing hippocampus of male rats through estrogen receptor / X. B. Xu [et al.] // Hippocampus. – 2014. – Vol. 24. – P. 1570– 1580.

**ИЗУЧЕНИЕ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ С
ЦЕЛЬЮ РАЗРАБОТКИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ДОБАВКИ**

В составе биологически активных добавок важную роль играют активно действующие компоненты, к которым относятся разнообразные по химической структуре вещества с различными биологическими свойствами. Эссенциальные жирные кислоты являются одними из представителей биологически активных веществ (БАВ), а традиционными их источниками являются растительные масла и животные жиры. Одним из популярных источников полиненасыщенных жирных кислот является рыбий жир. Однако, данный вид жира имеет очень специфический вкус и запах и, в связи с этим, с трудом может применяться как пищевая добавка для детского возраста. Зачастую его выпускают в виде капсул, что ограничивает его применение у детей.

Цель работы заключалась в изучении жирнокислотного состава растительных масел для разработки биологически активной добавки (в виде эмульсии). Ненасыщенные жирные кислоты являются важной частью клеточных мембран, участвуют в обмене веществ, положительно влияют на состояние кожи и стенок кровеносных сосудов. Однако, вследствие присутствия ненасыщенных жирных кислот, масла легко окисляются, и данный процесс усиливается при повышении температуры, что, в свою очередь, негативно сказывается на свойствах получаемых продуктов: изменяется цвет продукта, запах, снижается эффективность активных компонентов, эмульсия становится нестабильной. Поэтому одной из задач НИР, являлся подбор антиоксиданта, для предотвращения окислительной порчи.

На первом этапе исследований нами был изучен жирнокислотный состав 8 растительных масел (облепиховое (семена, мякоть), кукурузное, подсолнечное, льняное, рапсовое, из семян чернушки, из семян душицы). Для количественного определения жирнокислотного состава липидов использовали метод газожидкостной хроматографии. Навески образцов помещали в стеклянные ампулы, приливали 0,9 см³ раствора 2%-ной серной кислоты в метаноле с внутренним стандартом – маргаринозой (C_{17:0}; 1,35 мг/см³) и 0,9 см³ гексана. Ампулы запаивали на газовой горелке, гидролиз липидов с одновременным метилированием образующихся жирных кислот проводили при (80 ± 1)°С в течение 4 ч. Затем ампулы охлаждали до комнатной температуры, вскрывали и экстрагировали метиловые эфиры жирных кислот (МЭЖК) гексаном (0,5 см³). МЭЖК разделяли методом газовой хроматографии на приборе Agilent 7820GC (Agilent Technologies, США), оснащенном пламенно-ионизационным детектором и капиллярной колонкой HP-1Innowax30 м×0.25 мм×0.25 мкм (полиэтиленгликоль). Анализ проводили при скорости потока гелия 1,36 см³/мин, температуре термостата колонки 220°С, инжектора и детектора – 250°С и 270 °С соответственно. Объем вводимой пробы – 1 мкл.

Установлено, что наиболее высокое содержание линолевой кислоты отмечено в кукурузном масле (47,1%), а также в семенах облепихи (46,4%). Содержание α-линоленовой кислоты в масле семян облепихи варьируется в пределах 26,7%. Указанные кислоты относятся к ω-6 и к ω-3 и обладают высокой биологической активностью. Поэтому за основу для разработки рецептуры жидкого БАД были взяты кукурузное масло и масло семян облепихи. В качестве антиоксидантов в рецептуру были введены смесь токоферолов и эфирное масло лимона. Функциональный синергизм антиоксидантов позволяет добиваться максимального защитного эффекта и высокой стабильности масла при меньшей концентрации антиоксидантов.

Также в рецептуру БАД планируется введение фосфолипидов, как стабилизаторов эмульсии, и воды очищенной. На следующем этапе НИР будет изучена стабильность разрабатываемой БАД, эффективность действия предполагаемых антиоксидантов, а также разработана методика анализа качества полученной эмульсии.

АНАЛИЗ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЖЕЛЧИ

Практическое использование осадков сточных вод в качестве органо-минерального удобрения требует обязательного контроля отсутствия в них опасных веществ [1]. Для биотестирования безопасности осадков сточных вод необходимо перевести токсичные вещества из связанного состояния в водную среду. Для этого могут быть использованы различные поверхностно-активные вещества (ПАВ), не оказывающие токсичного действия на тест-культуры микроорганизмов. Одним из таких веществ может быть природный биоПАВ - желчь.

Целью данной работы являлось изучение поверхностно активных свойств желчи и анализ ее влияния на тест-культуру клеток *E. gracilis*. В качестве объекта исследования использовали желчь крупного рогатого скота производства ФБУН ГНЦ ПМБ (Оболенск), предназначенную для приготовления микробиологических питательных сред.

Основными показателями, которые характеризуют физико-химические свойства ПАВ, являются: сила поверхностного натяжения, активность и критическая концентрация мицеллообразования. Для определения силы поверхностного натяжения был выбран стагмометрический метод, т.к. он считается достаточно точным (погрешность измерения не превышает 1%) и легко осуществимым на практике [2].

Для оценки влияния желчи на двигательную активность микроводоросли в образцы (0,9 мл) вносили 0,1 мл клеток *E. gracilis* и регистрировали их подвижность при 20°C с помощью микровизора Levenhuk.

На рисунке 1 приведены результаты анализа изменения силы поверхностного натяжения водных растворов желчи в диапазоне концентраций 0,01% – 1,0%. На рисунке 2 показано изменение индекса подвижности клеток *E. gracilis* от концентрации желчи.

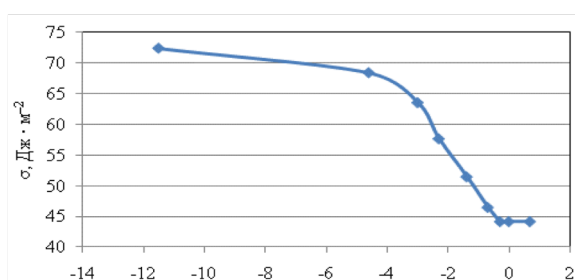


Рисунок 1 – Изотерма изменения силы поверхностного натяжения от концентрации желчи в полулогарифмических координатах

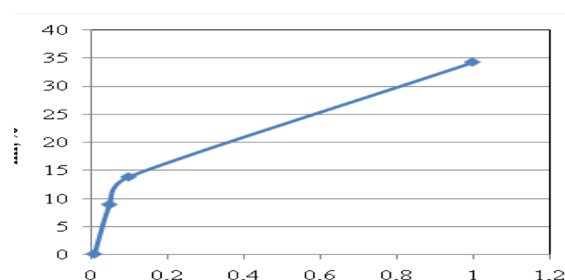


Рисунок 2 – Влияние концентрации желчи на индекс ингибирования подвижности клеток *E. gracilis*

Из рисунка 1 видно наличие двух изломов $ККМ_1 = 0,1\%$ и $ККМ_2 = 0,75\%$. Это может быть связано с комплексным характером желчи как биоПАВ и с ее способностью к ступенчатому мицеллообразованию и формированию сферических ($ККМ_1 = 0,1\%$) и цилиндрических ($ККМ_2 = 0,75\%$) мицелл. Как видно из рисунка 2, с возрастанием концентрации желчи до 1% индекс ИП клеток увеличивался, при этом жизнеспособность клеток не изменялась, и они сохраняли подвижность через несколько суток. Это указывает на то, что влияние желчи на клетки *E. gracilis* не носит токсичного характера.

Полученные результаты указывают на высокую поверхностную активность желчи и возможность ее использования для обработки осадков сточных вод.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 17.4.3.07-2001 Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений. – Дата введения 2001-10-01. Москва. Стандартинформ.
2. Поверхностные явления и дисперсные системы: лаб практикум для студентов химико-технологических специальностей / А.А. Шершавина [и др.] – Мн. : БГТУ, 2005. – 106 с.

ПРОБОПОДГОТОВКА ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД ДЛЯ БИОТЕСТИРОВАНИЯ

Осадки сточных вод (ОСВ) являются сложной многокомпонентной системой, содержащей в своем составе гидрофильные и гидрофобные вещества в свободном и связанном состоянии. Для обнаружения токсичных веществ методом биотестирования необходимо перевести их из связанного в свободное состояние [1]. Для этой цели предлагается использовать природный эмульгатор – желчь.

Целью работы является анализ возможности использования желчи при пробоподготовке ОСВ для извлечения связанных гидрофобных токсичных веществ и их биотестирования.

В качестве объекта исследования использовали иловые ОСВ МОС-1, влажностью 99%. Осадки осаждали методом центрифугирования при 6000 об/мин в течение 10 мин. К 2 г ОСВ добавляли желчь в диапазоне концентраций 0,01% – 1,0%. Образцы выдерживали в течение 30 мин при перемешивании для экстракции связанных гидрофобных веществ. Для устранения влияния взвешенных веществ образцы центрифугировали при тех же условиях.

Изучали физико-химические свойства полученных водно-желчных вытяжек ОСВ: силу поверхностного натяжения, концентрацию мицеллообразования, поверхностную активность и солюбилизующую способность желчи. Для определения силы поверхностного натяжения использовали сталагмометрический метод [2]. Критическую концентрацию мицеллообразования (ККМ) и поверхностную активность образцов определяли с помощью концентрационной зависимости силы поверхностного натяжения вытяжек от концентрации желчи. Солюбилизующую способность желчи, под которой понимается способность ПАВ растворять гидрофобные вещества, оценивали по изменению размеров мицелл, которые оценивали по изменению величины ККМ для заполненных мицелл.

На рисунке приведены результаты анализа изменения силы поверхностного натяжения водных растворов желчи и желчных вытяжек ОСВ.

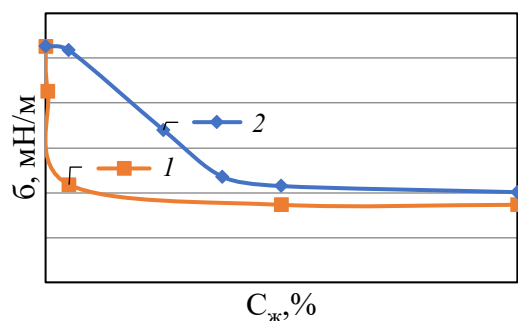


Рисунок – Изотермы изменения силы поверхностного натяжения водных растворов желчи (1) и водно-желчных вытяжек осадков сточных вод (2) в зависимости от концентрации желчи.
T = 20°C.

После обработки ОСВ желчью (рисунок, кривая 2) наблюдалось снижение поверхностной активности желчных вытяжек и увеличение их ККМ от 0,1% до 0,75%, по сравнению с водными растворами чистой желчи (рисунок, кривая 1), что указывает на увеличение размеров заполненных мицелл.

Таким образом, в результате проведенной работы установлено, что желчь проявляет высокую поверхностную активность и может быть использована в концентрациях 0,01% – 1,0% для пробоподготовки ОСВ и перевода гидрофобных токсичных веществ из связанного состояния в водную фазу для биотестирования их токсичности.

ЛИТЕРАТУРА

- Игнатенко А.В. Биотестирование химической безопасности осадков сточных вод // Труды БГТУ. Сер. 2, Химические технологии, биотехнология, геоэкология. Минск: БГТУ, 2017. № 2 (199). С. 10-14.

ПОЛУЧЕНИЕ ФЕОФИТИНА И ХАРАКТЕРИСТИКА ЕГО СВОЙСТВ

Феофитин представляет собой продукт замещения атома Mg на два атома водорода в молекуле хлорофилла (Хл). Молекула хлорофилла состоит из порфириновой «головки» и фитольного «хвоста». В хлорофилле атомы азота пиррольных колец соединяются двумя координационными связями с атомом Mg, тогда как в феофитине он замещен на два атома водорода [1]. Это приводит к резкому изменению спектральных свойств молекул и изменению их цвета с зеленого на буро-оливковый.

В естественных условиях феофитин формируется при старении листьев. Установлено также, что он образуется и при стрессовом воздействии ионов тяжелых металлов на растительные организмы, что связано с изменением проницаемости клеточных мембран, закислением цитоплазмы клеток и удалением магния из Хл в кислой области среды [2]. Это позволяет по изменению спектральных свойств судить о степени воздействия неблагоприятных факторов среды на растительные организмы.

Цель работы – выделение феофитина и характеристика его спектров поглощения.

В работе проводили извлечение Хл и других пигментов фотосинтетического аппарата из листьев крапивы. Для этого листья растирали с кварцевым песком и гомогенат обрабатывали 95% этиловым спиртом.

Спиртовой раствор включает в себя комплекс пигментов хлорофиллов (*a*, *b*), каротинов и ксантофиллов. Все пигменты, за исключением каротинов, переводили из спиртовой вытяжки в *o*-ксилол. Далее пигменты разделяли методом колоночной хроматографии, с использованием колонки (1x25), заполненной сахарозой и смоченной *o*-ксилолом.

В результате была получена хроматограмма, где пигменты расположились следующим образом: верхняя (желто-зеленая зона) – Хл *b*, ниже (сине-зеленая зона) – Хл *a*, и внизу – ярко-желтая зона – ксантофиллов. Выделенную фракцию Хл переводили в спиртовой раствор и получали феофитин добавлением 10% HCl.

На рисунке приведены спектры поглощения спиртовых растворов Хл и феофитина. Наблюдается снижение интенсивности полос поглощения, характерных Хл и сдвиг максимума длинноволновой полосы поглощения от 670 нм к 700 нм.

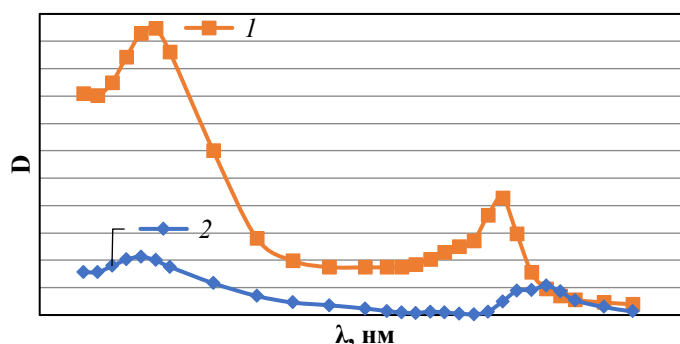


Рисунок – Спектры поглощения спиртовых вытяжек хлорофилла (1) и феофитина (2)

Полученные результаты указывают на удаление ионов магния из порфиринового кольца в кислой области среды.

ЛИТЕРАТУРА

1 Кудряшов, А. П. Физиология растений: лабораторный практикум для студентов биологического факультета / А. П. Кудряшов [и др.]. – Минск: БГУ, 2011. – 76 с.

2 Влияние Ni²⁺ на начальные этапы биосинтеза хлорофилла и его феофетинизацию в клетках *Euglena gracilis* / Мананкина, Е. Е. [и др.] // Физиология растений. – 2003. – Том 50, № 3. – С. 437-441.

ГИПОХЛОРИТ НАТРИЯ КАК АЛЬТЕРНАТИВА ХЛОРУ В ПРОЦЕССЕ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ

Обеззараживание природных вод для хозяйственно-питьевых нужд производят на городских очистных водопроводных станциях на конечной стадии водоподготовки с целью улучшения санитарного состояния воды и уничтожения возможных патогенных бактерий, вирусов и технически вредных микроорганизмов. Как правило, в качестве обеззараживающего агента используют хлор, либо его соединения: диоксид хлора, гипохлорит натрия, гипохлорит кальция, хлорная известь, хлорамины [1]. К основными недостатками хлорирования воды относятся: ее плохое органолептическое качество, опасность образования полихлорированных ароматических соединений, проявляющих высокую токсичность и канцерогенность. В этой связи требуется замена хлора на другие, недорогие антимикробные вещества для обеззараживания больших объемов воды.

Гипохлорит натрия эффективнее и намного безопаснее, чем жидкий хлор: бережнее воздействует на сети и оборудование, замедляя их износ. Данный метод обеззараживания воды отличается высокой степенью экологической и промышленной безопасности, не требует создания системы нейтрализации аварийных выбросов, мероприятий по охране окружающей среды и защите обслуживающего персонала. Сама вода после обработки этим реагентом обладает лучшими вкусовыми качествами, в ней ниже концентрация остаточного хлора. Дозировка гипохлорита натрия осуществляется автоматически, что позволяет избежать излишней концентрации вещества.

Целью работы было изучение обеззараживающего действия ионов гипохлорита на клетки микроводоросли *E. gracilis*. В работе использовали культуру клеток *E. gracilis* из коллекции кафедры биотехнологии БГТУ. Культуру клеток наращивали в питательной среде Лозино-Лозинского. О жизнеспособности микроорганизмов после обработки гипохлоритом в концентрациях 0,001–1,0% судили по сохранению двигательной активности клеток.

На рисунке приведены результаты изменения индекса токсичности от концентрации ионов гипохлорита в воде для клеток микроводоросли *E. gracilis*.

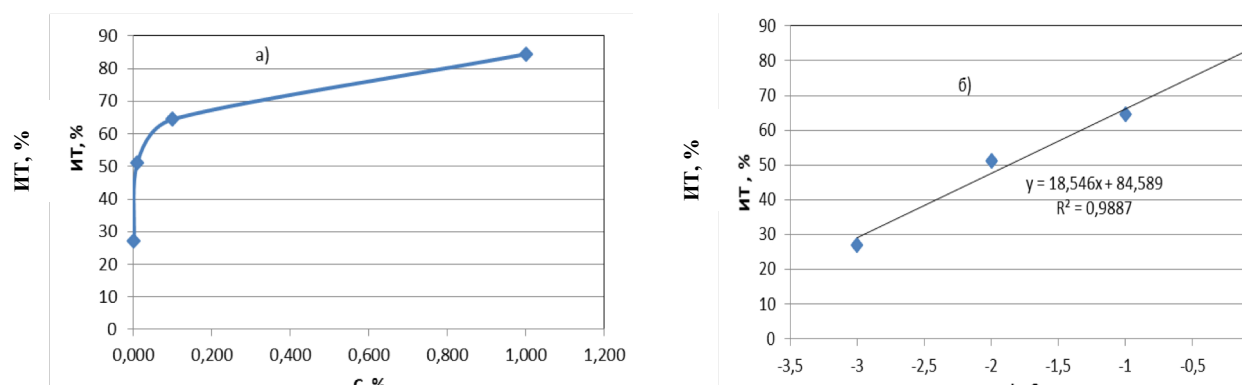


Рисунок – Изменение индекса токсичности ионов гипохлорита от их концентрации в воде для клеток *E. gracilis*: а – в прямых координатах; б – в полулогарифмических координатах

Обеззараживающее действие ионов гипохлорита на клетки микроводоросли подчиняется линейной зависимости от $\ln C$, что позволяет определить константу скорости гибели клеток. 50% обеззараживающий эффект гипохлорита проявляется при концентрациях 0,01%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хохрякова, Е.В. Современные методы обеззараживания воды/ Е.В. Хохрякова. – Котельники: Аква-Терм, 2014. – 110 с.
2. Долина, Л.Ф. Новые методы и оборудование для обеззараживания сточных и природных вод / Л.Ф. Долина. – Днепропетровск: Континент, 2003 – 218 с.

ПОЛУЧЕНИЕ СИНТЕТИЧЕСКОГО ГИДРОКСИАПАТИТА

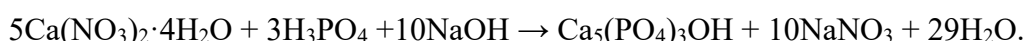
Гидроксиапатит (ГА) является главной неорганической составляющей костей, зубной эмали, дентина и имеет молекулярную формулу $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$. Он лежит в основе широкого спектра препаратов медицинского и косметического происхождения [1].

Наночастицы ГА широко применяются в зубных пастах для реминерализации зубов, в стоматологии для заполнения микротрещин, в качестве пломбировочного материала. В косметологии ГА используется как наполнитель в филлерах, которые позволяют добиться выраженного эффекта разглаживания морщин. Не менее широко гидроксиапатит используется в качестве основы при производстве биологически активных добавок, как источник кальция и фосфора.

Применение химически синтезированного нанокристаллического гидроксиапатита открывает широкие возможности восстановления дефектов и регенерации костной ткани. Синтезированный ГА не несет на себе генетических особенностей и значительно легче приживается в организме, не вызывая реакцию иммунного отторжения

Цель работы – получение синтетического гидроксиапатита.

В работе использовали реактивы: $5\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, H_3PO_4 , NaOH . Реакцию проводили согласно следующему уравнению:



К раствору $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ в бидистиллированной воде добавляли раствор H_3PO_4 в количестве, необходимом для соблюдения соотношения $\text{Ca}/\text{P} = 5/3$. Полученный раствор термостатировали в течении 30 минут при 37°C , затем его pH довели до 7 с помощью 1 М раствора NaOH . Начиная с pH 4, начинал образовываться золь $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$.

Реакционную смесь выдерживали при указанной температуре в течение 1 часа. При этом образовался ГА в форме геля (рисунок, а).

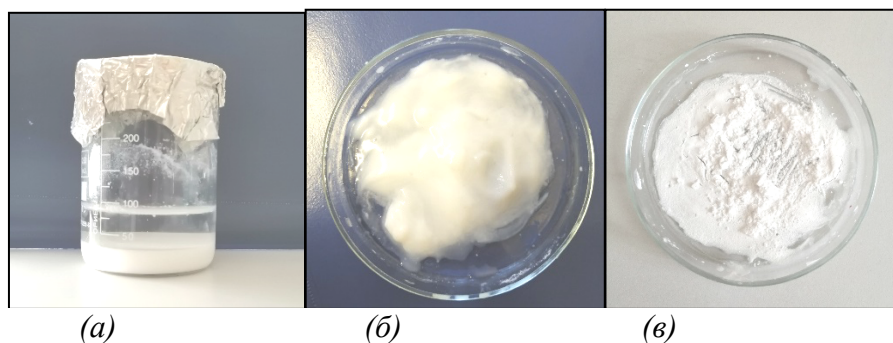


Рисунок – Внешний вид образцов ГА: а – гель, б – паста, в – порошок.

Затем образовавшийся гель центрифугировали при 5000 об/мин в течение 20 мин. После центрифугирования геля получали 30% пасту ГА (рисунок, б), которую высушивали на воздухе, в результате чего образовалась порошковая форма (рисунок, в).

Таким образом, в результате проведенной работы получен синтетический гидроксиапатит в гелевой, пастообразной и порошковой формах для дальнейшего изучения их свойств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мусская, О. Н. Использование препарата «Гель гидроксиапатита» в медицине / О. Н. Мусская и др. // Медицина. – 2015. – Т. 3, № 3. – С. 70 – 74.
2. Крутько, В. К. Гель гидроксиапатита – новое средство для стимуляции остеогенеза: технология производства и опыт клинического применения в травматологии и стоматологии / В. К. Крутько и др. // Медицинские новости. – 2009. – № 1. – С. 60 – 62.

АНАЛИЗ АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ ПОЛИГЕКСАМЕТИЛЕНГУАНИДИНА В СОСТАВЕ ПЛЕНОК

Пищевые продукты являются хорошей питательной средой для многих микроорганизмов, которые, развиваясь на них, вызывают порчу. При этом неправильные способы заготовки, перевозки, переработки, хранения и реализации пищевых продуктов также приводят к их порче и большим потерям. Все условия хранения пищевых продуктов можно подразделить на четыре группы в зависимости от биологических процессов.

Самой перспективной группой условий хранения пищевых продуктов является вторая. К ней относятся условия хранения, в основу которых положено использование антисептиков и антибиотиков, а также предварительная обработка электромагнитным излучением в различных диапазонах длин волн [1].

Использование полигексаметиленгуанидина (ПГМГ) является хорошим примером антибактериального вещества.

ПГМГ (рисунок) – твердое, термически стабильное вещество без цвета и запаха, растворяется в воде, обладает антимикробной, противовирусной, спороцидной, фунгицидной, альгицидной активностью, не вызывает коррозию; относится к III классу умеренно опасных соединений при попадании в желудок и к IV классу малоопасных соединений при попадании на кожу (по ГОСТ 12.1.007-76), биоразлагаем.

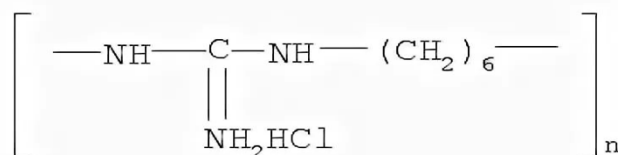


Рисунок – Структурная формула полигексаметиленгуанидина гидрохлорида

Водные растворы ПГМГ широко используются в дезинфекционной практике, а также в качестве биоцидной добавки в различные композиционные материалы. Установлено, что при концентрации 0,5 мг/л в воде ПГМГ со 100%-ной эффективностью инактивирует бактерии *E. coli*, добавленные в воду в концентрации 10^5 КОЕ/мл [2].

На сегодняшний день не приводится экспериментальных данных об эффективности использования ПГМГ в составе пленок, которые впоследствии могли бы применяться в пищевой промышленности в целях антимикробной защиты пищевых продуктов.

Цель исследования – проверка сохранения антимикробной активности ПГМГ в пленкообразующих материалах.

В работе использовали растворы ПГМГ, полимерные материалы агар-агар, желатин в концентрациях 0,1–1,0%. Контрольной средой служил питательный бульон. В опытные и контрольные пробы в объеме 0,6 мл вносили суспензию клеток *E. coli* в количестве 10^3 кл/мл. О биоцидных свойствах вещества судили по изменению мутности суспензии, которую определяли методом фотоэлектроколориметрии.

Результаты показывают, что использование ПГМГ совместно с пленкообразующими материалами пригодно для антимикробной защиты, ПГМГ проявляет присущие ему биоцидные свойства в составе пленок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Микробиологическая порча пищевых продуктов / Под ред. К. Блэкберн; пер. с англ. В.Д. Широкова. – СПб.: Профессия, 2008. – 784 с.
2. Полищук А.Я., Заиков Г.Е., Мадюшкин Н.Н. Биоразлагаемые полимеры и их применение в современной медицине // Пластические массы. – 2000. № 2. – С. 28–33.

ВЫБОР СПОСОБА ИНКАПСУЛИРОВАНИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ

Лекарственные средства, проявляющие специфическую направленную активность в поврежденных органах и тканях, смогут существенно увеличить эффективность медикаментозного лечения многих заболеваний, снизить вероятность побочных эффектов и облегчить лекарственную нагрузку на организм пациента [1].

Доставка белков и пептидов с терапевтическими целями часто затруднена из-за их низкой стабильности *in vitro* и *in vivo*, а также потерей их активности из-за действия ферментов. Именно поэтому существует особый интерес к разработкам надёжных и эффективных инкапсулирующих систем для этого класса лекарственных веществ, что позволит снизить их общетоксичное действие на организм и обеспечить защиту лекарственных препаратов от деградации [2].

Цель данной работы – определение наиболее перспективного метода инкапсулирования белков.

Известны методы включения белков в липосомы. Эта форма обладает высокой биосовместимостью, так как липосомальная мембрана состоит из природных фосфолипидов, но липосомы недостаточно стабильны в крови. Время пребывания обычных липосом в кровотоке невелико, так как после попадания в организм большая часть липосом поглощается клетками ретикулоэндотелиальной системы [3].

Также существует метод инкапсулирования белков в альгинат натрия. Он обеспечивает сохранность биологической активности белков, т.к. микросреда в альгинатных частицах в большинстве случаев относительно инертна по отношению к белковым препаратам и клеткам. Тем не менее, положительно заряженный белок может конкурировать с ионами кальция за функциональные группы карбоновых кислот альгината. В таких случаях возникает необходимость в добавках защитных веществ от действия альгината.

Следующим методом упаковки белков является инкапсулирование в наночастицы хитозана [4]. Применение таких частиц создает условия для высвобождения биоактивных агентов, обеспечивая эффект пролонгирования их действия и адресной доставки.

Хотя наночастицы на основе хитозана имеют многочисленные преимущества в качестве носителей для вакцинации, их ограниченная способность контролировать высвобождение инкапсулированных антигенов и легкая растворимость в кислой среде в значительной степени препятствуют расширению их применения. Эти недостатки могут быть преодолены путем покрытия этих частиц полимером, устойчивым к кислотным условиям.

Изучение профилей высвобождения капсулированных веществ из хитозановых капсул показало, что быстрый выпуск загруженного сывороточным альбумином при pH 1,2 (имитированной желудочной жидкости) в значительной степени снижался в покрытых альгинатом хитозановых частицах по сравнению с непокрытыми частицами [4].

Таким образом, детальный анализ имеющихся литературных данных, показал, что наиболее перспективным методом инкапсулирования белков является использование в качестве покрытий наночастиц хитозана совместно с альгинатом натрия для дополнительного повышения капсул к кислотным условиям. Данный метод будет использован далее для обеспечения целевой доставки ферментных препаратов и защиты их от потери активности в желудочно-кишечном тракте.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://knowledge.su/k/kapsulirovanie>
2. https://www.sgu.ru/sites/default/files/dissertation/2016/05/09/dissertaciya_antipina_1.pdf
3. <http://www.ibch.ru/downloads/disser/38/KashirinaEI-DISSERTATsIYa.pdf>
4. Хитин и хитозан // Российское хитиновое общество. – 2004. – С. 252–259.

СИНТЕЗ НАПРАВЛЯЮЩЕЙ РНК, МОДИФИЦИРОВАННОЙ R6G – ЛИГАНДОМ ЦЕЛЕВОЙ ДОСТАВКИ В МИТОХОНДРИИ

В настоящее время РНК олигонуклеотиды находят широкое применение в терапии: миРНК, аптамеры, антисмысловые олигонуклеотиды, антагомиры, РНК-вакцины, направляющие РНК и другие [1, 2]. Среди этого множества следует выделить систему CRISPR/CAS, направленную на редактирование двухцепочечной ДНК, где в качестве одного из компонентов используется РНК олигонуклеотид (направляющая РНК) [3, 4]. Известно, что накопление мутаций в митохондриальных ДНК (мтДНК) связано с целым рядом нейромышечных и когнитивных заболеваний [5]. Использование технологии CRISPR/Cas для редактирования мтДНК имеет высокий потенциал в терапии таких заболеваний. Для осуществления этого подхода необходимо выполнить доставку компонентов системы CRISPR/CAS - нуклеазы семейства CAS и направляющей РНК, в митохондрии. Однако, в этой задаче есть определённые трудности, связанные с преодолением клеточной и митохондриальной мембран [6–8].

Целью данной работы был синтез направляющей РНК, модифицированной лигандом целевой доставки, обеспечивающим проникновение сквозь митохондриальную мембрану и, таким образом, осуществляющим импорт одного из компонентов системы CRISPR/CAS в митохондрии.

В результате работы был оптимизирован протокол синтеза направляющих РНК-олигонуклеотидов на приборе ASM-2000. Также была отработана методика очистки длинных РНК (от 40 оснований и больше). Используя отработанные протоколы были получены направляющие РНК-олигонуклеотиды как в нативной форме (без модификаций), так и предназначенные для дальнейшей постсинтетической модификации (модифицированные алкиновой функцией). Полученные алкин-модифицированные олигонуклеотиды были вовлечены в реакцию медь-катализируемого азид-алкинового циклоприсоединения с красителем родаминового ряда R6G, который имеет сродство к митохондриальной мембране [9, 10]. Полученные конъюгаты были выделены и охарактеризованы методом ВЭЖХ.

Таким образом, были отработаны условия синтеза и очистки направляющих РНК, а также были получены их конъюгаты, предназначенные для обеспечения доставки компонента системы CRISPR/CAS в митохондрии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lieberman J. Tapping the RNA world for therapeutics // *Nat. Struct. Mol. Biol.* Springer US, 2018. Vol. 25, № 5. P. 357–364.
2. Yu A.M. et al. RNA therapy: Are we using the right molecules? // *Pharmacol. Ther.* The Authors, 2019. Vol. 196. P. 91–104.
3. Adli M. The CRISPR tool kit for genome editing and beyond // *Nat. Commun.* Springer US, 2018. Vol. 9, № 1.
4. You L. Advancements and Obstacles of CRISPR-Cas9 Technology in Translational Research // *Mol. Ther. - Methods Clin. Dev.*, 2019. Vol. 13, № June. P. 359–370.
5. Ryzhkova A.I. et al. Mitochondrial diseases caused by mtDNA mutations: A mini-review // *Ther. Clin. Risk Manag.* 2018. Vol. 14. P. 1933–1942.
6. Kawamura E. Targeted mitochondrial delivery of antisense RNA-containing nanoparticles by a MITO-Porter for safe and efficient mitochondrial gene silencing // *Mitochondrion*, 2019. Vol. 49, № 11, 2018. P. 178–188.
7. Orishchenko K.E. Delivery Cas9 into mitochondria // *Genes and Cells*. 2016. Vol. 11, № 2. P. 100–105.
8. Kaczmarek J.C., Kowalski P.S., Anderson D.G. Advances in the delivery of RNA therapeutics: From concept to clinical reality // *Genome Med. Genome Medicine*, 2017. Vol. 9, № 1. P. 1–16.
9. Antonenko Y.N. et al. Derivatives of rhodamine 19 as mild mitochondria-targeted cationic uncouplers // *J. Biol. Chem.* 2011. Vol. 286, № 20. P. 17831–17840.
10. Antonenko Y.N. et al. Mitochondria-targeted plastoquinone derivatives as tools to interrupt execution of the aging program. 1. Cationic plastoquinone derivatives: Synthesis and in vitro studies // *Biochem.* 2008. Vol. 73, № 12. P. 1273–1287.

ВЫДЕЛЕНИЕ ГИПЕРИЦИНА ИЗ НАСТОЙКИ «ДИАГИПЕРОН»

Трава зверобоя продырявленного *Hypericum perforatum* обладает фармакологической активностью и применяется, главным образом, для лечения и профилактики депрессивных состояний. Анксиолитическое действие *Hypericum perforatum* обусловлено входящим в его состав гиперпицином [1].

Цель работы – выделение гиперпицина из настойки «Диাগиперон».

Настойка для внутреннего применения «Диাগиперон» (НПУП «Диалек») представляет собой водно-спиртовое извлечение из травы зверобоя продырявленного в соотношении 1:5 и содержит не менее 0,075 мг гиперпицина в 1 мл лекарственного средства.

Настойку (50 мл) упаривали досуха при пониженном давлении на роторном испарителе ИКА RV 8 V-C. Из сухого остатка гексаном и метиленхлоридом последовательно экстрагировали жирорастворимые вещества и хлорофилл. Очищенный сухой остаток суспендировали в дистиллированной воде и из полученной суспензии проводили экстракцию гиперпицина и сопутствующих веществ этилацетатом. Экстракт сушили безводным сульфатом натрия. Разделение компонентов этилацетатного экстракта осуществляли на колонке 35×1,8 см с Sephadex LH-20, используя в качестве элюента 50% этиловый спирт при скорости элюирования 0,6 мл/мин. Получили четыре объединенные фракции, две из которых по результатам ТСХ анализа (TLC Silica gel 60, элюент – этилацетат : муравьиная кислота 50:6) и электронной спектроскопии (Specord 200 Plus) содержали гиперпицин. Гиперпицинсодержащие фракции объединяли, концентрировали и снова наносили на колонку 35×1,8 см с Sephadex LH-60, уравновешенную смесью этилацетата, этилового спирта и дистиллированной воды в соотношении 50:47:3 (скорость элюирования 0,3 мл/мин). Элюирование проводили этой же смесью. Обогащенные гиперпицином фракции объединяли по результатам ТСХ анализа и электронной спектроскопии, концентрировали и наносили на колонку 85×1,0 см с Sephadex LH-60, уравновешенную предыдущей элюирующей системой (скорость элюирования 0,2 мл/мин). Собирали фракции по 2 мл. Фракции, содержащие гиперпицин без примесей (по результатам ТСХ), объединяли и регистрировали спектр флуоресценции (рисунок).

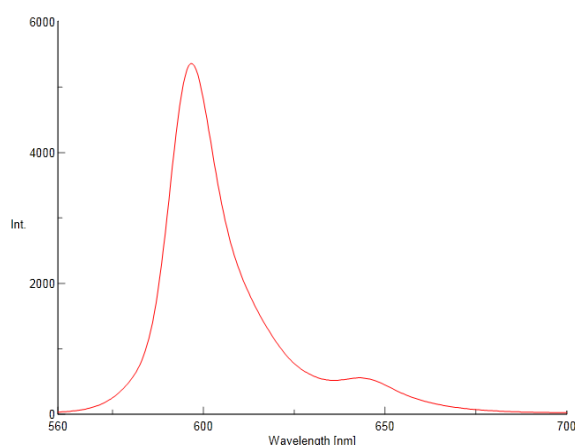


Рисунок – Спектр флуоресценции гиперпицина

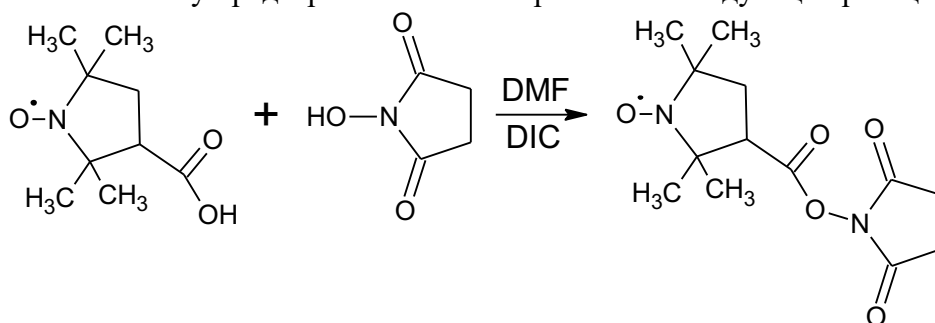
Полученный спектр флуоресценции является характерным для гиперпицина и имеет две полосы испускания с $\lambda_{\text{исп}} = 596$ нм и $\lambda_{\text{исп}} = 640$ нм при $\lambda_{\text{возб}} = 580$ нм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Role of hyperforin in the antidepressant-like activity of *Hypericum perforatum* extracts / L. Cervo [et al.] // Psychopharmacology. – 2002. – Vol. 164, № 4. – P. 423–428.

ПРИМЕНЕНИЕ НИТРОКСИЛЬНЫХ РАДИКАЛОВ В КАЧЕСТВЕ СПИНОВЫХ МЕТОК

Нитроксильные радикалы имеют характерные ЭПР (электронный парамагнитный резонанс) спектры и широко применяются в качестве спиновых меток (зондов) в биологии и медицине [1, 2]. Ключевой стадией является включение метки в белковую молекулу. В настоящей работе использовали 3-карбокситетраметилпирролидин-1-оксил, который для присоединения к белку предварительно активировали по следующей реакции:



Полученный активированный эфир вводили в реакцию с сывороточным альбумином человека (САЧ) в соотношении 50:1. Степень включения парамагнитного зонда в белковую молекулу определяли методом масс-спектрометрии, используя MALDYTOF. Результаты представлены на рисунке.

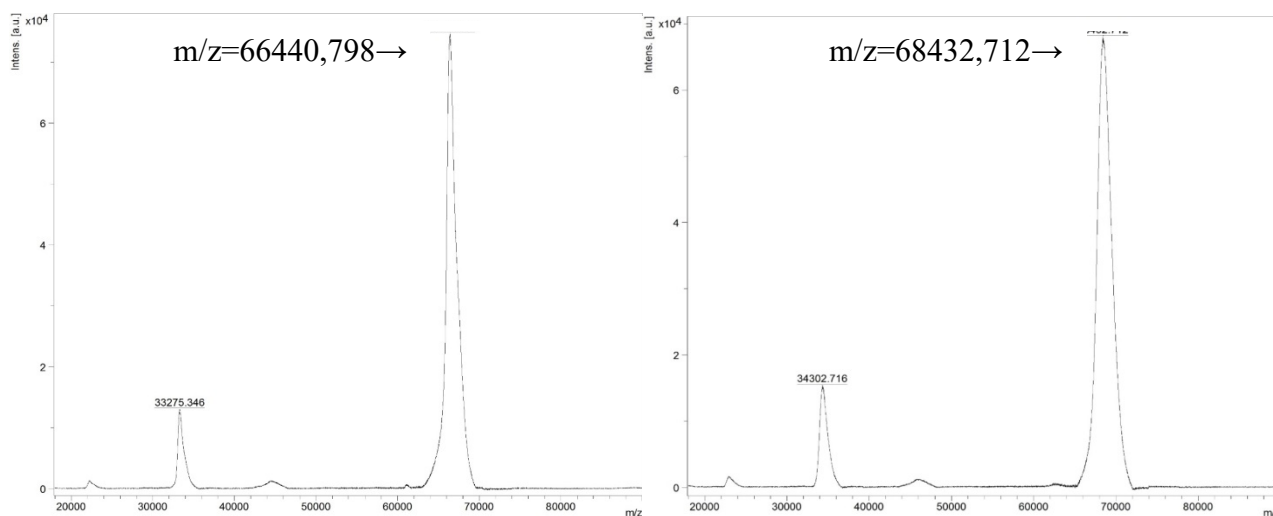


Рисунок – Масс-спектры нативного и содержащего спиновую метку сывороточного альбумина человека.

Таким образом, разработанная методика позволила получить САЧ, содержащий 10 молекул иминоксильных остатков на 1 молекулу белка, что вполне достаточно для получения качественного ЭПР спектра. Следующим этапом работы является разработка методики количественного определения САЧ в сыворотке крови человека в норме и при различных патологиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авруцкая И.А., Каган Е.Ш., Смирнов В.А., Фиошин М.Я.//Нитроксильные радикалы: синтез, химия и приложения. М.: Наука, 1987. – С. 42-56.
2. Метод спиновых меток. Теория и применение/Под ред. Л.Берлинера. – М.: Мир, 1979. 640 с.

**РАЗРАБОТКА СОСТАВА МАСЛЯНОЙ ИНЪЕКЦИОННОЙ СУСПЕНЗИИ
АМОКСИЦИЛЛИНА ДЛЯ ВЕТЕРИНАРИИ**

В соответствии с Государственной программой развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы одним из основных условий развития отрасли животноводства является ветеринарное благополучие.

В структуре рынка ветеринарных препаратов наибольший удельный вес занимают антибиотики. При этом для лечения и профилактики инфекционных заболеваний крупного рогатого скота чаще всего применяют препараты на основе амоксициллина.

Цель исследования – разработать состав масляной суспензии ветеринарного препарата «Амоксициллин для инъекций, 15 %».

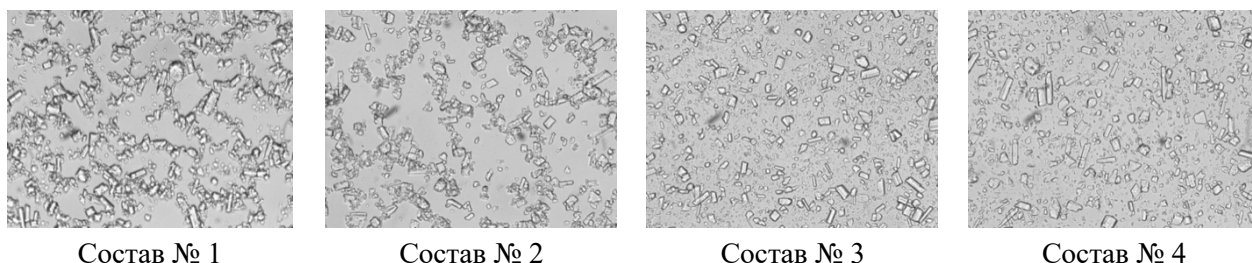
Так как для суспензий характерны седиментация и агрегация, то для повышения их устойчивости использовали различные комбинации вспомогательных веществ, которые должны обеспечить гидрофобизацию поверхности кристаллов амоксициллина в масляной суспензии (таблица).

Таблица – Состав суспензий (в масс. %) и характеристика их устойчивости

Номер состава	АФИ	Вспомогательные вещества				Агрегация кристаллов	Однородность суспензии
		Am	Ps-80	SDS	StMg		
1	15,0	1,0	–	–	до 100	+	–
2	15,0	1,0	0,1	–	до 100	+	–
3	15,0	–	–	1,5	до 100	–	–
4	15,0	0,5	–	1,5	до 100	–	+

Примечание: Am – амоксициллин; Ps-80 – полисорбат-80; SDS – додецилсульфат натрия; StMg – стеарат магния; МП – масло подсолнечное.

Микрофотографии кристаллов амоксициллина в суспензионной форме ветеринарного препарата представлены на рисунке 1.



Состав № 1

Состав № 2

Состав № 3

Состав № 4

Рисунок 1 – Микрофотографии кристаллов амоксициллина в суспензионной форме ветеринарного препарата (увеличение в 400 раз)

При хранении суспензий наблюдали седиментацию твердой фазы (рисунок 2). Однако только суспензия состава № 4 после встряхивания становилась однородной (рисунок 3).

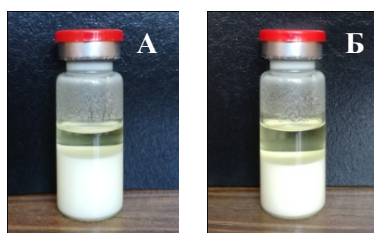


Рисунок 2 – Расслоение суспензии состава № 4 при хранении в течение 1 (А) и 7 суток (Б)



Рисунок 3 – Однородная суспензия состава № 4 после встряхивания

Таким образом, разработанный состав № 4 обеспечивает возможность применения препарата на основе амоксициллина в ветеринарии.

ИЗУЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ 10%-НОГО РАСТВОРА ФЛОРФЕНИКОЛА

В настоящее время животноводство является одним из важнейших секторов белорусской экономики. Обеспечение ветеринарного благополучия – одно из основных направлений для развития аграрного бизнеса.

Третью часть данного сегмента составляют антибиотики. Одним из таких препаратов является 10%-ный раствор флорфеникола, применяемый для лечения болезней органов дыхания у птиц, плевропневмонии у свиней и других инфекционных болезней, вызванных микроорганизмами, чувствительными к флорфениколу.

Однако существенным недостатком является плохая растворимость флорфеникола в воде, в результате чего при разведении препарата выпадает осадок.

Цель исследования – разработка компонентного состава растворителя для 10%-ного флорфеникола, применяемого в ветеринарии.

Для улучшения растворимости флорфеникола в воде использовали следующие вспомогательные вещества: ПЭГ-400, ДМСО, Твин-80, ПВП К-17 [1, 2]. Количественные составы приготовленных растворов приведены в таблице. Критериями выбора компонентного состава препарата являлись время выпадения осадка и его количество при разведении в воде в соотношении 1:10.

Таблица – Состав растворов (в масс., %) и их характеристика

Номер состава	АФИ	Вспомогательные вещества				Время выпадения осадка, мин			
		Флорфеникол	Твин-80	ДМСО	ПВП	ПЭГ-400	1	5	30
1	10,0	1,0	до 100	–	–	+	–	–	–
2	10,0	2,5	до 100	–	–	–	+	–	–
3	10,0	5,0	до 100	–	–	–	+	–	–
4	10,0	–	–	30,0	до 100	+	–	–	–
5	10,0	–	–	20,0	до 100	+	–	–	–
6	10,0	–	–	15,0	до 100	+	–	–	–
7	10,0	–	–	10,0	до 100	–	+	–	–
8	10,0	–	–	9,0	до 100	–	–	+	–
9	10,0	–	–	8,0	до 100	–	–	–	+
10	10,0	–	–	7,0	до 100	–	–	+	–

Примечание: ДМСО – диметилсульфоксид, ПВП – поливинилпирролидон К-17, ПЭГ-400 – полиэтиленгликоль-400.

Таким образом, разработанный состав № 9 раствора флорфеникола обладает наибольшей устойчивостью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Игнатова, И. Д. Фармако-токсикологические свойства и терапевтическая эффективность антибактериального препарата на основе флорфеникола: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 16.00.04 / И. Д. Игнатова; ФГУ «ВГНКИ». – М., 2007. – 22 с.

2. Композиция для лечения бактериальных инфекций у животных: пат. 2397753 РФ, МПК А 61 К 9/08, А 61 К 31/165, А 61 К 31/455, А 61 Р 31/00, А 61 Р 31/04 / С. В. Семенов, Д. В. Пристенский; заявитель ООО «Алвис». – № 2009117564/15; заявл. 12.05.09; опубл. 27.08.10 // Бюл. № 24.

ДИНАМИКА СНЯТИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ СТОЧНЫХ ВОД ПО ОБЩЕМУ ПОТРЕБЛЕНИЮ КИСЛОРОДА ГРАНУЛИРОВАННЫМ АКТИВНЫМ ИЛОМ

Недостатки широко распространенной технологии биологической очистки сточных вод в условиях аэрации с использованием флокулированного активного ила (большое количество избыточной биомассы, сложность отделения активного ила при отстаивании, вспухаемость и пенообразование в аэротенках) могут быть преодолены применением гранулированного ила. Он обладает рядом преимуществ по сравнению с флокулированным: хорошие седиментационные характеристики; наличие аэробной и анаэробной зон в грануле обеспечивает одновременное протекание в объеме одного биореактора различных биологических процессов; в гранулированном иле сконцентрировано большое количество микроорганизмов, и он способен выдерживать ударную нагрузку по загрязнениям и токсикантам; образование избыточной биомассы минимальное [1].

При инкубировании в условиях аэрации активного ила очистных сооружений молочного производства на сточных водах данного производства накоплены стабильные гранулы активного ила [2].

В данной работе изучался процесс очистки сточных вод в экспериментальных биореакторах накопленным гранулированным активным илом с целью установления эффективности очистки и удержания гранул активного ила мембраной.

Объектом исследования являлись коммунальные сточные воды со средним значением общего потребления кислорода (ОПК) 200–400 мг/дм³. Начальное значение ОПК в сточных водах для установления динамики составило 371 мг/дм³, содержание аммонийного азота – 56,504 мг/дм³, фосфора фосфатного – 11,980 мг/дм³, значение рН – 8,58. Анализ проб осуществлялся на автоматическом анализаторе Syssta.

Динамика снятия загрязнений сточных вод по ОПК гранулированным активным илом изучалась в двух реакторах, один из которых снабжен мембраной для удержания гранул ила. Перед использованием, мембрана промывалась в растворе гипохлорита натрия. Реакторы заполняли сточными водами (2 дм³ в реакторе без мембраны и 2,2 дм³ в реакторе, оснащённом мембраной), в каждый реактор помещали по 16 см³ гранулированного активного ила. К стенкам реактора были прикреплены аэраторы для барботаж и распределения ила в объеме биореактора. Через каждый час проводились измерения значений ОПК в автоматическом режиме на приборе LAR process analysers AG. За 5 ч в реакторе без мембраны значение ОПК сточных вод снизилось на 29%, в реакторе, оснащённом мембраной, этот показатель уменьшился на 44% за 6 ч.

Таким образом, даже при достаточной низкой дозе гранулированного активного ила (для реактора без мембраны она составила 0,8% об., для реактора с мембраной – 0,7% об.) наблюдалось достаточно эффективное снятие загрязнений по показателю ОПК гранулированным активным илом.

На протяжении всего времени эксперимента через каждые 0,5 ч фиксировалось давление всасывания на мембране. В течение первых 1,5–2 ч этот показатель изменился с – 0,03 до – 0,30 бар, далее оставался стабильным в интервале – 0,30– (– 0,34) бар. Полученные результаты позволяют сделать заключение об отсутствии удержания гранул на мембране, что подтверждено визуальными наблюдениями за состоянием поверхности мембраны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Aerobic granular sludge: characterization, mechanism of granulation and application to wastewater treatment / Dawen Gao, Lin Liu, Hong Liang, and Wei-Min Wu // *Critical Reviews in Biotechnology*. 2011. 31(2). P. 137–152.
2. Нестер, О.В. Формирование гранул активного ила в аэробных условиях / О.В. Нестер, Р.М. Маркевич // *Труды БГТУ*. №4 (186). Химия, технология органических веществ и биотехнология. – 2016. – С. 220–224.

ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ В НОРВЕЖСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

Кафедра биотехнологии нашего университета, наряду с кафедрами ТНВ и промышленной экологии, участвует в реализации проекта «Водная гармония II». Целью проекта является гармонизация высшего образования в сфере сохранения водных ресурсов, поддержанная Норвежским центром международного сотрудничества в образовании (SIU) в рамках программы Евразия. Кроме того, совместно с Норвежским университетом естественных наук и Национальным университетом водного хозяйства и природопользования (г. Ровно) реализуется исследовательский проект TENOR. В рамках указанных проектов летом 2019 г. (с 16 июня по 5 июля) студенты 4 курса Лапян Екатерина, Лукашевич Стефания и Пархимович Владислав принимали участие в стажировке и летней школе. Ежегодно участниками летней школы являются студенты, магистранты и аспиранты из Украины, Молдовы, Швеции, Канады, Шри-Ланки, Уганды, Норвегии, Казахстана, Таджикистана, Кыргызстана, Беларуси и др.

План стажировки участников проекта TENOR включал исследовательскую и аналитическую работу:

1. Изучить динамику снятия загрязнений сточных вод по ОПК гранулированным активным илом. Провести биологическую очистку сточных вод гранулированным активным илом с использованием мембраны и отследить степень удержания гранул мембраной.

2. Использовать очищенную воду для выращивания растений гидропонным методом. Изучить аллелопатические взаимодействия различных видов растений в водной поликультуре. Сравнить данные, полученные при выращивании растений на обычной и сточной воде.

3. Подготовить литературный обзор на тему «Plant allelopathy for wastewater reuse in agriculture».

Кроме исследовательской работы стажировка включала участие в различных конференциях, посещениях интересных лекций летней школы по выбору. На протяжении первой недели посещали курсы лекций, знакомились с лабораторией, выстраивали график работы. Большое впечатление произвел высокий уровень оснащения лаборатории необходимым оборудованием и реактивами. Следующие недели были отведены для проведения исследования и обработки результатов. Обсуждение результатов и планирование дальнейшей работы в рамках проекта TENOR проводилось с представителем проекта Захаром Малецким. Кроме того, программа стажировки включала посещение очистных сооружений города Ос, участие в семинаре, посвященном особенностям строения молекулы ДНК с выполнением лабораторного практикума по проведению ПЦР-анализа (университет Юго-Восточной Норвегии, город Бё), экскурсию на лайнере в город Копенгаген вместе с участниками проекта из Шри-Ланки. Во время посещения очистных сооружений прослушали лекцию об особенностях технологии данных сооружений, об этапах водоподготовки и очистки сточных вод, познакомились с оборудованием, условиями и показателями очистки.

Задачи обучения в летней школе включали прослушивание курсов лекций по теплоте и холодному климату с экзаменационным контролем пройденного материала по каждому курсу и выполнение 2-х курсовых работ. Первый курс лекций (по теплоте климату) прошел в Норвежском университете естественных наук (г. Ос), второй (по холодному климату) – на севере Норвегии в г. Трёмсо. На лекциях уделялось внимание пониманию и усвоению материала, конспектированию не требовалось. Все материалы лекций были предоставлены студентам в печатной форме.

Все цели и задачи в рамках проектов были выполнены в полной мере, получен практический опыт работы на современном оборудовании. По результатам стажировок подготовлено к публикации 2 статьи (в т.ч. одна для англоязычного издания), результаты представлены на научной конференции, выполнены курсовые работы.

СОДЕРЖАНИЕ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА В ВОЗВРАТНЫХ ПОТОКАХ СТОЧНЫХ ВОД

Актуальность проблемы удаления соединений азота из сточных вод обусловлена все более возрастающей степенью эвтрофикации поверхностных водоемов. Для обеспечения требуемого качества очистки по биогенным элементам при разработке и внедрении технологий глубокой биологической очистки важно учитывать влияние вторичных загрязнений, возникающих при обработке осадков сточных вод [1].

Содержание органических соединений и биогенных элементов в возвратном потоке зависит от принятой технологии обработки осадков. К настоящему времени наиболее распространенными методами обработки осадка являются предварительное гравитационное уплотнение в илоуплотнителях с целью снижения его объема, дальнейшее механическое обезвоживание [2]. В мировой практике наиболее освоены такие методы механического обезвоживания осадков, как центрифугирование и фильтр-прессование. На очистных сооружениях производительностью свыше 100 тыс. м³/сут наиболее приемлемым оборудованием для механического обезвоживания осадков являются центрифуги [3].

Общее содержание аммонийного азота, поступающего с возвратными потоками, составляет 15–20% от его количества, поступающего с городскими сточными водами.

Для биологического удаления азота из сточных вод в настоящее время широко применяется технология нитри-денитрификации [4]. Избыточный активный ил лучше выводить из конца аэробной зоны системы биоблока аэротенка, где он обладает наибольшим количеством растворенного и связанного в виде нитратов кислорода [5]. Однако для процесса восстановления нитратов до газообразного азота требуется достаточное количество доступного органического вещества (отношение БПК₅/N должно быть не менее 3,5). При нехватке органического вещества эффективность денитрификации низка, а специальное добавление дополнительного источника углерода увеличивает себестоимость очистки сточных вод. Имеются исследования [4], в результате которых предложена технология очистки сливных вод с сооружений обработки осадков методом нитри-денитрификации без дополнительного источника углерода.

Целью исследования являлся мониторинг количественного содержания соединений азота в возвратных потоках сточных вод. Объектами исследования послужили возвратные воды от сооружений обработки осадка сточных вод Минской очистной станции (МОС) УП «Минскводоканал».

Выполнена работа по сбору, систематизации и обработке данных о средних концентрациях азота аммонийного в возвратных потоках сточных вод МОС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Минимизация выделения фосфорсодержащих загрязнений при обработке осадков сточных вод / О.А. Ломинога [и др.] // Водоснабжение и санитарная техника. – 2013. – №1. – с. 52-56.
2. Повышение эффективности работы очистных сооружений канализации при реагентной очистке возвратных потоков от фосфора / Е.Н. Матюшенко [и др.] // Водоснабжение и санитарная техника. – 2019. – №4. – с. 60-66.
3. Типовые технические решения для цеха механического обезвоживания осадков сточных вод / А.В. Смирнов [и др.] // Водоснабжение и санитарная техника. – 2017. – №10. – с. 46-50.
4. Удаление азота из возвратных потоков сооружений обработки осадка путем нитри-денитрификации без дополнительного источника углерода / О.В. Харьковина // Водоснабжение и санитарная техника. – 2010. – №10. – с. 60-64.
5. Исследования загрязнений обработки осадка на очистных сооружениях с глубоким биологическим удалением биогенов / И.И. Иваненко // Вестник гражданских инженеров. – 2015. – №1. – с. 165-171.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАПИТКОВ БРОЖЕНИЯ

Актуальным направлением в области питания являются функциональные продукты и напитки. Причинами повышенного интереса к данному роду продуктов питания являются их способность благоприятно влиять на здоровье и также использовать для профилактики ряда заболеваний.

Целью данного исследования является подбор подходящего растительного сырья и разработка рецептур напитков брожения.

Задачи исследования: убедиться в продуктивности использования выбранного растительного сырья для разработки функциональных напитков и изучить изменения содержания в них биологически активных соединений в ходе технологического процесса; Определить физико-химические и органолептические показатели при сбраживании различных образцов купажей напитков;

Одна из основных практических значимостей данной работы является получение напитков, обладающих эффективным и положительным влиянием на организм человека и физиологические процессы в нем. Использование полученного продукта в профилактических целях.

В качестве основных компонентов для разработки напитков брожения были выбраны экстракты Ромашки аптечной и Чабреца (Фибры головчатой), соки черносмородиновый и крыжовниковый. Данные экстракты и соки богаты витаминами в том числе аскорбиновая (С) и никотиновая (РР) кислоты, горечами, дубильными веществами, полисахаридами, органическими кислотами, флавоноидами и другими биологически активными веществами. Минеральный состав представлен в наибольшем количестве солями калия и кальция, и несколько меньше содержится фосфора, магния, кремния и др. [1, 2, 3].

В ходе исследования были разработаны две серии напитков. Основной компонентный состав напитков первой серии: сахарный сироп, концентрированный черносмородиновый сок, экстракты чабреца и ромашки, прессованные хлебопекарные дрожжи.

Состав напитков второй серии: сахарный сироп, концентрированный крыжовниковый сок, экстракты чабреца и ромашки, прессованные хлебопекарные дрожжи.

Сбраживание напитков проводили в термостате при 20 °С в течение 96 часов. Каждые 24 часа в образцах определялись физико-химические показатели массовой доли сухих веществ и кислотности.

По истечению 96 часов брожения из каждой серии напитков были выбраны по одному образцу согласно физико-химическим показателям массовой доли сухих веществ и кислотности, и органолептическим показателям. После в каждом из выбранных напитков было проведено определение показателей: активной кислотности (рН), антиоксидантной активности, массовой доли общих и редуцирующих сахаров, содержание аскорбиновой кислоты, а также макро- и микроэлементы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карпук, В.В. Фармакогнозия: методические указания к лабораторным занятиям / В.В. Карпук, В.Д. Поликсенова. — Минск: БГУ – 2008. — 40 с.
2. Пронченко, Г. Е Лекарственные растительные средства / Г.Е Пронченко - М.: ГЭОТАР-Мед. – 2002.
3. Путырский, И.Н. Лекарственные растения. Энциклопедия / Сост. И.Н. Путырский, В.Н. Прохоров. — Минск.: Книжный Дом. – 2003.

АНТИМИКРОБНЫЕ СВОЙСТВА РАСТЕНИЙ

В настоящее время во всем мире наблюдается высокий уровень роста различных заболеваний обусловленных деятельностью микроорганизмов. Антибиотики широко используемые в современной медицине обладают огромным перечнем побочных эффектов. Нельзя не отметить и тот факт, что именно массовое и бесконтрольное применение данных препаратов привело к возникновению резистентности у подавляющего числа штаммов микроорганизмов, что опять же приводит к необходимости создания более эффективных антимикробных препаратов. Возникает замкнутый круг, из которого одним из выходов может стать поиск растительного сырья, обладающего антимикробной активностью, и разработка на его основе лекарственных средств. Таким образом, в настоящее время является весьма актуальным и перспективным для медицины, фармакологии и косметологии разработка препаратов на основе растительного сырья взамен химическим препаратам.

В нашей стране произрастает более 2455 видов высших растений, из которых подавляющее большинство является лекарственными [1]. Применение растительного сырья, обладающего бактерицидными свойствами, имеет ряд преимуществ перед синтетическими аналогами, среди которых в первую очередь следует отметить отсутствие сенсibiliзирующего действия.

Одним из способов поиска растительного сырья, обладающего антимикробными свойствами, является, в первую очередь, анализ данных народной медицины. Ещё с давних времён лекарственные растения широко использовались для лечения и профилактики инфекционных заболеваний. При лечении холеры применяли настойки из корня дягиля лекарственного (*Archangelica officinalis*), дудника лесного (*Angelica sylvestris*), мяты перечной (*Mentha piperita*), полыни (*Artemisia*) и красного перца (*Capsicum annuum*), употребляли в пищу сливы (*Prunus domestica*). При лечении туберкулёза в Беларуси широко использовали василисник узколистный (*Thalictrum angustifolium*), веронику лекарственную (*Veronica officinalis*), медуницу неясную (*Pulmonaria obscura*), чабрец (*Thymus vulgaris*), а также цветки липы (*Tilia*) [2, 3].

Анализ современного рынка фармацевтической продукции Республики Беларусь показал, что ассортимент препаратов, обладающих антимикробной активностью, очень ограничен. В основном это растительное сырьё, обладающее широким спектром действий, представлено оно в виде настоек, сборов и фиточаёв (не являются лекарственным средством). Кроме того, имеется ряд растений, которые до сих пор не нашли своего применения в современной медицине, однако об их антимикробных свойствах известно давно. В качестве примера можно привести голубику, клюкву, клевер. Согласно многочисленным источникам [4, 5] данные растения обладают ярко выраженными бактерицидными свойствами.

В настоящее время нами проводится анализ современных методов определения антимикробной активности и отбор растительного сырья для последующего анализа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Черник, В. В. Высшие споровые растения: курс лекций / В. В. Черник. – Минск: БГУ, 2008. – 247 с.
2. Корсун, В. Ф. История фитотерапии в Беларуси / В. Ф. Корсун, Е. В. Корсун, М. А. Малышко. – М.-Минск, 2012. – 156 с.
3. Бойко, Н. Н. Определение антимикробной активности спиртоводных вытяжек из некоторых видов растительного сырья содержащего дубильные вещества / Н. Н. Бойко, А. И. Зайцев, Т. П. Осолодченко // Annals of Mechnikov Institute. – 2015. – № 1. – С. 49–54.
4. Кароматов, И. Д. Лечебные свойства смородины / И. Д. Кароматов, Г. Ю. Рустамова // Биология и интегративная медицина. – 2018. – №5. – С. 32–47.
5. Курлович, Т. В. Брусника, голубика, клюква, черника / Т. В. Курлович. – М.: МСП, 2009. – 126 с.

ВЫДЕЛЕНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ ИЗ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Как известно изучение видового разнообразия микроорганизмов составляет предмет систематики. В настоящее время существует два основных подхода к идентификации микроорганизмов: классический – путём проведения многочисленных тестов, окрашиваний и инновационный, – например, идентификация микроорганизмов в масс-спектрометре по спектрам рибосомальных белков с последующим сопоставлением полученных масс-спектров микроорганизмов с обширными базами данных [1].

Целью работы было выделение и идентификация аборигенных микроорганизмов с поверхности растительных объектов.

В качестве объектов исследования выступали: плоды крыжовника; ягоды зелёного винограда; листья можжевельника и дуба (г. Минск, ул. Тикоцкого; д. Дарево, Барановичский район, Брестская область). Все образцы отобраны в июле 2019 г. в сухую безветренную погоду.

Образцы анализировали в первые сутки, соблюдая все правила асептики. Чтобы при работе с растительными объектами они не были загрязнены микроорганизмами из воздуха все работы проводились в боксе. Растительные объекты в количестве 2 г вносили в колбы на 100 мл со стерильной питательной средой (сусло бульон). Содержимое колб интенсивно встряхивали на установке УВМТ-12-250 (НПО ТИПКО «Элион») в течение 24 ч на механической качалке, после чего проводили высев суспензии на чашки Петри с плотной питательной средой (сусло агар).

Каждый штамм дрожжей, выделенный из природных источников, был охарактеризован для получения полного набора данных о его свойствах в чистых культурах.

Клетки дрожжей, выделенные с листьев можжевельника, почкуются и делятся, по форме клетки шарообразной формы, по мере роста клетка становится овальной формы, средний размер клеток 1,7×1,6 мкм. Клетки дрожжей, выделенные с поверхности ягод зелёного винограда, двух видов: 1) палочковидной формы, размер клеток 3,0×1,2 мкм, размножаются спорообразованием; 2) шарообразной формы, средний диаметр клеток 1,8 мкм, размножаются почкованием. Клетки дрожжей, выделенные с листьев дуба и поверхности плодов крыжовника овальной формы, почкуются, средний размер клеток 1,6×1,4 мкм.

В настоящее время проведено морфологическое и цитологическое (окраска по Граму, определение наличия эндоспор, капсул и др.) описание всех выделенных штаммов в соответствии с методиками [2]. Результаты представлены в таблице.

Таблица – Результаты различных способов окраски выделенных штаммов

Объект выделения	Наличие			
	полисахаридов	волютина	жира	спор
Листья можжевельника	+	+	+	-
Плоды зелёного винограда	+	+	-	+
Листья дуба, плоды крыжовника	+	+	+	-

В дальнейшем планируется изучить физиолого-биохимические свойства выделенных штаммов и провести идентификацию по родам и видам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bruker Corporation MALDI Biotyper системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bruker.com/products/mass-spectrometry-and-separations/maldi-biotyper/overview.html>.

2. Беясова, Н.А. Микробиология. Лабораторный практикум : учеб. пособие для студентов / Н.А. Беясова ; Белорус. гос. технол. ун-т. – Минск : БГТУ, 2007. – 160 с.

ТАБЛЕТИРОВАННЫЙ ФИТОЧАЙ

Фиточай – это сборы из различных видов лекарственного растительного сырья (сбор трав, смесь из отобранных и высушенных листьев, корней, коры или цветков). Сырьё подвергается специальной обработке, включающей сушку, измельчение, с последующим расфасовыванием в потребительскую тару и упаковыванием. Фиточай с каждым годом занимают всё больший процент рынка. Это связано не только с приятным и оригинальным вкусом, естественным ароматом, но и с тем, что данный продукт может дополнить рацион не только взрослых людей, но и детей, подростков натуральными витаминами и биологически активными веществами (БАВ), что в настоящее время является весьма важной задачей.

В качестве сырья для производства фиточая используется не только фармакопейное лекарственное растительное сырьё, но и другие растительные объекты, не включённые на данный момент в Государственную Фармакопею. Растительное сырьё Республики Беларусь весьма разнообразно, например, к настоящему времени в лаборатории биоразнообразия растительных ресурсов создана коллекция пряно-ароматических и лекарственных растений, которая насчитывает более 500 видов и разновидностей, относящихся к 40 семействам. Она представлена как таксонами флоры Беларуси, так и иноземных флор.

Необходимо отметить, что на рынке фиточай в основном представлен либо в пакетированном виде (фильтр-пакеты), либо в развесном. Однако, на наш взгляд, весьма перспективным видом является таблетированный фиточай. В основе таблетированного фиточая лежит измельчённое растительное сырьё. Единственным недостатком данной формы потребления является то, что при заваривании такого чая раствор получается мутным. Однако при позиционировании таблетированного фиточая, как продукта обогащенного различными БАВ, этот недостаток нивелируется.

Проанализировав состав БАВ различных лекарственных растений, нами для разработки новой рецептуры таблетированного фиточая были выбраны следующие растения: красные листья голубики, листья крапивы, кожура яблока, листья мяты, чёрной смородины.

Красные листья голубики (*Folia rufus Vaccinium*) содержат растительные стероиды и ценные дубильные вещества, эфирное масло, а также они весьма богаты антоцианами.

Кожура яблока (*Excorio Malus*) богата нерастворимыми волокнами (клетчатка), а также пектином. Данные вещества, как известно, способствуют выведению холестерина из организма. Кроме того, в яблочной кожуре содержится большое количество антиоксиданта кверцетина, который способен в комплексе с витамином С связывать свободные радикалы.

Листья крапивы (*Folia Urtica*) – ценное поливитаминное растение, своеобразный природный концентрат витаминов. В листьях крапивы также содержатся флавоноиды, дубильные вещества, танины, фитонциды, органические кислоты, хлорофилл, гликозиды и другие.

Мята перечная (*Folia Mentha piperita*) – в листьях и соцветиях содержится эфирное масло, основная часть принадлежит ментолу. Кроме того, в листьях мяты содержится целый комплекс флавоноидов (гесперидин, антоцианы, лейкоантоцианы и др.), а также каротин, азотосодержащие соединения (бетаин), триперпеноиды (урсоловая и олеановая кислоты), стеролы, дубильные вещества, макро- и микроэлементы (калий, кальций, магний, железо, медь, цинк, селен, марганец и др.) и другие вещества.

Листья чёрной смородины (*Folia Ribes nigrum*) содержат витамины, целый ряд микро- и макроэлементов, флавоноидов и эфирное масло, иридоиды, цианогенные соединения, катехины и др.

В настоящее время производство разнообразных видов и сортов чая является весьма востребованным, поэтому считаем, что таблетированный фиточай также будет пользоваться спросом среди отечественных потребителей.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВЕННЫХ БАКТЕРИЙ ДЕГРАДИРУЮЩИХ ПОЛИЛАКТИД

Одним из наиболее популярных методов решения экологических проблем, связанных с утилизацией полимеров, является производство биоразлагаемых материалов. Самым распространенным материалом этой категории является полимер молочной кислоты – полилактид (PLA).

К сожалению, даже такие материалы разлагаются довольно долго (более 1 месяца), зачастую требуя специальных термофильных условий, что приводит к необходимости получения активных изолятов почвенных микроорганизмов, которые можно использовать в качестве модельных микроорганизмов для изучения механизмов и закономерностей биологического разложения биodeградируемых материалов. Новые сведения необходимы для создания биоматериалов разлагающихся в более мягких – мезофильных условиях.

Цель нашего исследования – выделение и характеристика полилактид-деградирующих почвенных бактерий. Выделенные штаммы будут использованы в качестве модельных объектов при изучении генетических детерминант биodeградации полилактида.

Используя селективные условия, заключающиеся в применении в качестве единственного источника углерода и энергии гранул полилактида, из окружающей среды в виде чистых культур удалось выделить 16 штаммов бактерий-деструкторов полилактида. Стандартными микробиологическими методами, были определены основные культуральные и физиолого-биохимические свойства выделенных бактериальных штаммов [1]. В результате оказалось, что все бактерии имеют палочковидную форму, грамтрицательную клеточную стенку, обладают дыхательным типом метаболизма и ведут преимущественно прикрепленный образ жизни.

Результаты сопоставительного анализа морфологических, культуральных, биохимических признаков показали, что большинство выделенных бактерий можно отнести к семействам *Moraxellaceae* и *Pseudomonadaceae*. Литературные данные свидетельствуют, что отдельные представители этих семейств способны деградировать образцы полилактида за счет выделения в окружающую среду гидролитических ферментов, относящихся к пептидазам, липазам и гидролазам.

В ходе дальнейших исследований нами изучена возможность полученных бактерий деградировать пленочные образцы из полилактида, однако в ходе первичного анализа установлено лишь небольшое уменьшение свободной энергии поверхности полимера без изменения массы пленочных образцов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Герхардт, Ф. Методы общей бактериологии: в 3 т. / под ред. Ф. Герхардта [и др.]. – М.: Мир, 1983–1984. – Т. 1 – 536 с.; Т. 2. – 472 с.; Т. 3. – 264 с.

АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ЗАЩИТНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ

В настоящее время остро стоит проблема придания антибактериальных свойств различным поверхностям в местах массового скопления людей (школы, гостиницы, общественный транспорт и т.д.). Создание покрытия с антибактериальным эффектом может позволить решить вопрос дезинфицирования и обеззараживания поверхностей общего пользования [1].

В качестве объектов исследования выступили: 1) металлические пластинки с нанесенным на них фотокаталитическим покрытием, содержащим 65% олова и 35% никеля (толщина покрытия 6 мкм). Для придания поверхности антибактериальных свойств сплаву олово-никель вводили наночастицы золя TiO_2 ; 2) металлические пластинки с нанесенным на них органическим покрытием на основе четвертичных аммонийных солей. В качестве тест-культуры использовали санитарно-показательные бактерии *E. coli* ATCC 8739. Для определения антибактериальных свойств фотокаталитических покрытий использовали метод, изложенный в ISO 27447:2009 с изменениями [2]. Для определения антибактериальных свойств органических покрытий использовали респираторный метод. Установлено (таблица), что испытательные образцы проявляют бактерицидные свойства: применение защитных покрытий совместно с обработкой УФ-светом позволяет снизить на три порядка концентрацию микроорганизмов ($RF > 2$).

Таблица – Антибактериальная активность фотокаталитических покрытий

Образец	Концентрация бактериальных клеток С, КОЕ/мл	
	Под UV облучением	Без UV облучения
Sn-Ni	$8,2 \cdot 10^2$	$2,2 \cdot 10^4$
Sn-Ni-TiO ₂ (4 г/л)	$2,2 \cdot 10^2$	$3,5 \cdot 10^4$
Sn-Ni-TiO ₂ (6 г/л)	$3,0 \cdot 10^1$	$3,4 \cdot 10^4$
Sn-Ni-TiO ₂ (10 г/л)	$5,0 \cdot 10^1$	$2,2 \cdot 10^4$
Контроль (суспензия клеток)	$1,2 \cdot 10^4$	$1,5 \cdot 10^6$

Результаты экспериментов по определению антибактериальных свойств органических покрытий на основе четвертичных аммонийных солей представлены на диаграмме.



Примененный метод не позволил оценить антибактериальные свойства анализируемых образцов, что может быть связано с их небольшим размером и возможной абсорбцией кислорода на обработанной поверхности образцов.

ЛИТЕРАТУРА

1. L. Anicaia, A. Peticab, S. Costovicic Electrodeposition of Sn and Ni-Sn alloys coatings using choline chloride based ionic liquids-evaluation of corrosion behavior// *Electrochimica Acta*, 2013, V. 114.- P. 868-877.
2. Салов, Е. С. Подходы к оценке антимикробных свойств фотокаталитических покрытий на основе Sn-Ni-TiO₂ / Е. С. Салов // 70-я научно-техническая конференция, 15-20 апреля 2019 г., Ч. 2. - Минск : БГТУ, 2019. - С. 64-66.

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ БИОУДОБРЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ТОМАТОВ

Экспериментально подтверждено, что главным источником, восполняющим запасы питательных веществ, необходимых растениям, являются удобрения. Последние 50-60 лет культура земледелия полностью полагается на агрохимикаты, тем самым забывая о биологической составляющей почвы. Это в свою очередь привело к увеличению себестоимости продукции, а кроме этого и к ухудшению экологической обстановки агроландшафтов [1]. На сегодняшний день многие почвы, вовлеченные в сельскохозяйственный оборот, микробно сильно истощены. Для восстановления микробиологического потенциала необходимо предусматривать систему внесения специальных бактериальных удобрений, которые сами по себе не содержат в своём составе элементов питания, а состоят из бактерий, преобразующих недоступные растениям питательные вещества в доступную форму [2].

Целью работы является проверка эффективности применения комплексных биоудобрений на основе азотфиксирующих и фосфатмобилизующих микроорганизмов, выделенных из почвы, при выращивании томатов.

Объектом исследования является комплексное биологическое удобрение для повышения плодородия почв на основе азотфиксирующих и фосфатмобилизующих почвенных микроорганизмов. Тестовой сельскохозяйственной культурой является томат «Примадонна».

После высева пророщенных томатов в контейнеры и появления у растения полноценных листков осуществляли подкормку томатов биоудобрениями. Первый контейнер поливали водой, второй – суспензией Ф17+1', третий – суспензией Ф17+2'. После месяца подкормки один раз в две недели вырезали по семь стеблей томатов, измеряли их массу и длину стеблей, определили индекс качества рассады.

В ходе исследования установлено, что среди томатов, которые поливали водой, были как интенсивно растущие стебли, так и отстающие. Томаты, которые поливали суспензией штаммов Ф17+1', отличались однородностью стеблей и имели большую массу по сравнению с теми, которые поливались водой. А томаты, которые подкармливали суспензией Ф17+2', наоборот, имели менее развитые стебли, меньшую массу и длину стеблей по сравнению с теми, которые поливали водой.

Средние значения длины и массы стеблей тест-культуры после 14 и 28 дней подкормки, а также рассчитанный нами индекс качества рассады приведены в таблице.

Таблица – Оценка качества рассады тест-культуры томатов

Биоудобрение	Масса стеблей томатов, г		Длина стеблей томатов, г		Индекс качества рассады	
	14 дней	28 дней	14 дней	28 дней	14 дней	28 дней
Вода	8,08	19,16	390,71	538,57	0,20	3,56
Ф17+1'	10,39	20,96	432,14	534,29	0,24	3,92
Ф17+2'	5,33	16,76	315,71	464,29	0,17	3,61

Таким образом в результате исследовательской работы подобрана пара микроорганизмов Ф17+1', пригодная для создания биоудобрения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мишустин Е. Н., Шильникова В. К. Клубеньковые бактерии и инокуляционный процесс. – М.: Наука, 1973. – 240 с.
2. Терещенко Н. Н. Биоудобрения на основе микроорганизмов. / Томский государственный университет. – Томск. – 2003. – 60 с.

БИОЭКВИВАЛЕНТНОСТЬ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ

В большинстве случаев различия в терапевтической эффективности препаратов, содержащих одни и те же активные вещества, обусловлены изменением их биодоступности – количества лекарственного вещества, которое попадает в системный кровоток, и скорости, с которой этот процесс происходит. В связи с этим возникло новое понятие – биоэквивалентность.

Два лекарственных препарата считают биоэквивалентными, если они фармацевтически эквивалентны, имеют одинаковую биодоступность и после назначения в одинаковой дозе являются сходными, обеспечивая должную эффективность и безопасность.

Оценку биоэквивалентности лекарственных средств в настоящее время считают одним из основных методов медико-биологического контроля качества генерических препаратов, т.е. таких лекарственных средств, которые содержат одно и то же активное вещество в одинаковой дозе и в той же лекарственной форме, что и соответствующее оригинальное средство [1].

ВОЗ рекомендует определять биоэквивалентность с использованием следующих сравнительных испытаний: *in vivo* (фармакокинетические и фармакодинамические испытания на людях, клинические испытания) и *in vitro* (тест «растворение»). Все исследования проводятся путем сопоставления соответствующих параметров испытуемого препарата и препарата сравнения.

Фармакокинетические испытания являются достаточно дорогостоящими и продолжительными. Поэтому в последние годы активно обсуждается вопрос о применимости для установления биоэквивалентности генериков хорошо известного из фармакопейного анализа теста «растворение».

Конечно, существует проблема корреляции между результатами экспериментов, проводимых *in vitro* и *in vivo*, поскольку такую корреляцию выявить удастся не всегда. Более того, несмотря на явные различия в скорости высвобождения *in vitro*, значимые различия в биодоступности могут не выявляться, и наоборот – одинаковые показатели теста «растворение» не всегда обуславливают биоэквивалентность генериков. Тем не менее, известно, что в случае терапевтической неэквивалентности лекарственных препаратов часто имеет место различие в скорости высвобождения действующего вещества из лекарственной формы, что и дает основание применять тест «растворение» в качестве альтернативы фармакокинетическим испытаниям.

Для твердых пероральных лекарственных форм (таблетки, драже, капсулы, гранулы) тест «растворение» является одним из важнейших критериев качества. Его использование при анализе лекарственного препарата и есть попытка ввести в нормативные документы испытание, которое наряду с оценкой фармацевтической эквивалентности позволяло бы проводить хотя бы приблизительную оценку биоэквивалентности.

При использовании теста «растворение» для оценки биоэквивалентности следует получать несколько временных точек, на основании которых строится кривая высвобождения, и проводить исследование испытуемого препарата и препарата сравнения в одинаковых условиях. В некоторых случаях сравнение профилей растворения испытуемого и оригинального препаратов может служить основанием для заключения об их биоэквивалентности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила проведения исследований биоэквивалентности лекарственных средств. Часть 1. Фармакокинетические аспекты / А. А. Фирсов [и др]. – Москва: Академия, 1995. – 285 с.
2. Арзамасцев А. П. Эквивалентность воспроизведенных лекарственных средств: фармацевтические аспекты / А. П. Арзамасцев, В. Л. Дорофеев. – Москва: ММА им. Сеченова, 2003. – 203 с.

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ФЛАВОНОИДОВ ИЗ ЦМИНА ПЕСЧАНОГО (*HELICHRYSUM ARENARIUM* L.) РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ

Флавоноиды представляют собой чрезвычайно распространенную и наиболее многочисленную группу природных фенольных соединений [1]. В настоящее время лекарственные растения, содержащие флавоноиды, широко применяются в медицинской практике, так как обладают широким спектром положительного фармакологического эффекта [1–3].

В основе технологии всех лекарственных препаратов растительного происхождения находится процесс экстракции биологически активных веществ (БАВ). Для извлечения целевых компонентов из растительного сырья применяют как традиционные, так и современные методы. Одним из перспективных способов повышения эффективности процесса экстракции БАВ является применение СВЧ-энергии [4].

Цмин (бессмертник) песчаный (*Helichrysum Arenarium* L.) многолетнее травянистое растение семейства Астровые (*Asteraceae*), является фармакопейным растением. Цветки цмина песчаного содержат около 6,5% флавоноидов [5].

Цель работы – извлечение флавоноидов из цветков цмина песчаного (*Helichrysum Arenarium* L.) различными методами для сравнительного анализа.

Для извлечения флавоноидов из цветков цмина песчаного (*Helichrysum Arenarium* L.) применяли следующие методы: 2-х кратная ремацерация; экстракция при повышенной температуре (65°C); 3-х кратная дробная экстракция при повышенной температуре с последовательной сменой концентрации экстрагента; СВЧ-экстракция. В каждом из методов использовали навеску сырья одинаковой массы и этиловый спирт в качестве экстрагента. Соотношение сырья : экстрагент составляло 1 : 60.

Определение общего содержания флавоноидов осуществляли спектрофотометрическим методом, основанном на реакции комплексообразования с хлоридом алюминия, проявляющей высокую специфичность в отношении флавоноидов.

По результатам исследований определено, что наибольший выход флавоноидов достигается методом 3-х кратной дробной экстракции с последовательной заменой концентрации экстрагента и составляет 2,74% от массы абсолютно сухого сырья. Применение СВЧ-энергии при экстракции БАВ интенсифицирует процесс, при этом выход флавоноидов сопоставим с экстракцией при повышенной температуре традиционным нагреванием.

ЛИТЕРАТУРА

1. Филипцова, Г.Г. Основы биохимии растений: Курс лекций / Г.Г. Филипцова, И.И. Смолич. – Минск: БГУ, 2004. – 136 с.
2. Тараховский, Ю.С. Флавоноиды: биохимия, биофизика, медицина / Ю.С. Тараховский; Ю.А. Ким, Б.С. Абрашилов, Е.Н. Музафаров. – Пушино: Synchronbook, 2013. – 310 с.
3. Brown, J.E. Flavonoids: chemistry, biochemistry and applications / J.E. Brown, M. Andersen, K. R. Markham. – Boca Raton: CRC Press, 2006. – 1197 p.
4. Коницев, А.С. Традиционные и современные методы экстракции биологически активных веществ из растительного сырья: перспективы, достоинства, недостатки / А.С. Коницев [и др.] // Вестник МГОУ. Серия: Естественные науки. – 2011. – №3. – С. 49–54.
5. Карпук, В.В. Фармакогнозия: учеб. Пособие / В.В. Карпук. – Минск: БГУ, 2011. – 340 с.

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ КЕРАМИКА В СИСТЕМЕ $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_{9+\delta} - \text{Co}_2\text{O}_3$

Высокие значения электропроводности, термо-ЭДС и низкая теплопроводность слоистого кобальтита кальция позволяют рассматривать его как перспективную основу для разработки новых эффективных термоэлектриков. Термоэлектрические (функциональные) характеристики керамики на основе слоистого кобальтита кальция могут быть улучшены за счет применения вместо традиционного твердофазного метода различных низкотемпературных «мягких» методов синтеза, использования специальных методик спекания керамики, путем частичного замещения в структуре фазы $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_{9+\delta}$ ионов кальция ионами висмута [1] либо редкоземельных элементов или ионов кобальта ионами переходных либо тяжелых металлов [2], а также в результате создания в керамике на основе слоистого кобальтита кальция фазовой неоднородности.

В данной работе с целью разработки новых эффективных высокотемпературных термоэлектриков изучено влияние добавок оксида кобальта (III) (Co_2O_3) на спекаемость, 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 CaCO_3 (ч.д.а.) и Co_3O_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 2, 5, 8, 10 и 15 мас. % Co_2O_3 (ч.д.а.). После помола и прессования образцы спекали на воздухе при температуре 1193 К в течение 12 ч. Кажущуюся плотность образцов ($\rho_{\text{каж}}$) находили по их массе и геометрическим размерам. Пористость (Π) керамики вычисляли по формуле $\Pi = (1 - \rho_{\text{каж}}/\rho_{\text{рент}}) \cdot 100\%$, где $\rho_{\text{каж}}$ и $\rho_{\text{рент}}$ – кажущаяся и рентгенографическая плотность образца ($\rho_{\text{рент}} = 4,677 \text{ г/см}^3$ [3]). Электропроводность (σ) 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 оксида кобальта (III) приводит к росту пористости и, как следствие, снижению значений удельной электропроводности. Коэффициент Зеебека S всех исследованных образцов, за исключением керамики, содержащей 8 мас. % Co_2O_3 , был ниже, чем у чистого кобальтита кальция. Для образцов керамики $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_{9+\delta} + 8 \text{ мас.}\% \text{ Co}_2\text{O}_3$ $S_{1050} = 271 \text{ мкВ/К}$, что в 1,41 раза больше S_{1050} керамики без добавок. При этом фактор мощности вырос в 1,6 раза (P_{1050} керамики на основе кобальтита кальция без добавок и керамики $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_{9+\delta} + 8 \text{ мас.}\% \text{ Co}_2\text{O}_3$ составил 271 и 142 мкВт/(м·К²) соответственно).

Полученные результаты позволяют сделать заключение о том, что введение в керамику на основе кобальтита кальция 8 мас. % оксида кобальта (III) является перспективным методом улучшения термоэлектрических свойств.

Работа выполнена при поддержке ГПНИ «Физическое материаловедение, новые материалы и технологии» (подпрограмма «Материаловедение и технологии материалов», задание 1.55).

ЛИТЕРАТУРА

1. 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.
2. Клындюк, А.И. Синтез и свойства дизамещенных производных слоистого кобальтита кальция / А.И. Клындюк, И.В. Мацукевич // Физика и химия стекла.– 2015. – Т. 41, №5. – С. 737–744.
3. 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.

(кафедра физической, коллоидной и аналитической химии, БГТУ)

**ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОКРИСТАЛЛИЗАЦИИ СПЛАВА Cu-Sn
ИЗ СЕРНОКИСЛОГО ЭЛЕКТРОЛИТА В ОБЛАСТИ UPD Sn**

Известно, что никель при длительном контакте с кожей человека может вызывать развитие контактных дерматитов. Кроме того, растворимые соли никеля являются канцерогенами при вдыхании. По этим причинам использование никеля и его сплавов в европейских странах ограничено и строго регулируется. Привлекательной альтернативой никелевым покрытиям могут служить покрытия сплавами Cu-Sn (до 15 мас.% Sn), которые имеют высокую коррозионную стойкость и твердость [1–2].

Наиболее доступными и простыми в эксплуатации являются кислые электролиты для нанесения сплава Cu-Sn, содержащие соли меди и олова, а также специальные добавки органических веществ. В настоящее время отсутствуют исследования посвященные изучению процессов зародышеобразования и особенностей сплавообразования меди и олова из сернокислого электролита.

Цель данной работы – исследование добавки тиомочевины к сернокислому электролиту на механизмы зародышеобразования и сплавообразования меди и олова в области *upd* Sn в процессе электролиза, а также на структуру и свойства формируемых покрытий.

В качестве базового использовали электролит следующего состава, г/дм³: CuSO₄·5H₂O — 40, SnSO₄·H₂O — 40, H₂SO₄ — 100. Содержание тиомочевины изменяли от 0,001 до 0,015 г/дм³. Для приготовления электролита использовали реактивы марки х.ч. Содержание ионов меди и олова корректировали по данным химического анализа. В качестве анодов использовали медные пластины. Катодами служили заготовки из фольгированного медью диэлектрика размером 40x40 мм, которые предварительно обрабатывали наждачной бумагой марки Р 2000, обезжиривали спиртом и активировали в 0,1 М H₂SO₄. Поляризационные исследования проводили с помощью потенциостата-гальваностата AUTOLAB PGSTAT302N, контролируемого программным обеспечением NOVA 2.1, в стандартной трехэлектродной электрохимической ячейке. В качестве электрода сравнения использовали хлоридсеребряный электрод, вспомогательного – платиновый электрод. Площадь рабочего электрода в поляризационных исследованиях составляла 100 мм².

При помощи линейной вольтамперометрии установлено, что сплавообразование меди и олова начинает протекать в том случае, когда ионы меди разряжаются на предельном диффузионном токе. С помощью хроноамперометрии установлено, что при осаждении сплава CuSn при потенциалах, отрицательнее равновесного потенциалах системы Sn|Sn²⁺, введение тиомочевины в количестве от 0,001 до 0,015 г/дм³ изменяет тип нуклеации меди с 2D- на 3D-рост, который описывается моделью прогрессирующего зародышеобразования, контролируемого диффузией.

ЛИТЕРАТУРА

1. Касач, А. А. Электроосаждение сплава Cu-Sn из щавелевокислого электролита в присутствии аминоксодержащих поверхностно-активных веществ / А. А. Касач, Д. С. Харитонов, В. И. Романовский, Н. М. Кузьменок, И. М. Жарский, И. И. Курило // Журнал прикладной химии. – 2019. – Т. 92. – №. 6. – С. 793–799.

2. Касач, А. А. и др. Влияние режимов сонохимической обработки на процесс электроосаждения сплава Cu-Sn из щавелевокислого электролита / А. А. Касач, И. И. Курило, Д. С. Харитонов, С. Л. Радченко, И. М. Жарский // Журнал прикладной химии. – 2018. – Т. 91. – №. 4. – С. 522–527.

**ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ
Cu-Sn-TiO₂ ИЗ СУЛЬФАТНОГО ЭЛЕКТРОЛИТА**

Электрохимические нанокompозитные покрытия с равномерно распределенными наночастицами инертной фазы в большинстве случаев обладают повышенной микротвердостью, износ- и коррозионной стойкостью и другими улучшенными функциональными свойствами, обеспечивающими перспективность их использования в различных областях техники.

Сплавы меди с оловом, более известные как оловянистые бронзы, вследствие их привлекательного внешнего вида и достаточно высокой коррозионной устойчивости широко используются в качестве защитных и декоративных покрытий. Кроме того, покрытия сплавами Cu-Sn являются альтернативой никелевым покрытиям, продукты коррозии которых при контакте с кожей человека могут вызывать развитие контактных дерматитов [1].

Целью данной работы является электрохимическое получение композиционных покрытий Cu-Sn-TiO₂ из сульфатного электролита, а также изучение физико-механических свойств, морфологии, качественного и количественного состава формируемых покрытий.

В качестве базового использовали электролит следующего состава, г/дм³: CuSO₄·5H₂O — 40, SnSO₄·H₂O — 40, H₂SO₄ — 100. Инертной фазой служил TiO₂ (модификация – анатаз) с размерами частиц 50–200 нм. Содержание TiO₂ в электролите варьировали от 1 до 10 г/дм³. Осаждение покрытий проводили в потенциостатическом режиме при потенциале –0,04 В. Состав и морфологию формируемых покрытий исследовали при помощи сканирующего электронного микроскопа JSM-5610 LV, оснащенного системой химического анализа EDX JED-2201 JEOL. Для определения содержания TiO₂ в составе покрытия использовали волновой рентгенофлуоресцентный спектрометр PANalytical Axios. Микротвердость полученных покрытий исследовали при помощи оптического микроскопа–твердомера AFRI-MVDM8.

Введение в электролит наночастиц диоксида титана в количестве от 1 до 10 г/дм³ приводит к формированию покрытий Cu-Sn-TiO₂ с ярко выраженными дендритами и кристаллитами сферической формы. Формирование более неоднородных покрытий по сравнению с покрытиями, полученными из электролита, не содержащего частицы дисперсной фазы, обусловлено включением крупных агломератов TiO₂ в матрицу сплава, что способствует неоднородному росту покрытий на различных микроучастках катода. Увеличение концентрации TiO₂ в исследуемом электролите от 1 до 10 г/дм³ приводит к росту его содержания в матрице сплава от 0,17 до 1,51 масс. %.

Из электролита, не содержащего дисперсную фазу TiO₂, формируются покрытия Cu-Sn с микротвердостью 270 HV. Введение в раствор от 1 до 10 г/дм³ частиц TiO₂ приводит к формированию покрытий Cu-Sn-TiO₂ с микротвердостью от 300 до 320 HV соответственно. Увеличение микротвердости покрытий при введении в электролит TiO₂, по-видимому, объясняется так называемым эффектом дисперсионного упрочнения. Дисперсионное упрочнение обусловлено распределением в металлической матрице частиц TiO₂, которые препятствуют движению дислокаций в структуре сплава, что, в свою очередь, приводит к возрастанию микротвердости покрытий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Касач, А. А. Электроосаждение сплава Cu-Sn из щавелевокислого электролита в присутствии аминоксодержащих поверхностно-активных веществ / А. А. Касач, Д. С. Харитонов, В. И. Романовский, Н. М. Кузьменок, И. М. Жарский, И. И. Курило // Журнал прикладной химии. – 2019. – Т. 92. – №. 6. – С. 793–799.

ЛИТИЙ-ИОННЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

В последние годы ученые и инженеры-разработчики электронной аппаратуры значительное внимание уделяют аккумуляторам, которые могут обеспечивать длительное автономное питание электронных устройств. Развитие современных технологий энергосбережения невозможно без применения эффективных и доступных батарей. Сегодня литий-ионные аккумуляторы (ЛИА) являются одними из самых значимых и предпочтительных источников тока для современных электронных устройств и приборов. Вследствие этого в настоящий момент передовые производители почти полностью отказались от использования прочих типов аккумуляторных батарей мобильных телефонов, поэтому чрезвычайно важно знать, как правильно пользоваться литиевыми источниками питания, их особенности и применение. Значимость ЛИА подтверждается тем, что за их разработку присудили Нобелевскую премию по химии в 2019 году Джону Гуденафу (США), Стэнли Виттингхэму (США) и Акира Ёсино (Япония).

В данной работе проведён аналитический обзор литературы по электродным материалам, используемым для создания ЛИА, сопоставлены типы аккумуляторов, проведено их сравнение, описаны преимущества и недостатки. Рассмотрен принцип заряда и его этапы, а также применение ЛИА в современном мире.

В настоящее время практически во всех коммерчески выпускаемых ЛИА положительный электрод изготавливают из литированных оксидов переходных металлов, в частности, из соединения LiCoO_2 , из которого часть лития экстрагируется при заряде, а отрицательный – из графита. Применение столь сильных окислителей обеспечивает относительно высокое рабочее напряжение ЛИА, но одновременно создает серьезные проблемы безопасности, поэтому в последнее время огромное внимание уделяется поискам менее опасных материалов. Наиболее вероятными кандидатами на замену традиционного дорогого кобальтита лития считаются соединения с различными соотношениями катионов никеля, марганца и кобальта $\text{Li}(\text{Ni}, \text{Mn}, \text{Co})\text{O}_2$ [1], литий-марганцевый оксид LiMn_2O_4 , а также литированный фосфат железа LiFePO_4 , который уже дошел до стадии коммерциализации [2]. Также в современном мире применяются и ванадиевые электроды (Li_4VO_3) [3].

Сегодня ЛИА по праву считаются лучшими электрохимическим источниками электропитания различных устройств. Литий дорожает год от года, поскольку его запасы ограничены, к тому же он химически очень активен и пожароопасен. В связи с этим, в настоящее время ведется разработка натрий-ионных и калий-ионных аккумуляторов, отдельные представители которых сейчас проходят завершающую стадию доработки и тестирования, что может позволить в перспективе заменить ими ЛИА и литий-полимерные аккумуляторы, если не во всех, то в некоторых областях их использования [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Нипан, Г.Д. Твердые растворы в системе Li-Ni-Mn-Co-O / Г.Д. Нипан, А.И. Клындюк // Неорганические материалы. – 2019. – Т.55, №2. – С. 154–160.
2. Delacourt, C. Toward Understanding of Electrical Limitations (Electronic, Ionic) in LiMPO_4 (M=Fe, Mn) Electrode Materials / C. Delacourt // J. Electrochem. Soc. – 2005. – Vol. 152. – P. A913.
3. Кулова, Т.Л. От литий-ионных к натрий-ионным аккумуляторам / Т.Л. Кулова, А.М.Скундин // Электрохимическая энергетика. – 2016. – Т. 16, №3. – С. 122–150.
4. Кулова, Т.Л. Электродные материалы для литий-ионных аккумуляторов нового поколения / Т.Л. Кулова, А.М. Скундин // Электрохимия. – 2012. – Т. 48, №3. – С. 362–368.

(кафедра физической, коллоидной и аналитической химии, БГТУ)

ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА АНОДНО-ОКСИДНЫХ ПОКРЫТИЙ НА СПЛАВАХ АЛЮМИНИЯ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ СОЕДИНЕНИЯМИ ХРОМА (III)

В настоящее время для защиты алюминиевых конструкций от агрессивного воздействия окружающей среды эффективно используется сернокислое анодирование с последующей дополнительной обработкой – уплотнением. В качестве растворов уплотнения в промышленности широкое применение находят растворы на основе бихромата калия. Однако высокая токсичность и канцерогенные свойства соединений хрома (VI) обуславливают поиск более экологически безопасных электролитов, а также новых методов обработки сплавов алюминия с целью повышения их коррозионной устойчивости.

Цель работы – установление влияния термической обработки на физико-механические и защитные свойства модифицированных соединениями хрома(III) анодно-оксидных покрытий на сплавах алюминия.

Объектом исследования служил медьсодержащий сплав алюминия марки АД31, номинального состава, масс. %: Si – (0.20–0.60); Fe – 0.50; Cu – 0.10; Mn – 0.10; Mg – (0.45–0.90); Zn – 0.20; Ti – 0.15; Al – баланс. В исследованиях использовали образцы круглой формы диаметром 40 мм и толщиной 1 мм. Образцы перед анодированием предварительно проходили подготовку согласно ГОСТ 9.402–2004.

Для получения анодно-оксидных покрытий (АОП) использовали сернокислый электролит, содержащий 2.0 моль/дм³ H₂SO₄. Анодирование проводили с использованием источника тока Элатек Б5-80 в течение 40 мин при комнатной температуре (≈ 22 °С) и плотности тока 1 А/дм². Материал катодов – свинец. Уплотнение АОП проводили методом горизонтального погружения оксидированных образцов в рабочий раствор, содержащий 0.2 М Cr₂(NO₃)₃, при температуре 100 ± 1 °С. Время уплотнения – 20 мин. Уплотненные образцы подвергали финишной термообработке в муфельной печи при температуре 300 ± 1 °С, время обжига – 20 мин.

Состав и морфологию формируемых покрытий исследовали при помощи сканирующего электронного микроскопа JSM-5610 LV, оснащенного системой химического анализа EDX JED-2201 JEOL. Поляризационные исследования проводили с помощью потенциостата-гальваностата AUTOLAB PGSTAT302N, контролируемого программным обеспечением NOVA 2.1, в стандартной трехэлектродной электрохимической ячейке.

Анализ микрофотографий показал, что уплотнение АОП без термической обработки приводит к формированию покрытий с большим количеством включений в структуру покрытия. В свою очередь термическая обработка поверхности приводит к увеличению общей шероховатости и появлению локальных дефектов в структуре покрытия.

Значения плотности тока коррозии, рассчитанного по поляризационным кривым, составляет 2.95·10⁻⁸, 6.99·10⁻⁹ и 1.64·10⁻⁷ А/см² соответственно для анодированных образцов без уплотнения, с уплотнением в растворе Cr(NO₃)₃, а также с уплотнением в растворе Cr(NO₃)₃ и последующей термической обработкой покрытия.

Таким образом, проведенные исследования показали, что уплотнение АОП раствором на основе Cr₂(NO₃)₃ без термической обработки позволяет на 1 порядком уменьшить ток коррозии, а, следовательно, повысить коррозионную устойчивость покрытия, по сравнению с образцами без уплотнения, что сопоставимо с данными, полученными для образцов, уплотненных в растворах хрома(VI).

**ВЛИЯНИЕ ТЕРМООБРАБОТКИ НА КОРРОЗИОННЫЕ СВОЙСТВА
СВИНЕЦСОДЕРЖАЩИХ МОДИФИЦИРОВАННЫХ АНОДНО-ОКСИДНЫХ
ПОКРЫТИЙ НА СПЛАВАХ АЛЮМИНИЯ**

Сплавы алюминия обладают повышенной механической и износостойкостью, хорошей свариваемостью и формуемостью, однако недостаточно высокой коррозионной устойчивостью. Традиционным способом защиты от коррозии алюминиевых сплавов является анодирование. В мировой практике в настоящее время активно развивается такое перспективное направление, как разработка на алюминиевых матрицах безхромовых анодно-оксидных композиционных покрытий на основе соединений ряда металлов, позволяющих не только улучшить эксплуатационно-техническую надежность конструкционных материалов и изделий, но и придать им новые функциональные свойства. Металлы с низкой температурой плавления, такие как свинец, олово, кадмий, висмут, вводят в алюминиевые сплавы для улучшения обрабатываемости. Эти элементы образуют мягкие легкоплавкие фазы, которые способствуют ломкости стружки и смазыванию реза.

Целью работы было установление влияния термической обработки на физико-механические и защитные свойства анодно-оксидных покрытий на сплавах алюминия, модифицированных соединениями свинца(II).

В качестве объекта исследований был выбраны широко применяемые в промышленности легированные магнием и кремнием деформируемый сплав алюминия (марка АД31). Предварительно подготовленные образцы с использованием источника тока Элтек Б5-80 анодировали в 2 М растворе серной кислоты при комнатной температуре в течение 40 мин при плотности тока 1 А/дм². В качестве катода использовали свинец. Уплотнение анодно-оксидных проводили в течение 20 мин при температуре 100 ± 1 °С методом горизонтального погружения в 2 М раствор Pb(NO₃)₂. Уплотненные образцы подвергали финишной термообработке в течение 20 мин в муфельной печи при температуре 300 ± 1 °С. Изучение коррозионной стойкости полученных образцов в 3%-ном растворе NaCl проводили методом снятия поляризационных с помощью потенциостата-гальваностата AUTOLAB PGSTAT302N, контролируемого программным обеспечением NOVA 2.1 в стандартной трехэлектродной электрохимической ячейке. Состав полученных покрытий, а также их морфологию исследовали при помощи оснащенной системой химического анализа EDX JED-2201 JEOL сканирующего электронного микроскопа JSM-5610 LV.

Анализ полученных данных показал, что в процессе термообработке содержание свинца в составе покрытия увеличивается от 8,2 до 39,3 масс.%. Финишная термообработка свинецсодержащих модифицированных анодно-оксидных покрытий неблагоприятно влияет на коррозионную устойчивость образцов и приводит к снижению токов коррозии от 1,86·10⁻⁹ до 9,39·10⁻⁷ А/см² и потенциалов коррозии от 0,503 до 0,372 В. Полученные зависимости объясняются увеличением общей шероховатости и образованием локальных дефектов в структуре покрытия, облегчающих диффузию хлорид-ионов к подложке сплава. Смещение потенциала коррозии в электроотрицательную область, возможно, объясняется блокированием катодных участков покрытия и подавлением процесса восстановления кислорода.

Испытания в камере соляного тумана показали, что поверхность свинецсодержащих анодно-оксидных покрытий, не подвергавшихся финишной термообработке, после 510 ч испытаний практически не изменилась. На термически обработанных образцах первые очаги коррозии заметны после 48 ч испытаний; а через 168 ч практически вся поверхность покрыта продуктами коррозии белого цвета.

ИЗУЧЕНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ СТАЛИ ПОКРЫТОЙ ЦИНКСОДЕРЖАЩИМИ КРАСКАМИ

Краски на основе цинка способны защищать металлы от коррозии несколько десятков лет. Цинкосодержащие краски характеризуются высоким содержанием цинка – 96% и присутствием полимерного связующего в составе [1].

При нанесении на поверхность стали краски на основе цинка обеспечивается 2 эффекта защиты от коррозии:

1) При взаимодействии цинка с воздухом и водой на его поверхности образуется оксид или гидроксид, который препятствует дальнейшему протеканию коррозии, что не дает кислороду и влаге возможности проникнуть вглубь железа, поэтому эффект защиты назван пассивным или барьерным.

2) Электрохимический потенциал цинка гораздо ниже, чем у железа (-760 и - 440 мВ). Поэтому образуя пару, железо становится катодом, а цинк играет роль анода, электроны которого расходуются на защиту железа. При этом образуются соединения цинка, которые «залечивают» дефекты покрытия, останавливая процесс коррозии и предотвращая ее дальнейшее появление. Такой эффект защиты назван активным или катодным [2].

Исследования коррозионной стойкости проводились электрохимическим методом в 3% растворе NaCl путем снятия катодных и анодных поляризационных кривых образцов с использованием потенциостата IPC-PRO MF и трехэлектродной электрохимической ячейкой ЯСЭ-2 с платиновым вспомогательным электродом, хлорсеребряным электродом сравнения. Для изучения коррозионной стойкости использовались образцы электродов (20x20 мм), покрытые цинкосодержащими красками различного состава (№ 0.1. – цинковый порошок и жидкое стекло; № 0.3 и № 0.3. – цинковый порошок и акрил; № 1.3, № 1.3Э. и № 1.3. – цинковые отходы фракции и акрил).

В результате исследований получены поляризационные кривые по которым методом экстраполяции рассчитаны значения плотностей токов коррозии образцов (таблица).

Таблица – Плотности токов коррозии, рассчитанные из поляризационных кривых

Номер образца	Плотность тока коррозии, А/см ²
0.1.	$3,8224 \cdot 10^{-6}$
0.3	$5,5164 \cdot 10^{-6}$
0.3.	$6,1495 \cdot 10^{-6}$
1.3	$2,1712 \cdot 10^{-6}$
1.3Э.	$8,8240 \cdot 10^{-6}$
1.3.	$5,9572 \cdot 10^{-6}$

На основе значений плотностей токов коррозии делаем вывод о том, что наиболее коррозионно-стойкой цинкосодержащей краской является краска состава: акриловое связующее и наполнитель цинк (отходы процесса горячего цинкования стали).

ЛИТЕРАТУРА

1. Сравнение Цинкор-Барьер с другими видами защиты от коррозии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://barierzink.by/statie/anticor/sravnenie-s-zinkovaniem/> – Дата доступа: 22.10.2019.
2. Цинкор – защита металла от коррозии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://zincor-lkm.ru/articles/holodnoe-cinkovanie/obzor_sostavov_holodnogo_tsinkovaniya/#tsink – Дата доступа: 22.10.2019.

ХИМИЧЕСКАЯ МОДИФИКАЦИЯ ПОЛИЭТИЛЕНА, ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ПУТЬ ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ЕГО ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ

Полиэтилен (ПЭ) – карбоцепной полимер алифатического непредельного углеводорода олефинового ряда – этилена. Макромолекулы полиэтилена имеют линейное строение с небольшим числом боковых ответвлений, в кристаллических областях имеют конформацию плоского зигзага с периодом идентичности 2,53 Å. Молекулярная масса (ММ) его в зависимости от способа полимеризации колеблется от десятков тысяч до нескольких миллионов. Производство полиэтилена высокого давления (ПЭВД) осуществляется полимеризацией мономера в массе по свободнорадикальному механизму в интервале давлений 150-350 МПа. Производство полиэтилена при низком давлении (2-4 МПа) осуществляется полимеризацией этилена по ионно-координационному механизму в суспензии, в растворе или газовой фазе [1].

За последние годы широкое применение находит сополимер этилена с винилацетатом (СЭВА), получение которого осуществляется совместной полимеризацией двух мономеров при высоком давлении в присутствии инициаторов радикальной полимеризации в трубчатом реакторе.

Этиленпропиленовые каучуки (ЭПК) – двойные (предельные сополимеры этилена и пропилена – СКЭП) и тройные (СКЭПТ) – (предельные ЭПК этилена, пропилена и диенового углеводорода, содержащие небольшое количество непредельных звеньев в боковой цепи) занимают особое положение в ряду синтетических каучуков [2]. Резины на основе СКЭПТ стойки к действию соляной, уксусной, фосфорной кислот, щелочей, кетонов, спиртов, диэтиленгликоля, некоторых фреонов. Однако с повышением содержания диена в СКЭПТ наблюдается некоторое снижение эластичности, износостойкости и сопротивления тепловому старению. Хлорсульфированный полиэтилен получают введением атомов хлора в молекулу полимера, что нарушает регулярность структуры и снижает степень кристалличности. При оптимальном содержании хлора и серы полимер характеризуется высокой стойкостью к сжатию, эластичностью при низких температурах и стойкостью к агрессивным средам, повышенными адгезионными показателями [3].

В настоящее время полимерные изделия на основе ПЭ востребованы, как упаковочные материалы наравне со стеклом и бумагой. Однако в естественных условиях такая упаковка практически "вечна" [4], поэтому получение биоразлагаемых материалов на основе полиэтилена является актуальной проблемой. Известны работы по использованию например, полимолочной кислоты, костной и древесной муки в качестве модифицирующих добавок при получении биоразлагаемого ПЭ [5]. Однако влияние этих добавок сказывается на эксплуатационных свойствах полимера. В данной работе проведенные поисковые исследования возможности использования для регулирования свойств ПЭВД продуктов предварительной физико-химической обработки панцирей раков и пчелиного подмора, свидетельствуют о перспективности такой модификации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Handbook of engineering and specialty thermoplastics. Polyolefin's and styrenes / Ed. by J.K. Fink. Scrivener Publishing, John Wiley & Sons. – 2010. – Vol. 4, № 1. – P. 187-209.
2. Гармонов В.И. Синтетический каучук / под ред. И.В. Гармонова. – 2-ое издание, переработанное – Л. : Химия, 1983. – С. 560.
3. Синтез хлорсульфированного полиэтилена и исследование его свойств / Н. Ф. Нурмунинович [и др.] // Universum: химия и биология. – 2014. – С. 1–8.
4. Биоразлагаемые полимеры, состояние и перспективы использования / В.А. Фомин [и др.] // Пластические массы. – 2001. – №2. – С.42–48.
5. Исследование путей получения и свойств потенциальных биоразлагаемых полимеров на основе полиэтилена / Ф. Р. Гариева [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. – 2013 – С. 1–3.

НОВОЕ В МОДИФИКАЦИИ ПОЛИПРОПИЛЕНА

Производство полипропилена имеет большое промышленное значение. Свое распространение он получил из-за невысокой стоимости и ценных свойств, сочетающихся со способностью перерабатываться всеми известными высокопроизводительными методами. Из него делают пленки, волокна, нетканые материалы и многое другое [1].

Однако у него имеется серьёзный недостаток – он не разлагается в окружающей среде. Решить эту проблему ученые пытаются уже со второй половины двадцатого века. Так, в 50-ые годы прошлого века был синтезирован первый фоторазлагаемый карбоцепной полимер-сополимер этилена и диоксида углерода, но он не получил широкого распространения, так как обладал низкой скоростью фотобиодеструкции [2]. В США в 1972 году получили композитный пленочный биоматериал, содержащий полипропилен с крахмальной добавкой. На его основе было организовано производство компостируемой мешочной тары, биодеструкция которой протекала при температуре компоста 70°C. Он так же не получил массового распространения.

Из успешно реализованных проектов можно упомянуть композиты под торговой маркой Mater-Bi (США). Производство этих композитов заключается в добавлении крахмала в процессе совместной экструзии к сополимерам пропилену с виниловым спиртом или акриловой кислотой. Так же стоит отметить концентрат Polyclean TM (США) – помимо крахмала (40%) в состав входит окисляющая добавка, действующая как катализатор биодеструкции крахмала.

Для усиления фотодеструкции к пропилену добавляют винилкетонные мономеры в количестве 2-5% в качестве сополимера, которые служат её инициаторами. Фотодеградация в этом случае наблюдается под действием ультрафиолетового излучения. В полипропиленовые пленки для этой цели вводят пульпу целлюлозы, алкилкетоны либо фрагменты, содержащие карбонильные группы. По прошествии 2-3 месяцев такие пленки начинают фото- и биоразлагаться.

В настоящее время активно разрабатываются методы модификации полипропиленовых отходов упаковки с наполнением их отходами агропромышленного комплекса, что позволит обеспечить высокую биоразлагаемость, а так же снизить стоимость упаковочных материалов. Оптимальный способ получения таких композиций – непосредственное введение в полимерную матрицу определенного вида отходов, при этом размер частиц наполнителя должен быть не более 500 мкм, но не менее 100 мкм.

Ещё одно направление – создание композитов на основе хитина и хитозана. Пленки на основе полипропилена и хитозана труднодоступны для действия микроорганизмов из-за морфологических особенностей, а вот пленки на основе хитина легко подвергаются воздействию грибов. Их механические свойства зависят от количественного состава.

В данной работе с целью повышения адгезии полипропиленовых покрытий при эксплуатации изделий во влажных средах разработаны полипропиленовые композиции, включающие полипропилен и модифицирующую добавку бис-имида. Модификатор синтезировали на основе ангидрида бициклопентендикарбоновой кислоты и ароматического диамина. Ангидрид бициклопентендикарбоновой кислоты (АБОК) получали путем конденсации диена (циклопентадиена) с диенофилом (малеиновым ангидридом) по реакции Дильса-Альдера. Методика проведения синтеза АБОК была усовершенствована в процессе проведения экспериментальных исследований с целью ускорения процесса и повышения выхода целевого продукта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технология пластических масс / В.В. Коршак, под общ.ред. В.В. Коршака - 3 изд – Москва: Химия, 1985. – 560 с.

НОВЫЕ МОДИФИКАТОРЫ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ ОЛИГОМЕРОВ

Карбаминоформальдегидные смолы нашли широкое распространение в различных сферах производства и строительства [1, 2]. В деревообрабатывающей промышленности огромная доля производимой продукции сосредоточена на выпуске древесноплитных материалов. В настоящее время значительное внимание уделяется не только качеству производимых древесностружечных плит и фанеры, но и их экологической безопасности. В качестве связующих для их производства чаще всего используют карбаминоформальдегидные смолы (КФС), поскольку они на порядок дешевле альтернативных смол, а также обеспечивают приемлемые показатели прочности. Однако главным недостатком таких смол является высокая эмиссия свободного формальдегида из них при изготовлении изделий. Поэтому разработка и внедрение малотоксичных смол, позволяющих получать экологически безопасные древесные плиты с высокими эксплуатационными характеристиками, является актуальной задачей. В современной литературе описано большое количество способов модификации карбаминоформальдегидных смол. Например, в качестве модифицирующей добавки используется меламин, который добавляется на стадии синтеза смолы. Древесные материалы, полученные на основе связующих с меламином, обладают прочностью, индифферентностью к воде, а также имеют низкую эмиссию свободного формальдегида. Известны способы модификации КФС алифатическими и циклоалифатическими аминоспиртами, что позволяет получить смолы с пониженным содержанием свободного формальдегида и полностью совместимые с водой [3, 4]. Оказывает влияние на токсичность аминальдегидных смол введение в их структуру лигнина и его производных. В качестве вещества, связывающего формальдегид используют также соли полифункциональных кислот. Однако, как показывает современное состояние производства КФС и плит на их основе, до сих пор кардинально не решена проблема снижения токсичности. Многие из разработанных способов и технологий, либо сложны технологически, либо приводят к существенному ухудшению физико-механических свойств материалов на их основе, и наконец, являются дорогостоящими. Нами проведены экспериментальные исследования по изучению влияния добавок производных олигоамино- и олигогидроксиаминофениленов на эксплуатационные характеристики получаемых изделий с использованием модифицированных ими КФС и возможность снижения содержания остаточного формальдегида в них. Предварительные исследования показали эффективность использования указанных реакционноспособных полифункциональных реагентов для улучшения качества олигомерного связующего.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технология пластических масс / В.В. Коршак, под общ.ред. В.В. Коршака - 3 изд. – Москва: Химия, 1985. – 560 с.
2. Снижение токсичности карбаминоформальдегидных смол / Н.П. Плотников [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2010 – № 6. – С. 213.
3. Леонович, А.А. Карбаминоформальдегидные смолы с мольным соотношением формальдегида к карбамиду менее единицы / А.А. Леонович // Древесные плиты: теория и практика / Под. ред. А.А. Леоновича: 22-я Междунар. науч.прак. конф., 20–21 марта 2019 г. – Санкт–Петербург: Изд-во Политехн. ун-та, 2019. – С. 97–101.
4. Исследование возможностей снижения эмиссии формальдегида из древесных плитных материалов / А.А. Бурков [и др.] // Лесной журнал. – 2015 – № 2. – С. 216.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИАМИДОВ

Получение композитов позволяет значительно расширить круг полимерных материалов и разнообразие их свойств уже на основе созданных и выпускаемых промышленностью полимеров [1, 2]. Так, одними из широко используемых термопластов в химической промышленности являются полиамиды. Основные свойства их объясняются наличием амидных групп, связанных между собой водородными связями [3].

Из композиций полиамида наибольшее распространение получили композиции, которые в качестве армирующего агента содержат рубленое стекловолокно. Они отличаются повышенной прочностью, устойчивостью к ударным нагрузкам, химической инертностью, что делает их масло- и бензостойкими. Введение в полиамид стекловолокна позволяет получить материал с увеличенной жесткостью, теплостойкостью, менее растрескивающийся в условиях повышенных и пониженных температур. При этом значительно снижается усадка и коэффициент линейного расширения при переработке. Эластичность материала и сопротивление к истиранию у стеклонаполненного материала меньше, чем у ненаполненного. До настоящего времени стеклопластики на основе полиамида остаются материалами, занимающими ведущее место по объему применения в авиастроении и других отраслях промышленности среди полимерных композиционных материалов, а в конструкциях радиотехнического назначения они просто незаменимы.

Современные композиты имеют не только широкий спектр физико-механических свойств, но и способны к направленному их изменению, например, повышать вязкость разрушения, регулировать жесткость, прочность и т.д. Эти возможности расширяются при применении в композитах волокон различной природы и геометрии, т.е. при создании так называемых гибридных композитов.

Для уменьшения коэффициента трения и улучшения износостойкости используют в качестве наполнителя графит и дисульфид молибдена. Наполнение полиамида тальком позволяет получить деформационные марки с увеличенной размерной стабильностью [4].

Нами исследована возможность упрочнения полиамидных полимеров модифицирующими добавками бис-имидов ненасыщенных дикарбоновых кислот. Как показали проведенные исследования, наиболее эффективными модификаторами полиамида-6 оказались бис-имиды бициклогептендикарбоновой кислоты. Обнаруженный эффект можно объяснить тем, что при высоких температурах модифицирования полиамида-6 в расплаве, указанный модификатор подвергается ретродиеновому синтезу с выделением реакционноспособного диена, который наряду с образующимся бис-малеинимидом более эффективно структурируют полимер по сравнению с бис-имидами малеиновой кислоты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Басова, Н. И. Техника переработки пластмасс / Н. И. Басова. – М.: Химия, 1985. – 528 с.
2. Современные композиционные материалы на основе полимерной матрицы / О. В. Ершова [и др.] // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 4–1. – С. 14–18.
3. Тялина, Л. Н. Новые композиционные материалы: учебное пособие / Л. Н. Тялина, А. М. Минаев, В. А. Пручкин. – Тамбов: изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2011. – 80 с.
4. Современные методы получения полимерных композиционных материалов и изделий из них / А. С. Колосова [и др.] // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2018. – № 8. – С. 123–129.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ

В настоящее время сложился довольно устойчивый ассортимент наполнителей для эластомерных композиций, однако поиск новых типов веществ продолжается. Об этом свидетельствуют исследования в области нанодисперсных ингредиентов, различных типов кремнекислотных наполнителей и их модификаций, шунгита, волокнистых наполнителей типа хризотилового волокна и др. Немаловажное значение в связи ростом цен на сырье нефтяного происхождения имеет и стоимость применяемых ингредиентов [1]. Использование в составе резиновых смесей минеральных наполнителей является перспективным с точки зрения экологической безопасности, а также улучшения эксплуатационных характеристик вулканизатов [2].

Целью работы являлось исследование влияния минерального наполнителя на технологические свойства резиновых смесей. В качестве объекта исследования использовалась эластомерная композиция на основе бутадиен-нитрильного каучука. Минеральный наполнитель вводился в резиновую смесь на вальцах в дозировках 10,0; 20,0 и 30,0 масс. ч. на 100,0 масс. ч. каучука.

Исследуемый минеральный наполнитель представляет собой белый высокодисперсный порошок следующего химического состава (% мас.): Na₂O (1,41), MgO (0,95), Al₂O₃ (7,28), SiO₂ (79,01), K₂O (1,92), TiO₂ (1,65), Fe₂O₃ (7,78).

Результаты по определению вязкости по Муни и времени достижения оптимальной степени вулканизации эластомерных композиций представлены в таблице.

Таблица – Технологические свойства эластомерных композиций

Наименование показателя	Значение показателя / Дозировка минерального наполнителя, масс. ч. на 100 масс. ч. каучука			
	0 (образец сравнения)	10,0	20,0	30,0
Вязкость по Муни, усл. ед. Муни	83,5	65,8	63,4	64,4
Время достижения оптимальной степени вулканизации, мин	5,93	5,34	5,70	5,58

Анализ результатов исследования влияния минерального наполнителя на вязкость по Муни резиновых смесей показал, что его применение в составе эластомерных композиций приводит к снижению до 24% данного показателя (у образца сравнения значение вязкости по Муни составляет 83,5 усл. ед. Муни, у смесей с минеральным наполнителем – 63,4–65,8 усл. ед. Муни). Введение в эластомерные композиции исследуемого наполнителя во всех дозировках способствует сокращению до 10% времени достижения оптимальной степени вулканизации. Так, значение данного показателя у образца без минерального наполнителя составляет 5,93 мин, а у резин с минеральным наполнителем – находится в пределах 5,34–5,70 мин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Курлянд, С. К. Новый минеральный наполнитель для резин общего и специального назначения / С. К. Курлянд, Е. А. Быков, И. А. Карлина // Каучук и резина. – 2007. – № 1. – С. 22–25.
2. Влияние шунгитовых наполнителей различных марок на технические свойства протекторных резин / Ж. С. Шашок [и др.] // Вестник технологического университета. – 2016. – Т.19, №1. – С. 84–87.

**ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ СТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ДОБАВОК
РАЗЛИЧНОГО ТИПА НА СТРУКТУРУ ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ**

Применение стабилизаторов является наиболее часто используемым методом антиокислительной стабилизации. В качестве стабилизаторов применяются ароматические амины, замещенные фенолы, эфиры фосфористой кислоты, кремнийорганические и высокомолекулярные соединения и др. Наибольшее распространение в промышленной практике получили первые два вида из вышеперечисленных стабилизаторов. Интенсивные исследования по поиску и синтезу новых соединений этих классов с улучшенными комплексами свойств ведутся многими научными коллективами [1]. В современных условиях, когда объем производства и области применения выпускаемых полимерных продуктов во всем мире неуклонно возрастает, проблема увеличения срока их службы приобретает особую актуальность. Умножающиеся требования, предъявляемые к полимерам, тесно связаны с быстрым обновлением и расширением ассортимента стабилизаторов. В этой связи, установление зависимости между структурой стабилизаторов, и эффективностью ингибирования окислительных процессов в полимерах до настоящего времени остается важной задачей [2].

Целью работы являлось исследование структуры пространственной сетки эластомерных композиций, содержащих стабилизирующие добавки различной природы и дозировок. Объектами исследования являлись ненаполненные эластомерные композиции на основе синтетического полиизопренового каучука СКИ-3. В исследуемые композиции вводились стабилизирующие добавки amino- и дифенольного типа в дозировках 0,5 и 1,5 мас. ч. на 100,0 мас. ч. каучука. Технология получения данных стабилизирующих добавок полифункционального действия была разработана в лаборатории химии свободнорадикальных процессов учреждения Белорусского государственного университета «Научно-исследовательский институт физико-химических проблем». В качестве образцов сравнения использовались эластомерные композиции, содержащие промышленные стабилизирующие добавки – 2,6-ди-трет-бутил-4-метилфенолом (ионол, ВНТ) и N-(1,3-диметилбутил)-N'-фенил-п-фенилендиамином (дусантокс бРРД), которые вводились в равноценных с исследуемыми стабилизаторами дозировках, а также композиция без стабилизаторов. Влияние стабилизаторов на параметры вулканизационной сетки ненаполненных резин оценивали по значениям плотности поперечных сшивок, рассчитанных по уравнению Флори-Ренера на основании данных равновесного набухания образцов в толуоле [3].

Определение параметров вулканизационной сетки показало, что природа исследуемых стабилизаторов и их количественное содержание оказывают некоторое влияние на изменение степени сшивания ненаполненных резин на основе СКИ-3. Определено, что в случае использования промышленных стабилизаторов значения плотности сшивания вулканизационной сетки резин находятся на уровне образца без стабилизаторов. Установлено, что наибольшее изменение параметров вулканизационной сетки наблюдается для образцов с некоторыми типами аминифенольных стабилизаторов и *мета*-дифенолом. Такой характер изменения вулканизационных характеристик может быть связан со структурными особенностями исследуемых стабилизирующих добавок фенольного и аминифенольного типов и их дозировками, что может оказывать влияние на кинетические параметры вулканизации и формирование пространственной сетки вулканизатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соловьева, Ю. Д. Исследование терпенофенольных соединений в качестве противостарителей эластомерных композиций: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 02.00.06/ Ю. Д. Соловьёва; Волгоградский государственный технический университет – Волгоград, 2013. – 24 с.
2. Полифенольные стабилизаторы полимеров макроциклической структуры / Т.А. Барсукова [и др.] // Вестник Казан. технолог. ун-та. – 2007. №3-4. – С. 50-55.
3. Аверко-Антонович, И. Ю. Методы исследования структуры и свойств полимеров / И. Ю. Аверко-Антонович, Р. Т. Бикмуллин. – Казань: КГТУ, 2002. – 604 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ПЛОТНОСТЬ СШИВКИ БУТИЛОВОГО РЕГЕНЕРАТА

Получение регенерата является сложным физико-химическим процессом вследствие сложности состава и строения участвующих в нем веществ. Для получения регенерата применяют различные методы, отличающиеся не только характером и интенсивностью воздействий, оказываемых на резину в процессе «девулканизации», но и природой и количеством применяемых агентов регенерации (мягчителей, активаторов, модификаторов и др.). Физико-химические процессы, в результате которых происходит деструкция резины при получении регенерата различными методами, в известной степени отличаются качественно и количественно. В общем, независимо от применяемого метода, при регенерации происходит в той или иной мере деструкция вулканизационной сетки резины. В результате в регенерате по сравнению с исходной резиной возрастает количество углеводорода каучука, растворимого в хлороформе (золь-фракция), и уменьшается содержание гель-фракции [1, 2].

В качестве объекта исследования использовался регенерат, полученный из отработанной резины на основе бутилкаучука. Данный регенерат получен радиационным методом, а именно облучением вулканизационных диафрагм энергиями излучения 30 и 50 кГр.

Целью работы являлось исследование влияния режима термомеханической обработки на плотность поперечного сшивания регенерата, полученного радиационным методом при различных дозах излучения.

В ходе проведения исследований образцы регенерата бутилкаучука, полученные с дозами облучения 30 кГр и 50 кГр, подвергались термомеханической обработке. Для ее проведения применялся экструдер, позволяющий контролировать температуры в зоне загрузки, разогрева, пластикация, температуру и давление в зоне головки, температуру и скорость вращения шнека. Все параметры, кроме температуры в головке и скорости вращения шнека, оставались постоянными. При этом для каждого из режимов проводилась тройная пластикация регенерата, что дало более полное понимание о происходящих в объеме данных пластикациях процессах.

По результатам исследований определено, что для резин с дозой облучения в 30 кГр при термомеханической обработке процесс структурирования преобладает над процессом деструкции. Об этом свидетельствуют результаты по определению плотности поперечного сшивания регенерата. Так, плотность поперечного сшивания в I режиме шприцевания после однократной пластикация – $3,10 \cdot 10^{-5}$ моль/см³, двукратной – $3,58 \cdot 10^{-5}$ моль/см³ и трехкратной – $3,28 \cdot 10^{-5}$ моль/см³.

В тоже время для резин с дозой облучения 50 кГр, прошедших термомеханическую обработку, выявлено преобладание деструкции над структурированием, что проявляется в уменьшении плотности поперечного сшивания с увеличением кратности обработки.

Таким образом, можно предположить, что минимальной дозой облучения для разрушения поперечных связей без преобладания процесса структурирования является доза в 50 кГр и в случае дополнительной термомеханической обработки, полученного регенерата возможно получение продукта с заданными пластоэластическими свойствами.

ЛИТЕРАТУРА

1 Аюпов, Д. А., Мурафа А. В., Хакимуллин Ю. Н., Хозин В. Г. Современные способы регенерации резин и возможности использования их в строительной отрасли // Сб. научных трудов «Достижения и проблемы материаловедения и модернизации строительной индустрии. Т. 1». – Казань, 2010. – 260–263 с.

2. 1. Хакимуллин Ю.Н. Структура свойства и применении радиационных регенератов резин на основе бутилкаучука / Ю.Н. Хакимуллин. – Казань: Казанск. гос. технол. ун-т, – 2011. – 187 с.

ЦИНКНАПОЛНЕННАЯ ГРУНТОВКА ИЗ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

В науке и технике известны многочисленные одно- или двухупаковочные составы в органо- или водоразбавляемых формах различной эффективности, предназначенные для защиты от коррозии прокорродировавших поверхностей [1–3].

Для надежной защиты металлических конструкций от коррозии используются грунтовки с цинком. С помощью этого вещества создается защитный слой, обладающий стойкостью и надежностью.

В составе классической цинкнаполненной лакокрасочной системы главным компонентом являлась цинковая пыль, либо ее смесь. Из остальных компонентов цинковой грунтовки можно выделить: ингибиторы – обеспечивающие материалу антикоррозийные свойства, которые помогают увеличивать сцепляемость с поверхностью; фосфаты на водной основе, плотно взаимодействующие с конечными покрытиями; соли кислоты хромовой, обладающие возможностью изменить свойства металла, делая его пассивным к коррозии; железный сурик – выступает как нейтральный пигмент, который помогает образованию влагостойкой изолирующей пленки; растворители; сиккатив; отвердители и другие вещества.

Основное назначение цинковой пыли – пигментирование противокоррозионных протекторных грунтовок. Высокие противокоррозионные свойства цинковой пыли обусловлены тем, что цинк имеет электрохимический потенциал ниже, чем железо (–760 и –440 мВ соответственно), поэтому в электрохимической паре цинк–железо, возникающий в покрытии в присутствии воды, частицы пигмента выполняют роль анода и растворяются в процессе эксплуатации покрытия, а металлическая подложка роль катода, в результате чего имеет место пассивация стали за счет подщелачивания.

В процессе дальнейшей эксплуатации цинкнаполненных покрытий происходит уплотнение структуры покрытий за счет взаимодействия ионов цинка с диоксидом и оксидом углерода, находящимися в воздухе. Это сопровождается образованием нерастворимых карбонатов цинка уплотняющих структуру пленки, что приводит к торможению коррозионного процесса.

Для достижения эффективного действия цинкнаполненных лакокрасочных материалов предъявляются высокие требования как к чистоте цинковой пыли, так и размерам ее частиц. Цинковая пыль представляет собой свободно текущий серо-голубой порошок, состоящий из высокодисперсных частиц определенной формы и размеров (в зависимости от марки). Кроме цинка, в состав этого металлического пигмента входят оксид цинка и небольшие количества примесей свинца, кадмия, железа, кремния и других элементов.

Одним из основных источников образования цинка являются доменные шламы. Однако уровень использования вторичных ресурсов в настоящее время недостаточно высок. Основная причина неудовлетворительного их использования заключается в недостатке объектов подготовки утилизации отходов, зачастую в отсутствии технологий переработки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фрейтаг В., Стойе Д. Краски, покрытия и растворители. Состав, производство, свойства и анализ. – С.-П.: Профессия, 2007.
2. Брок Т., Европейское руководство по лакокрасочным материалам и покрытиям. / Т. Брок, М. Гротэклаус, П. Мишке. – М.: Пэйнт-Медиа, 2007. – 458 с.
3. Ермилов П.И., Индейкин Е.А., Толмачев И.А. Пигменты и пигментированные лакокрасочные материалы. -Л.: Химия, 1987.

**ВОДНО-ДИСПЕРСИОННАЯ КРАСКА, МОДИФИЦИРОВАННАЯ
СТЕКЛЯННЫМИ И КОРРУНДОВЫМИ МИКРОСФЕРАМИ**

За последние полвека появилось много синтетических наполнителей в форме микросфер, что обусловило разработку лакокрасочных материалов (ЛКМ) целевого и общего назначения. Это связано с тем, что введение микросфер позволяет улучшать потребительские свойства текущих рецептур, придавать тепло- и светоотражающие свойства лакокрасочным покрытиям, антикоррозионные и шумоизолирующие свойства, повышенную износостойкость, уменьшать теплопроводность материалов, экономить на рецептурах, содержащих диоксид титана, снижать вес декоративных и фактурных покрытий [1–2].

Цель исследования заключалась в изучении влияния добавок полых стеклянных и коррундовых микросфер на свойства водно-дисперсионной краски. Задача стояла в приготовлении композиций, состоящих из водно-дисперсионной краски Condor Thermo (ТУ РБ 200551259.007-2003), модифицированной полыми стеклянными микросферами марки Q-се1 6048 и коррундовыми микросферами в концентрационном диапазоне 0, 1, 3, 5, 10, 20, 30 мас.%. Из этих композиций формировали покрытия в естественных условиях и исследовали основные свойства по гостированным методикам: адгезию (ГОСТ 15140-78), твердость покрытия по маятниковому прибору (ГОСТ 5233-89), прочность при ударе (ГОСТ 4765-73), укрывистость (ГОСТ 8784-75), массовую долю нелетучих веществ (ГОСТ 17537-72), влагопоглощение (ГОСТ 4650-2014), время высыхания до третьей степени (ГОСТ 19007-73), условную вязкость (ГОСТ 8420-74) и блеск (ГОСТ 52663-2006).

В ходе эксперимента были получены определенные зависимости свойств лакокрасочной композиции и покрытий на их основе от количества введенных микросфер.

На основе полученных данных можно сделать вывод, что при увеличении концентрации коррундовых микросфер (0–30 мас.%):

- адгезия не изменилась и составила 1 балл;
- твердость покрытия изменилась незначительно – от 0,1 до 0,12 отн. ед.;
- прочность покрытия при ударе достигает максимума при 5 мас. % содержания наполнителя;
- укрывистость при увеличении концентрации микросфер существенно уменьшается;
- время высыхания до 3 степени уменьшилось 11–36 минут.

На основании полученных данных при исследовании водно-дисперсионной акриловой краски с микросферами Qсе1- 6048 можно сделать вывод, что при увеличении концентрации микросфер (0–30 мас.%):

- адгезия и прочность покрытия не изменилась и составила 1 балл;
- твердость покрытия увеличилась в два раза;
- укрывистость уменьшилась;
- время высыхания до 3 степени уменьшилось на 20 минут.

Таким образом, как видно из полученных результатов, добавление полых стеклянных микросфер в водно-дисперсионную акриловую краску позволяет улучшить твердость, укрывистость покрытия и время его высыхания. Однако, повышается вязкость и покрытие становится матовым.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гарипов, Р. М. Энергосберегающее покрытие на основе акриловых дисперсий и полых стеклянных микросфер / Р. М. Гарипов, Н. Н. Жданов, Р. Х. Фатхутдинов, В. В. Уваев, В. А. Маслов // Вестник казанского технологического университета, 2014, Т.17, №6. – С. 45–47.
2. Гринчук П.С. Покрытия с добавлением полых стеклянных микросфер // Наука и инновации. – 2017. – №11. – С. 16–20.

**МОДИФИКАЦИЯ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ
СТЕКЛЯННЫМИ МИКРОСФЕРАМИ**

В настоящее время все сильнее набирает популярность модификация лакокрасочных материалов полыми стеклянными микросферами. Это обусловлено тем, что при введении их, даже в небольших количествах, наблюдается значительное улучшение свойств, таких как теплоизоляционные [1] и антикоррозионные [2].

Целью исследования было изучить влияние добавок полых стеклянных микросфер на свойства лакокрасочных покрытий различной химической природы.

Задача стояла в приготовлении композиций, состоящих из эпоксидной или алкидной краски (грунтовки), модифицированных определенным количеством полых стеклянных микросфер. Из полученных композиций формировали покрытия методом горячей (для эпоксидных) и естественной (для алкидных) сушки и оценивали их качество по гостированными методикам. Адгезию определяли методом решетчатых надрезов (ГОСТ 15140-78), твердость – по ГОСТ 5233-89, время высыхания до третьей степени – по ГОСТ 19007-73, прочность при ударе – по ГОСТ 4765-73, укрывистость – по ГОСТ 8784-75.

В ходе экспериментов были получены определенные зависимости свойств лакокрасочной композиции от количества введенных микросфер.

Для ЭП-773, модифицированной стеклянными микросферами, такие показатели как адгезия и прочность покрытия при ударе не изменились в концентрационном диапазоне наполнителя от 3 до 30 мас.%; твердость покрытия по маятниковому прибору увеличивалась до концентрации микросфер 10 мас.%, но при дальнейшем увеличении концентрации резко уменьшилась; влагопоглощение, укрывистость и блеск значительно уменьшились; массовая доля нелетучих веществ и условная вязкость увеличились; время высыхания до 3 степени сократилось на 11–13 минут.

Для ГФ-021, модифицированной стеклянными микросферами, адгезия при добавлении микросфер ухудшилась; твердость покрытия по маятниковому прибору сначала уменьшалась (до концентрации микросфер 10 мас.%), а затем увеличилась (при 30 мас.%); прочность покрытия при ударе возрасла; укрывистость уменьшилась незначительно; влагопоглощение увеличилось; блеск уменьшился значительно – покрытие стало матовым.

Для ПФ-115, модифицированной стеклянными микросферами, адгезия при добавлении микросфер ухудшилась; твердость покрытия по маятниковому прибору достигла максимального значения при 5–10 масс.% наполнителя; прочность покрытия при ударе и укрывистость уменьшились; влагопоглощение увеличилось; блеск уменьшился значительно.

Как видно из полученных результатов, добавление полых стеклянных микросфер в эпоксидные покрытия позволяет улучшить твердость, влагопоглощения, укрывистость и время высыхания. Однако, повышается вязкость и ухудшается блеск. Добавление полых стеклянных микросфер в алкидные краски преимущественно ухудшает их комплекс свойств, однако, при оптимальных концентрациях может увеличить твердость и прочность покрытия при ударе.

Данный способ модификации может быть полезен производителям покрытий на основе эпоксидных пленкообразователей, так как добавление небольших количеств полых стеклянных микросфер позволяет существенно улучшить комплекс свойств и не оказывает существенного влияния на себестоимость производимой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гринчук П.С. Покрытия с добавлением полых стеклянных микросфер // Наука и инновации. – 2017. – №11. – С. 16–20.
2. Антикоррозионное и теплоизоляционное покрытие на основе полых микросфер: пат. 2 251 563 Российской Федерации, МПК7 С 09 D 5/02, 5/08 / В.С. Беляев; заявитель В.С. Беляев – № 2003112108/04; заявл. 24.04.2003, опубл. 10.05.2005.

**ВЫБОР МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРА ЧАСТИЦ В ВОДНЫХ
СТИРОЛ-АКРИЛОВЫХ ДИСПЕРСИЯХ**

В настоящее время акриловые дисперсии широко применяются при получении различных материалов в текстильной, целлюлозно-бумажной, лакокрасочной промышленности. В зависимости от области применения к ним предъявляют определенные требования по физико-химическим свойствам, в том числе и по размеру частиц. Размер частиц дисперсии влияет на такие важные свойства пленкообразователя как блеск покрытия, пленкообразующая способность, способность проникать в пористые подложки и др.

Анализ литературных данных показал, что для определения размера частиц в исследуемых системах используется довольно большое число методов дисперсионного анализа: седиментация в центробежном поле, электронная микроскопия, светорассеяние, гидродинамическая хроматография и др. Учитывая ограничения по интервалам размеров частиц, в пределах которых может быть использован тот или иной метод, а также его точность, трудоемкость и доступность оборудования для исследования стирол-акриловых дисперсий выбран метод светорассеяния [1–2].

Для описания светорассеяния в системе можно использовать метод Геллера при условии, что размер частиц составляет от $1/20$ до $1/3$ длины волны падающего света [1]. Этот метод основан на экспериментальном определении характеристики дисперсности m . Для этого уравнение Геллера приводят к линейному виду путем логарифмирования:

$$\lg D = \lg K - m \cdot \lg \lambda$$

где D – оптическая плотность исследуемой дисперсии; K – константа уравнения; m – характеристика дисперсности системы; λ – длина волны падающего света.

Построив зависимость в координатах $\lg D = f(\lg \lambda)$, графически находят величину характеристики дисперсности m и определяют средний диаметр частиц по известной зависимости $m = f(d)$.

Метод Геллера использовался нами для определения среднего диаметра частиц в водных стирол-акриловых дисперсиях, полученных в промышленных условиях (Акранол 290, Encor 2421, Рузин-18 Б), а также синтезированных в условиях лаборатории. Подготовка дисперсий для исследования заключалась в их разбавлении водой в 100–200 раз для исключения многократного рассеяния света. Оптическую плотность D измеряли на спектрофотометре Solar PV 1251 при различных длинах волн в интервале 400–630 нм с шагом 40 нм. Измерения проводили в кюветах толщиной 0,3 см.

Построенные по результатам эксперимента графические зависимости $\lg D = f(\lg \lambda)$, характеризовались степенью линеаризации $R^2 = 0,999$, что свидетельствует о применимости метода Геллера для определения размера частиц в исследуемых системах. В результате проведенных исследований установлено, что средний диаметр частиц стирол-акриловых дисперсий, полученных в промышленных условиях, находится в интервале 89–100 нм, а синтезированных в лабораторных условиях – 107–190 нм.

Таким образом, проведенные исследования показали возможность применения метода Геллера для определения размеров частиц в полимерных дисперсиях, образующихся при эмульсионной полимеризации акриловых мономеров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Практикум и задачник по коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы: учебное пособие для вузов / В.В. Назаров [и др.]; под ред. В.В. Назарова, А.С. Гродского. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. – 374 с.
2. Кожевников, В.В. Спектры мутности полимер-мономерных частиц, образующихся при эмульсионной полимеризации акрилатов / В.В. Кожевников, Н.И. Кожевникова, М. Д. Гольдфейн // Журнал прикладной спектроскопии. – 2005. – Т. 72, № 3. – 313–316.

ЗАВИСИМОСТЬ СВОЙСТВ АКРИЛОВЫХ ДИСПЕРСИЙ И ПОКРЫТИЙ НА ИХ ОСНОВЕ ОТ СОСТАВА СОПОЛИМЕРОВ И УСЛОВИЙ ИХ СИНТЕЗА

В связи с ухудшением экологической ситуации в мире повышается роль лакокрасочных материалов (ЛКМ), производство которых основано на использовании нетоксичных органических веществ. Этим качеством обладают водно-дисперсионные (ВД) ЛКМ. Основными их достоинствами являются низкая токсичность, малое время высыхания, возможность окрашивать влажные поверхности, а также сниженные требования по охране труда во время окрасочных работ. В настоящее время получение пленкообразующих веществ, содержащих вместо органических растворителей в своем составе воду имеет преимущество с экологической и экономической точки зрения. Однако даже в таком способе производства существуют свои недостатки, такие как наличие в составе полученных латексов в качестве эмульгаторов ионогенных низкомолекулярных, зачастую бионеразлагаемых поверхностно активных веществ (ПАВ), которые ухудшают различные свойства покрытий, получаемых из данных латексов.

Целью настоящей работы является разработка способа синтеза стиролакриловой дисперсии пригодной для использования в качестве плёнкообразующего для лакокрасочных материалов. В её основу легли исследования группы учёных [1]. В рецептуру и процесс проведения синтеза были внесены изменения с целью получения стиролакриловой дисперсии, которая была бы пригодна для использования в качестве плёнкообразующего для лакокрасочных материалов. Вода играет роль дисперсионной среды. Акриловая кислота (АК) и акрилонитрил (НАК) дают заряд, чем и стабилизируют образующуюся дисперсию. Бутилакрилат (БА), метилметакрилат (ММА) и стирол (Ст) обеспечивают требуемые свойства покрытия, такие как прочность, жёсткость и стойкость к различным внешним воздействиям, а также требуемую адгезию. В качестве инициатора используется персульфат аммония (ПСА), кроме этого данный компонент также стабилизирует дисперсию. Гидропероксид трет-бутила (ГПТБ) повышает степень превращения мономеров в сополимер. Соотношение всех компонентов подобрано таким образом, чтобы показатели полученной дисперсии и покрытия из неё были на приемлемом уровне. На данный момент получена рецептура загрузки исходных компонентов для синтеза стироалкриловой дисперсии, наиболее полноценно отвечающая цели работы. Она представлена в таблице.

Таблица – Рецептура загрузки исходных компонентов

Компонент	Вода	АК	НАК	БА	ММА	Ст	ПСА	ГПТБ
Массовое содержание, %	60	4,3	6,4	12,6	12,6	3,5	0,5	0,1

Также были проведены исследования кинетики процесса синтеза методом безэмульгаторной эмульсионной полимеризации, что позволило подобрать оптимальные условия для проведения данного процесса, а именно температуру, рН реакционной смеси, тип и скорость вращения мешалки, способ подачи исходных мономеров и инициатора, время проведения синтеза. Всё это позволило достичь степени конверсии мономеров в 99%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шевцов О.К., Дуросова Е. Ю., Катыхева Г.В., Комин А.В. Синтез и некоторые свойства сополимеров метакриловой кислоты, нитрила акриловой кислоты и стирола в качестве основы водорастворимых смазочно-охлаждающих жидкостей // Известия высших учебных заведений. Сер. Химия и химическая технология, 2010. Т.53. №3. С 143–146.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ ПИГМЕНТОВ В АЛКИДНЫХ ГРУНТОВКАХ

Известно, что в качестве пигментов и наполнителей лакокрасочных материалов могут выступать отходы производства. Это позволяет снизить нагрузку на окружающую среду, повысить эффективность производства и способствует улучшению экологической обстановки.

Целью работы являлось комплексное исследование физико-химических свойств покрытий, полученных с использованием пыли металлического производства. Указанная пыль образуется на ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» в результате аспирации отходящих газов из дуговых сталеплавильных печей (далее по тексту образцы пыли обозначены как пыль ПГУ). Исследуемые образцы пыли ПГУ представляют собой высокодисперсный полифракционный порошок с насыпной плотностью 734,6 кг/м³. Химический состав образцов пыли ПГУ представлен соединениями различных химических элементов. Преобладающими являются соединения Fe, Zn, Ca. Их содержание в пересчете на оксиды составляет Fe₂O₃ – 33,0-36,5 мас.%, ZnO – 27,1-30,1 мас.%, CaO – 6,16-10,2 мас.%.

Для оценки технико-физических свойств пыли ПГУ измеряли маслосъемность первого рода (ГОСТ 21119.8-75), которая составила 29,93 г/100 г; реакцию водной вытяжки (ГОСТ 33776-2016) и содержание водорастворимых веществ (ГОСТ 21119.2-75). Реакция водной вытяжки пыли ПГУ нейтральная и составляет рН=7,32, поэтому расчет рецептуры грунтовки для пыли ПГУ в качестве пигмента производился на основе базового состава с тетраоксихроматом цинка [2]. Содержание водорастворимых веществ – 11,26 мас.%. В качестве пленкообразователя использовали алкидно-стирольный олигомер «Хим-Алкид 40/60», представляющий раствор в ксилоле глифталевого алкида средней жирности модифицированного касторовым маслом и стиролом. Также в состав грунтовки входят: пигмент железоксидный красный; finntalc M30 и микробарит в качестве наполнителей; МЕКО как противопленочная добавка; октоат Со (12%) и октоат Zr (12%) в качестве сиккативов; ксилол в качестве растворителя.

Пигментированные композиции получали диспергированием на лабораторном диссольвере DISPERMAT@CA с использованием циркониевого бисера до степени перетира не более 35 мкм (ГОСТ 6589) со скоростью вращения мешалки 3800–4000 об/мин. Формирование покрытий осуществляли в естественных условиях, фиксируя время высыхания до степени 3 (ГОСТ 19007). Для базовой грунтовки и для грунтовки на основе пыли ПГУ время высыхания составило 2 ч. и 1 ч. 40 мин. соответственно. Через 2 сут. после нанесения определяли укрывистость (ГОСТ 8784), физико-механические свойства покрытий (твердость по маятниковому прибору типа ТМЛ маятник А (ГОСТ 5233), прочность при ударе (ГОСТ 4765), адгезию (ГОСТ 15140)), через 5 сут. – стойкость к статическому воздействию агрессивных сред по ГОСТ 9.403. В качестве агрессивных сред использовали воду, 0,5% раствор соляной кислоты и 3% раствор хлорида натрия.

В результате проведения исследований установлено, что пыль ПГУ, используемая в качестве пигмента, не обеспечивает покрытие требуемыми противокоррозионными свойствами. Однако при этом наблюдается увеличение твердости покрытия на 20,3% относительно базовой рецептуры. Следует отметить, что исследуемый состав хорошо диспергируется и достигает требуемой степени перетира за меньшее время по сравнению с базовым составом. На основании полученных данных можно сделать вывод, что возможно дальнейшее использование пыли ПГУ при получении ЛКМ с условием дополнительного введения пигментов, придающих стойкость покрытию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Особенности применения новых пигментов в алкидных антикоррозионных грунтовках / А. Л. Шутова [и др.] // Труды БГТУ. – Минск : БГТУ, 2014. – № 4 (168). – С. 43–47.

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ОТВЕРЖДЕНИЯ И СОДЕРЖАНИЯ ОТВЕРДИТЕЛЯ ДЛЯ ЭПОКСИДНЫХ ПОКРЫТИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ЗАЩИТЫ МЕДНЫХ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

В Беларуси электроизоляционные лаки не производятся, но активно используются, поэтому актуальными являются исследования, посвященные разработке новых термоотверждаемых лаков. Для защиты медных электротехнических изделий предложено использовать эпоксидные лаковые композиции на основе смолы KER 828 с использованием синтезированных в ГНУ «Институт физико-органической химии Национальной академии наук Беларуси» опытных образцов терпеноидномалеиновых аддуктов (ТДМА) в качестве отвердителя.

Экспериментальным путем осуществлен подбор оптимальной температуры отверждения эпоксидных лаковых композиций с соотношением смола:отвердитель = 1:3, 2:3 и 3:3 при температуре 120°C, 140°C и 160°C. Лаковые композиции наносили на медные подложки с помощью аппликатора с толщиной мокрого слоя 100 мкм. Результаты исследований представлены на рисунке.

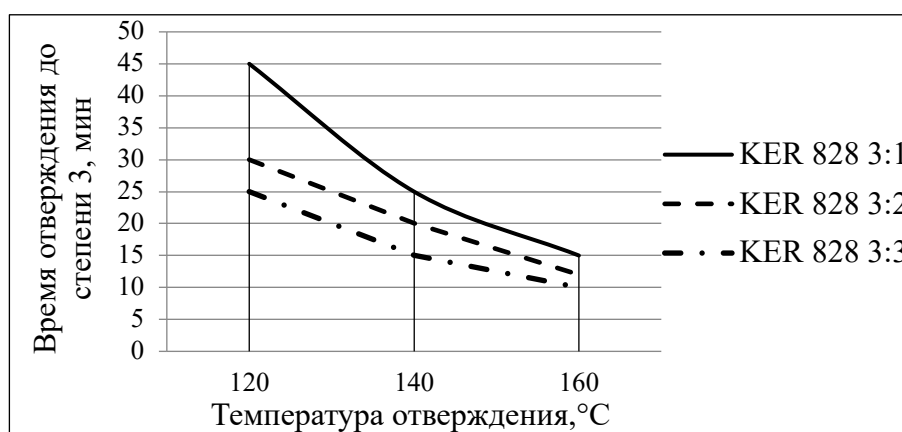


Рисунок – График зависимости времени отверждения до степени 3 от температуры отверждения эпоксидных покрытий на основе смолы KER 828

Из рисунка видно, что время высыхания покрытий до степени 3 уменьшается с увеличением температуры отверждения и количества отвердителя, поэтому оптимальной температурой отверждения является 160°C.

Для определения оптимального содержания отвердителя проведены исследования физико-механических свойств эпоксидных покрытий с соотношением смола:отвердитель = 1:3, 2:3 и 3:3, сформированных при 160°C, результаты которых представлены в таблице.

Таблица – Физико-механические свойства эпоксидных покрытий, сформированных при 160°C

Соотношение смола:отвердитель	Время высыхания, мин		Твердость, отн.ед.		
	до степени 1	до степени 2	через 2 ч	через 2 сут.	через 7 сут.
3:1	7	15	0,18	0,25	0,31
3:2	5	12	0,21	0,41	0,43
3:3	4	10	0,22	0,55	0,58

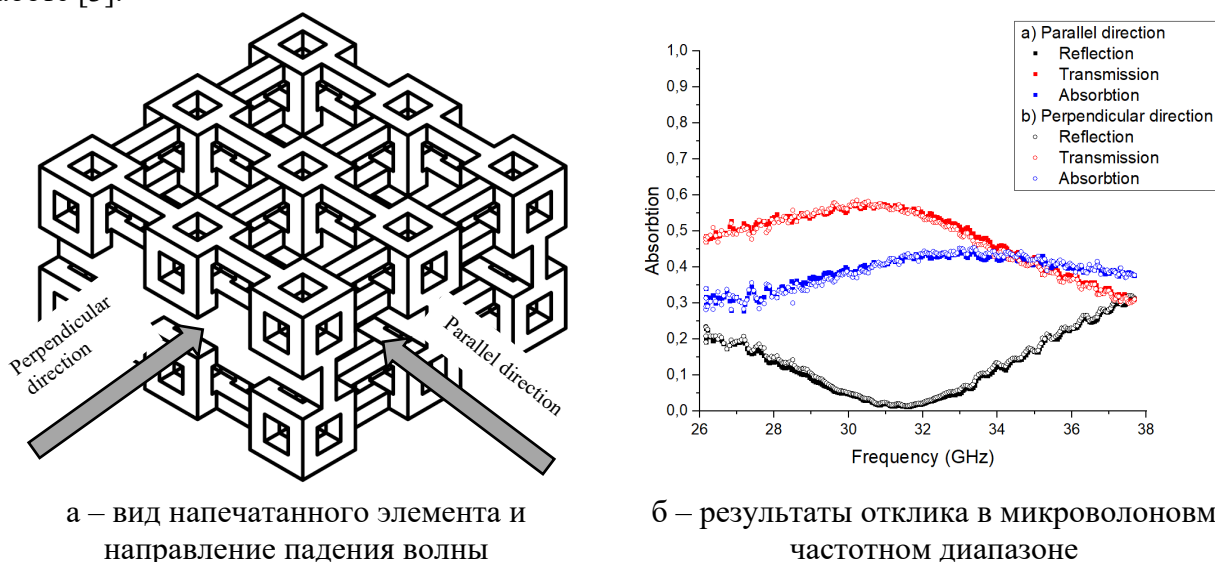
Из представленных данных видно, что наибольшей твердостью характеризуются образцы с соотношением смола:отвердитель=3:3.

Таким образом доказано, что эпоксидные лаковые композиции на основе смолы KER 828 с использованием синтезированных опытных образцов ТДМА могут быть использованы для защиты медных электротехнических изделий. Установлено, что оптимальным соотношением смола:отвердитель является соотношение 3:3 при температуре отверждения 160°C.

**ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭКРАНИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ
МЕТОДОМ 3D-ПЕЧАТИ**

Целью данной работы является разработка технологии получения композитов на основе полилактида, с углеродными включениями, позволяющей изготавливать материалы с контролируемыми электромагнитными свойствами, что является актуальной научной и практической задачей [1, 2].

Методом двухшнековой экструзии был получен филамент (диаметр 1,75 мм) из PLA 03A-30-WK (ПТР_{190/2,16} 6–8 г/10мин) + 10% технического углерода (марка №121 производства «Омск карбон групп»). Из указанного материала напечатаны экранирующие элементы в виде решеток Эшби (Рисунок 1а). Печать осуществлялась на принтере Creatbot F430, диаметр сопла 0,4 мм, высота слоя 0,1 мм, ширина слоя 0,4 мм, температура печати 210°C, скорость печати 10мм/мин. Для стабилизации напечатанной структуры, стенки в одном направлении были сплошными. Изучен электромагнитный отклик полученных структур в зависимости от направления падения электромагнитной волны (Рисунок 1б), по методике, описанной в работе [3].



а – вид напечатанного элемента и направление падения волны

б – результаты отклика в микроволновом частотном диапазоне

Рисунок 1 – Результаты измерения электромагнитного отклика напечатанных экранирующих элементов

Показано, что технический углерод в количестве 10% способен повысить коэффициент поглощения до 0,55 при частоте 30 ГГц. Добавление сплошной стенки при печати решеток размера 7,2 x 3,4 мм. не влияет на ее экранирующие свойства в данном диапазоне частот.

ЛИТЕРАТУРА

1. Al-Saleh, M. H., Saadeh, W. H., & Sundararaj, U. (2013). EMI shielding effectiveness of carbon based nanostructured polymeric materials: A comparative study. *Carbon*, 60, 146–156. <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2013.04.008>.
2. Mohan, V. B., Krebs, B. J., & Bhattacharyya, D. (2018). Development of novel highly conductive 3D printable hybrid polymer-graphene composites. *Materials Today Communications*, 17, 554–561. <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2018.09.023>.
3. J. Baker-Jarvis, R. G. Geyer, and P. D. Domich, "A nonlinear least-squares solution with causality constraints applied to transmission line permittivity and permeability determination," *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, vol. 41, №. 5, pp. 646–652, Oct. 1992.

Студ. А. С. Даниленко
Науч. рук. ст. преподаватель Л. А. Ленартович
(кафедра полимерных композиционных материалов, БГТУ)

ИЗУЧЕНИЕ СОВМЕСТНОГО ВЛИЯНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ДОБАВОК НА ТЕРМОСТАБИЛЬНОСТЬ ПОЛИАМИДА-6

Полиамид-6 (ПА-6) – конструкционный полимерный материал, обладающий хорошими прочностными и антифрикционными свойствами. Этот материал химически стоек к воздействию масел, бензина, спирта, слабых кислот, разбавленных и концентрированных щелочей, нетоксичен [1]. На практике для получения изделий используют композиции ПА-6, содержащие специальные модифицирующие добавки, позволяющие регулировать свойства, так как физико-химические свойства чистого полимера не могут обеспечить необходимые эксплуатационные характеристики готовых изделий. Количество таких добавок возрастает с каждым годом и значительно превышает число полимерных материалов. Именно за счёт этого достигается разнообразие свойств, присущих различным видам пластиковых изделий.

Так как и большинство полимерных материалов, полиамиды при эксплуатации подвержены отрицательному воздействию внешних факторов окружающей среды. Для предотвращения развития процессов деструкции используют специальные добавки – стабилизаторы, которым посвящено большое количество публикаций. Однако, вопросы совместного влияния стабилизаторов и других функциональных добавок (антипиренов, антистатиков, наполнителей и т.п.) изучены недостаточно. При анализе литературных источников были выявлены случаи синергизма и антагонизма при совместном введении стабилизаторов и других добавок в полиолефины. Так в статье [2] описано влияние стабилизаторов на основе затрудненных фенолов, HALS и различных наполнителей на свойства композиций полиэтилена и полипропилена, в результате исследований был выявлен эффект синергизма при совместном введении фенольного стабилизатора с диоксидом титана, а также эффекты антагонизма.

Целью данной работы является изучение совместного влияния стабилизаторов и различных функциональных добавок на деформационно-прочностные и технологические свойства композиций на основе ПА-6, а также устойчивость композиций к термоокислительной деструкции. В качестве стабилизатора для ПА-6 марки Волгамид 27 (ПАО «КуйбышевАзот», РФ) использовали фенольный антиоксидант Hostanox O3 фирмы Clariant. Для модификации ПА-6 применяли следующие функциональные добавки: суперконцентрат мелонаполненный EFPP 1001 E-Filler, суперконцентрат гранулированный тальконаполненный ADDITIVE 13169, скользящая добавка ADDITIVE AX 5540, антистатическая добавка Cromex AE 50025, скользящая добавка ADDITIVE DL 5644, антиблокирующая добавка AB 50035, концентрат пигмента Реалпакс 10030.

Образцы, полученные методом литья под давлением, испытывали на растяжение, определяли водопоглощение, плотность и твердость по Шору D. На основании полученных данных установлено, что композиции на основе ПА-6 с добавлением Реалпакс 10030 и Cromex AE 50025 показали наилучшее сохранение физико-механических характеристик после теплового старения. В композиции стабилизированного ПА-6 со скользящей добавкой DL 5644 был выявлен эффект антагонизма: наблюдается уменьшение относительного удлинения при разрыве после старения при 80 °С в течение 24 часов в 2,5 раза по сравнению со стабилизированной композицией ПА-6 без скользящей добавки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технология полимерных материалов: учеб. пособие / А.Ф. Николаев [и др.]; под общ. ред. В.К. Крыжановского. – СПб.: Профессия, 2008. – 544 с.
2. Norman, S. A. Ageing and stabilisation of filled polymers: an overview / S. A. Norman [etc.] // Polymer Degradation and Stability. – 1998. – Vol. 61. – P. 183–199.

**ИССЛЕДОВАНИЕ СОВМЕСТИМОСТИ В СМЕСЯХ НА ОСНОВЕ ПОЛИАМИДА-6
И АБС-ПЛАСТИКА**

За последние годы наблюдается определенная тенденция, направленная на получение и исследование полимерных композиционных материалов на основе несовместимых полимеров. Необходимость проведения исследований в этой области вызвана тем, что в результате механического смешения несовместимых полимеров представляется возможным получить композиционные материалы с совершенно новыми или необычными свойствами. 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. Использование простых механических смесей полимеров, состоящих из компонентов с определенными свойствами, недостаточно для получения качественных материалов, что объясняется, как правило, отсутствием совместимости большинства пар полимеров из-за малой энтропии их смешения и слабой адгезии в межфазной области [1].

Улучшение технологической совместимости полимеров позволяет решить многие практические задачи по получению конструкционных материалов с достаточно хорошими физико-механическими и эксплуатационными характеристиками [2].

В данной работе исследуется влияние термоэластопласта на совместимость смеси, состоящей из ПА-6 и АБС- пластика. В ходе работы были созданы композиции на основе ПА-6 и АБС-пластика с добавлением термоэластопластов различной природы, с содержанием ТЭП 5, 10 и 15%. В качестве термоэластопластов добавляли стирол-этилен-бутадиен-стирольный каучук марок ТРЕ com natural, ТРЕ com black, полиэфирный ТЭП НУТРЕЛ 3078 и стирол-бутадиен-стирольный каучук ДСТ-30.

Исследование совместимости в смеси ПА-6 и АБС- пластика при добавлении третьего компонента осуществлялось на образцах, полученных методом литья под давлением. Исследование показало, что добавление ТЭП в смесь ПА-6 и АБС- пластика положительно сказывается на прочностных свойствах композиции, их твердости и плотности.

В работе также было проведено модифицирование ПА-6 N-фенилмалеимидом. Добавление в малых количествах (0,1%, 0,2%) добавки полиимида в ПА-6 позволило значительно повысить деформационно-прочностные свойства смеси, также увеличилась твердость по Шору D и плотность получаемых образцов.

При добавлении N-фенилмалеимида идет воздействие на полиамидную фазу смеси, протекают реакции, приводящие к увеличению молекулярной массы ПА-6 за счет взаимодействия карбоксильной группы N-фенилмалеимида с концевыми аминогруппами полиамида [3].

Вместе с тем было выявлено, что модифицирование ПА-6 должно быть умеренным.

Так, композиция состава ПА-6 + АБС (10%)+ ТРЕ com natural (10%) при добавлении в нее модифицирующей добавки в количестве 0,2% показывала худшие показатели прочности при разрыве и модуля упругости, чем композиция с такой же основой, но с добавлением 0,1% модифицирующей добавки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Симонов-Емельянов И. Д. Основы создания композиционных материалов. Учебное пособие / И. Д. Симонов-Емельянов, В. Н. Кулезнев – М.: МИХМ, 1986. – 64с.
2. Кулезнев В. Н. Смеси полимеров / В. Н. Кулезнев – М.: Химия, 1980. – 304с.
3. Выгодский Я. С. Анионная полимеризация ϵ -капролактама и его сополимеризации с ω -додекалактамом в присутствии ароматических полиимидов / Я. С. Выгодский // Высокомолекулярные соединения. Сер. А. – 2006. – Т. 48, № 6. – с. 885–891

**МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ СОВМЕСТИМОСТИ В ПОЛИМЕРНЫХ СМЕСЯХ
НА ОСНОВЕ ПОЛИАМИДА И ПОЛИСТИРОЛА**

Полиамид 6 – конструкционный полимерный материал, обладающий хорошими прочностными и антифрикционными свойствами. Этот материал химически стоек к воздействию масел, бензина, спирта, слабых кислот, разбавленных и концентрированных щелочей, нетоксичен. [1]

Полимеры смешивают для улучшения самых разнообразных свойств: механических, реологических, теплофизических, фрикционных, диффузионных и других. Под смесями полимеров понимаются системы, полученные смешением двух или большего числа полимеров в условиях, при которых смешиваемые компоненты могут необратимо деформироваться. Эти условия включают смешение при температурах выше температуры стеклования или плавления, смешение в растворе с последующим удалением растворителя, смешение олигомеров с последующим повышением их молекулярной массы. [2]

Целью выполнения данной работы является изучение совместимости в смесях на основе полиамида и полистирола с добавлением ТЭП стирольной природы марки VGO 224 35A 0000 750 в соотношении 5, 7, 10%. Содержание ПС в композициях составляла 10, 20, 30 и 50%.

Смешивание компонентов происходило в литьевой машине марки ТПА ВОУ 22А (Dr. VOY, Германия), в результате были получены образцы – лопатки и бруски. Для сравнения также были отлиты композиции без термоэластопласта с тем же содержанием полистирола.

Испытания на одноосное растяжение проводили в соответствии с ГОСТ 11262-80 на тензомере Instron серии 2020 при скорости растяжения 100 мм/мин на образцах типа лопатка. Установлено что, наиболее высокими показателями прочности при разрыве обладают композиции с содержанием 20% ПС и 5% ТЭП, 10% ПС и 5% ТЭП.

Твёрдость по Шору определяется в соответствии с ГОСТ 24621. Установлено что, наиболее высокими показателями твердости обладают композиции с содержанием 20% ПС и 5% ТЭП, 10% ПС и 7% ТЭП. Определение плотности композиций производилось методом гидростатического взвешивания в соответствии с ГОСТ 15139-69 на плотномере Metler Toledo. Установлено что, наиболее высокими показателями плотности обладают композиции с содержанием 10% ПС и 5% ТЭП.

Ударную вязкость определяли по ГОСТ 4647-80 на образцах типа брусок с разрезом типа В. Установлено, что наиболее высокими показателями ударной вязкости обладают композиции с содержанием 10% ПС и 5% ТЭП, 10% ПС и 10% ТЭП.

В результате работы можно сделать вывод, что добавление ТЭП в смесь ПА-6 и ПС положительно сказывается на прочностных свойствах композиции, их твердости, плотности и ударной вязкости. Однако при увеличении термоэластопласта с 5 до 10% снижаются описанные выше показатели. Соответственно для более качественного смешения и, как следствие, получения высоких физических показателей не целесообразно превышать содержания полистирола более 20% и термоэластопласта более 5%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаев А.Ф. Технология полимерных материалов / А.Ф. Николаев, В.К. Крыжановский, В.В. Бурлов и др.; под ред. В.К. Крыжановского. – СПб.: Профессия, 2008. – 544 с.
2. Прокопчук Н. Р. Химия и физика полимеров: учеб.-метод. пособие для студентов специальности 1-48 01 02 «Химическая технология органических веществ, материалов и изделий» специализаций 1-48 01 02 04 «Технология пластических масс», 1-48 01 02 05 «Технология переработки эластомеров» / Н. Р. Прокопчук, О. М. Касперович, Е. З. Хрол. – Минск : БГТУ, 2015. – 328 с.

ИННОВАЦИИ В ОБЛАСТИ ВТОРИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Растущие объемы потребления полимерных материалов сопровождаются почти пропорциональным увеличением количества отходов, образующихся как в процессе производства продукции, так и по окончании сроков ее использования. Связанная с этим угроза окружающей среде вынуждают все более настойчиво заниматься проблемой вторичной переработки полимерных отходов и повышением ее эффективности, поэтому изучение данной проблемы является актуальным вопросом.

Отношение к утилизированным полимерам как к вторичному сырью позволяет решить не только экологические, но экономические и социальные проблемы, связанные с утилизацией отходов. В Беларуси зарегистрировано 100 организаций, перерабатывающих полимерные отходы. Одним из крупнейших предприятий-переработчиков является ОАО «Белвторполимер». На данном предприятии ежегодно может быть переработано 5 000 различных видов отходов и выпущено 2 000 т готовой продукции [1]. Процесс технологической переработки отходов включает в себя несколько этапов: сортировка отходов по видам, измельчение однородных отходов до размеров, достаточных для дальнейшей переработки, отмывка дробленого материала от загрязнений и примесей водой, сушка дробленого материала, дробление отходов с последующим получением физико-химическим способом гранул (таблеток), которые являются вторичным сырьем для производства новых изделий из пластика [2]. Несколько лет назад был выпущен технологический блок GPU фирмы Gneuss. Он состоит из экструдера с мультиротационной системой с высокими характеристиками процессов дегазации и очистки, эффективной ротационной системы фильтрации расплава и онлайн-вискозиметра Gneuss, который обеспечивает динамический контроль, мониторинг и регистрацию вязкости полимерного материала. Специалисты оптимизировали конструкцию экструдеров и разработали новую систему JUMP. Она устанавливается сразу после технологического блока и обеспечивает точное и контролируемое увеличение характеристической вязкости ПЭТФ в расплавленной фазе. Система JUMP позволяет повторно вводить полимер напрямую в производственный процесс без добавочного плавления [3]. Также австрийская компания Austrian Recycling Technology ARTEC производит высокоэффективное оборудование для вторичной переработки полимерных материалов. Новым достижением в сфере основной деятельности ARTEC стала разработка технологии Edelweiss, которая позволила сделать процессы вторичной переработки и компаундирования полимерных материалов еще более простыми, производительными и рентабельными.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что применение вторичных полимеров позволяет экономить на первичном сырье, попутно решая задачу снижения себестоимости востребованной продукции бытового и технического назначения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный сайт Национального статистического комитета Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by>. – Дата доступа: 19.11.2019.
2. Утилизация и переработка отходов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vtorothody.ru/othody/polimerov.html>. – Дата доступа : 19.11.2019.
3. Изобретения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www1.fips.ru/IPC2016_extended_XML/AIpc-20160101_subclass-C_XML/AIpc2016_0101-C08J.xml. – Дата доступа: 19.11.2019.

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ЛИТЬЯ ПОЛИМЕРОВ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Рынок индустриальных изделий из пластмасс представляется сегодня быстроразвивающимся, среднегодовые темпы роста потребления изделий производственного назначения составляют 12%. Решающим фактором стремительного развития изготовления полимерных материалов явилась их конкурентоспособность с традиционными материалами. На сегодняшний день имеются всевозможные технологические процессы переработки полимеров для получения готового продукта из пластика. Литье пластмасс под давлением вместе с экструзией представляется особенно распространенным и изученным методом переработки пластмассы в готовые продукты или полуфабрикаты [1].

Процесс литья на подложку включает в себя предварительную установку слоев ткани, пленки или других материалов внутрь формы перед литьем для формирования слоистой структуры. Включение ткани или пленки создает дополнительный изолирующий слой; это вынуждает впрыскивать расплав при меньшей скорости, чтобы избежать повреждения или смещения подложки.

Литье на подложку считается одним из наиболее удачных вариантов литья при низком давлении, поскольку оно исключает необходимость использования многослойных тканей и специального клея. Исследование показало, что процесс литья на подложку, который состоит из одного цикла, приводит к уменьшению веса изделия (до 12%) и к экономии по себестоимости (64%) по сравнению с обычным методом приклеивания ткани.

Технология литья с декорированием в литьевой форме (In-Mold Decoration) включает в себя установку в форму фрагмента пленки или фольги с последующим впрыском расплава полимерного материала с внутренней стороны фрагмента, что приводит к получению изделий с поверхностью, формируемой пленкой / фольгой. Это предоставляет производителям уникальные возможности по гибкой переналадке на разные цветовые комбинации одной и той же детали [2]. Практический опыт использования IMD-технологии очень быстро показал ее значимость.

Ведущие производители полимерных материалов для декорирования в пресс-форме – Bayer, GE Plastics, Autotype, Текра – предлагают настолько огромный ассортимент пленок для формования декорирующих подложек, что пластиковым деталям можно придавать не только любые оттенки цвета, но и прекрасно имитировать различные оптические эффекты: «металлик» (пластиковая деталь под цвет «металлик» кузова автомобиля), перламутр, хромированная поверхность (фольга на основе полиэстера) и т. д.

По данной технологии можно получать изделия из термопластов с высококачественной, очень гладкой окрашенной поверхностью и детали, пригодные для сборки без дополнительного их окрашивания или обработки. Несмотря на то, что изготовление покрытия и нанесение нового цвета осуществляются в литьевой форме, этот способ дает возможность придавать поверхности металлизированный глянец. Вместе с этим можно наносить уникальные рисунки и рельеф, которые нельзя достигнуть традиционным окрашиванием.

ЛИТЕРАТУРА

1. Современные методы переработки полимерных материалов. Экструзия. Литье под давлением : учеб. пособие / Ю. Т. Панов, Л. А. Чижова, Е.В. Ермолаева; Владим. гос. ун-т имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2013 – 128 с.

2. Декорирование в пресс-форме [Электронный ресурс] / статья: Борисовский завод пластмассовых изделий – Режим доступа: <http://bzpi.com/news/f208b6bfe9647570.html>. – Дата доступа: 05.11.2019.

РЕГУЛИРОВАНИЕ СОВМЕСТИМОСТИ В ПОЛИМЕРНЫХ СИСТЕМАХ

На данный момент производители полимерных материалов стремятся к повышению качества создаваемой продукции. Получаемые в промышленности крупнотоннажные полимеры не всегда обладают требуемым комплексом свойств для решения поставленных задач, поэтому используются различные приемы, направленные на расширение диапазона свойств полимеров и композиций из них. К ним следует отнести введение различных пластификаторов, стабилизаторов, наполнителей, а также создание смесей полимерных материалов, которые могут целенаправленно менять структурные особенности, свойства и перерабатываемость полимерных композиций. Использование «простых» смесей полимеров, состоящих из компонентов с определенными свойствами, недостаточно для получения качественных материалов. Это объясняется отсутствием совместимости большинства пар полимеров из-за малой энтропии их смешения и слабой адгезии в межфазной области. Улучшения совместимости полимеров можно добиться несколькими методами: модификацией полимеров, чтобы между разнородными полимерными цепями возникало сильное межмолекулярное взаимодействие; проведением химических реакций между компонентами смеси, приводящих к получению интерполимера; введением в систему компатибилизаторов - низкомолекулярных или высокомолекулярных соединений, усиливающих специфическое межмолекулярное взаимодействие между цепями.

В работе была предпринята попытка оценить возможность использования олефинового термоэластопласта (ТЭП) в качестве компатибилизирующего агента в смесях полиамида 6 с полиэтиленом и сравнить его действие с широко применяемым в качестве компатибилизатора для полиолефиновых смесей этиленвинилацетатом (ЭВА).

При получении образцов использовали полиамид-6 марки Волгамид 27, полиэтилен высокого давления марки 15803-020. В качестве многофункциональных добавок добавляли этиленвинилацетат марки Evathene UE 638-04 и олефиновый термоэластопласт марки Polyolefin Elastomer 8810.

При оценке компатибилизирующего действия ТЭП и ЭВА значительных различий не выявлено, за исключением характера изменения свойств. Для ЭВА они имеют экстремальный характер, в то время как для ТЭП – это прямолинейная зависимость от количества вводимой добавки.

Введение полиэтилена в количествах до 10 мас.% в полимерную композицию способствует снижению ее стоимости, повышению эластичности в то время, как при добавлении термоэластопласта в указанную композицию в количествах до 5 мас.% увеличивается поверхностная твердость, модуль упругости, снижается относительное удлинение, что может косвенно свидетельствовать об улучшении взаимодействия между компонентами системы. В то же время уменьшается ползучесть, присущая олефиновым полимерам, таким образом, получаемые композиции способны находиться в высокоэластическом состоянии в более широком интервале температур, что расширяет количество методов переработки композиции в изделия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаев, А. Ф. Технология полимерных материалов / В. К. Крыжановский, В. В. Бурлов. – СПб.:Профессия, 2008. – 544 с.
2. Кахраманлы, Ю.Н. Несовместимые полимерные смеси и композиционные материалы на их основе / А.Г. Азизов, Я.М. Билалов. - Баку:«ЭЛМ», 2013. - 152с.

ПОЛУЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ЛИГНОСОДЕРЖАЩИХ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА ДЛЯ СЕЯНЦЕВ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД

Для ускорения роста сеянцев древесных пород применяют стимуляторы. В настоящее время сырьевой базой для их получения являются разнообразные продукты [1], к числу которых относятся такие природные продукты, как производные целлюлозы и сапропель. Среди них наибольшую эффективность проявили три композиции. Первая композиция содержит натрийкарбоксиметилцеллюлозу, экстракт торфяной водный «черный доктор», эпин и воду. Во второй композиции присутствуют натрийкарбоксиметилцеллюлоза, карбамидоформальдегидная смола, Топаз и Гумат-80. Третью композицию получают путем смешивания поливинилового спирта, сапропеля, марганца сернокислого и воды.

К перспективному направлению получения стимуляторов роста для сеянцев древесных пород относится направление, основанное на использовании лигносодержащих продуктов. Значимые результаты получены белорусскими учеными [2, 3]. В настоящее время это направление продолжает активно развиваться, поскольку использование гидролизного лигнина, целлолигнина и лигносульфонатов представляет научный и практический интерес. Однако в литературе отсутствует информация о влиянии компонентного состава сырьевых компонентов на способность синтезированных соединений стимулировать рост сеянцев древесных пород.

Цель исследования – разработка технологии получения лигносодержащих соединений и оценка эффективности их применения в качестве стимуляторов роста для сеянцев древесных пород. На кафедре химической переработки древесины БГТУ синтезированы соединения на основе лигносодержащих продуктов (гидролизного лигнина, целлолигнина и лигносульфонатов) двумя способами. По первому способу проводили процесс окисления кислородом воздуха в среде азотной кислоты по технологии, разработанной авторами работы [2]. По второму способу, разработанному авторами работы [3], в растительном сырье, содержащем лигнин, проводили сначала процесс гидролиза, а затем щелочную обработку. Отличие синтезированных соединений от известных [2, 3] состояло в изменении компонентного состава сырьевых компонентов.

На кафедре лесных культур и почвоведения БГТУ проведены предварительные поисковые исследования в направлении изучения эффективности применения лигносодержащих соединений с повышенным содержанием лигнина в качестве стимуляторов роста для сеянцев древесных пород. Установлено, что синтезированные соединения соответствуют комплексу требований, предъявляемых к стимуляторам роста. Во-первых, они ускоряют всхожесть семян древесных сеянцев. Во-вторых, они ускоряют рост лесопосадочного материала. И, в-третьих, они способны улучшать качество сеянцев древесных пород.

Таким образом, синтезированные лигносодержащие соединения способны выполнять роль стимуляторов роста для сеянцев древесных пород.

ЛИТЕРАТУРА

1. Копытков, В.В. Композиционные полимерные материалы при лесовыращивании / В.В. Копытков. – Минск : Белорус. наука. – 2008. – 304 с.
2. Шишаков, Е. П. Использование отходов переработки древесины в сельском хозяйстве / Е.П. Шишаков, М.О. Шевчук, В.Л. Флейшер // Инновационные разработки молодых ученых развитию агропромышленного комплекса : материалы III междунар. конф., сб. науч. трудов. – Ставрополь : ГНУ СНИИЖК. – 2014. – Т. 2. – Вып. 7. – С. 236–240.
3. Кебич, М.С. Проблема получения и использования регуляторов роста в растениеводстве (Обзор) / М.С. Кебич, Н.А. Зырина, Е.П. Шишаков, Н.Ю. Жабровская, Л.Ю. Малицкая // Материалы. Технологии. Инструменты. – 2002. – Т. 7, № 4. – С. 48–53.

**ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ФЛОКУЛЯЦИИ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ СУСПЕНЗИЙ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ СОСТАВА**

В настоящее время в качестве основного сырья для производства санитарно-гигиенических видов бумаги используют короткие нефибриллированные волокна целлюлозы хвойных и лиственных пород древесины [1], что негативно сказывается на формировании бумажного полотна на сеточном столе бумагоделательной машины. Современные бумагоделательные машины работают на высоких скоростях, поэтому для получения качественной бумажной продукции необходимо использование химических добавок с волокнистыми частицами целлюлозы. В качестве их используют высокомолекулярные флокулянты. При их взаимодействии с частицами волокнистой суспензии достигается высвобождение связанной влаги, что позволяет значительно увеличить скорость обезвоживания бумажной массы на сеточном столе бумагоделательной машины, уменьшить концентрацию взвешенных веществ в оборотной воде, а также улучшить физико-механические показатели готовой бумажной продукции [2,3].

Поэтому целью данной работы являлось изучение процесса флокуляции целлюлозных суспензий в зависимости от их состава.

Для изучения процесса флокуляции целлюлозных суспензий в их композиции применялись следующие вспомогательные химикаты: Maresin ВНР-200, карбамидоформальдегидные олигомеры и DUO. В лабораторных условиях были изготовлены образцы бумаги массой 80 г/м² из беленой сульфатной хвойной целлюлозы. Содержание каждого химиката в композиции 1%-ной целлюлозной суспензии варьировали от 0,25 до 0,6 % от а.с.в. Изготовление образцов бумаги осуществлялось на листоотливном аппарате «Rapid-Ketten» (Германия) в соответствии со стандартной методикой.

По результатам испытаний наилучшие значения физико-механических показателей были выявлены у образцов бумаги, композиция которых содержала импортную добавку Maresin ВНР-200 с расходом 0,4 % от а.с.в. Разрушающее усилие в сухом состоянии увеличилось от 80,6 до 91,0 Н, разрывная длина – от 6800 до 7100 м, а также влагопрочность от 1,2 до 14,0 %. Кроме этого, применение вышеуказанной добавки в композиции образцов бумаги способствует повышению капиллярной впитываемости от 2,4 до 3,4 мм.

Таким образом, применение импортной добавки Maresin ВНР-200 в композиции целлюлозных суспензий приводит к увеличению прочностных показателей готовых образцов бумаги. Это свидетельствует о проявлении флокулирующего действия данного полимера на волокна целлюлозы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Осипов, П.В. Система химических продуктов для повышения прочностных свойств продукции в условиях высокой концентрации апродуктивных веществ в бумажной массе / П.В. Осипов // Целлюлоза. Бумага. Картон. – 2008. – № 9. – С. 64–66.
2. Шершавина, А.А. Индивидуальные задания по коллоидной химии: учеб. пособие / А.А. Шершавина. – Мн.: Новое знание, 2008. – 276 с.
3. Хованский, В.В. Применение химических вспомогательных веществ в производстве бумаги и картона / В.В. Хованский, В.К. Дубовый, П.М. Кейзер // Санкт-Петербург, 2013. – 151 с.

**ВЛИЯНИЕ ВИДА И РАСХОДА ФЛОКУЛЯНТА НА СВОЙСТВА
САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОЙ БУМАГИ И
СОДЕРЖАНИЕ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ В РЕГИСТРОВОЙ ВОДЕ**

Санитарно-гигиенические виды бумаги изготавливаются из бумажной массы, содержащей целлюлозу садкого помола (20–24⁰ШР), что необходимо для обеспечения важнейших показателей ее качества (высокой впитывающей способности, мягкости) [1]. Вследствие этого, а также из-за низких значений массы одного метра квадратного (17–35 г/м²) [2] этих видов бумаги при их выработке масса на сеточном столе бумагоделательной машины быстро обезвоживается, что приводит к снижению удержания компонентов бумажного полотна, повышению содержания взвешенных веществ в регистровой воде, нарушению режима формования бумажного полотна, что в совокупности приводит к снижению показателей качества готовой продукции. Одним из способов решения указанных проблем является применение в композиции бумажной массы вспомогательных химических веществ в виде флокулянта.

Поэтому целью данной работы являлось исследование влияния вида и расхода флокулянта на показатели качества санитарно-гигиенических видов бумаги, изготовленных из первичного и вторичного волокнистого сырья, и на содержание взвешенных веществ в регистровой воде.

Для изучения влияния вида и расхода флокулянта Extroflocc 59 на изменение свойств санитарно-гигиенических видов бумаги в лабораторных условиях были изготовлены образцы бумаги массой 30 г/м² из беленой сульфатной хвойной целлюлозы и 100% макулатуры. В роли флокулянтов были использованы следующие химикаты: Extroflocc 59, модифицированные карбамидоформальдегидные олигомеры и DUO. Содержание каждого флокулянта в композиции образцов бумаги варьировали от 0,005 до 0,02 % от а.с.в. с шагом 0,005 % от а.с.в. Изготовление образцов бумаги осуществлялось на листоотливном аппарате «Rapid-Ketten» (Германия) в соответствии со стандартной методикой.

Установлено, что применение флокулянта Extroflocc 59 с расходом 0,016 % от а.с.в. в композиции образцов бумаги, изготовленных из беленой сульфатной хвойной целлюлозы, приводит к достижению наибольших значений показателей качества: разрывной длины 5550 м, капиллярной впитываемости 8,4 мм, влагопрочности 5,4%. Кроме этого, применение вышеуказанного флокулянта в композиции санитарно-гигиенических видов бумаги способствует снижению содержания взвешенных веществ в регистровой воде, что свидетельствует о повышении удержания волокон в структуре бумажного полотна и улучшении его режима формования.

Таким образом, применение флокулянта Extroflocc 59 в композиции санитарно-гигиенических видов бумаги, изготовленных из беленой сульфатной хвойной целлюлозы, 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. Жолнерович, Н.В. Использование модифицированных карбамидоформальдегидных олигомеров в технологии санитарно-гигиенических видов бумаги / Н.В. Жолнерович, И.В. Николайчик, Н.В. Черная, А. А. Казакевич // Тезисы докладов 82-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов, Минск, 1–14 февраля 2018 г. / БГТУ – Мн., 2018.– С. 15.

МАСЛО АМАРАНТА КАК ИСТОЧНИК БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ КОСМЕТИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ

Амарантовое масло получают из семян амаранта (однолетнего травянистого растения рода *Amaránthus*) [1]. Главной особенностью, отличающей масло амаранта от всех известных масел, является высокое содержание в нем таких физиологически активных компонентов, как фитостеролы (до 2%) и сквален. Три самых важных свойства при использовании их в косметике – успокаивающее действие, укрепление зрелой кожи и восстановление нарушенного кожного барьера. Содержание сквалена в амарантовом масле составляет до 8% (оливковое масло содержит 0,7% сквалена, масло из рисовых отрубей – 0,3%, масло из пшеничных зародышей и кукурузное – 0,1%). Сквален в чистом виде получают также из печени глубоководных акул (содержание может достигать до 90%). Однако экологические проблемы и санитарные нормы обусловили интенсивное развитие направления по извлечению сквалена из возобновляемого растительного сырья.

Кроме этого, амарантовое масло является источником витамина Е в очень редкой форме токотриенола (до 2%) и фосфолипидов (10%), преобладающим компонентом которых является лецитин.

Жирные кислоты липидов зерна амаранта представлены насыщенными кислотами: миристиновой $C_{14:0}$ – 0,4–0,6%, пальмитиновой $C_{16:0}$ – 20,0–27,0%, стеариновой $C_{18:0}$ – 0,5–1,0%, арахидиновой (эйкозаноной) $C_{20:0}$ – 0,4–0,8%, бегеновой $C_{22:0}$ – 0,1–0,2%; мононенасыщенной: олеиновой кислотой $C_{18:1-9-цис}$ – 2,1–3,9%; полиненасыщенными: линолевой $C_{18:2-9-цис, 12-цис}$ – 21,8–23,3%, линоленовой $C_{18:3-9-цис, 12-цис, 15-цис}$ – 44,1–51,4%; неидентифицированными – 14,5–17,1% [1, 2].

Амарантовое масло получают холодным отжимом, масляной экстракцией (нерафинированным оливковым маслом), экстракцией органическими растворителями (диэтиловым эфиром) и жидким диоксидом углерода [3].

Образец масла, полученный в лабораторных условиях экстракцией диэтиловым эфиром семян амаранта, использовали для определения его жирнокислотного состава методом газожидкостной хроматографии. Содержание основных жирных кислот составило: миристиновой $C_{14:0}$ – 0,22%, пальмитиновой $C_{16:0}$ – 19,19%, стеариновой $C_{18:0}$ – 2,86%, олеиновой $C_{18:1-9-цис}$ – 25,82%; линолевой $C_{18:2-9-цис, 12-цис}$ – 45,64%, линоленовой $C_{18:3-9-цис, 12-цис, 15-цис}$ – 0,52 %.

Образец масляного экстракта амаранта, полученный из измельченных семян путем их настаивания в нерафинированном оливковом масле, использовали в качестве источника биологически активных веществ в эмульсионном креме. Амарантовый жмых, образовавшийся после извлечения масла, применяли как мягкий отшелушивающий ингредиент в креме специального назначения – пилинге.

Косметические изделия, изготовленные по разработанным рецептурам, соответствовали требованиям СТБ 1673-2006 Кремы косметические. Общие технические условия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шмалько Н. А. Амарант – перспективная пищевая культура XXI века / Н. А. Шмалько, Ю. Ф. Росляков, Л. К. Бочкова // Наука Кубани. – 2007. – С. 6–13.
2. Офицеров Е. Н. Амарант – перспективное сырье для пищевой и фармацевтической промышленности / Е. Н. Офицеров // Бутлеровские сообщения. – 2001. – Т. 2, № 5. – С. 1.
3. Масло из семян амаранта / И. Т. Кретов [и др.] // Масложировая промышленность. – 2006. – № 1. – С. 22–23.

ЭКСТРАКТ АЙВЫ КАК ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ИНГРЕДИЕНТ МАЙОНЕЗА

Майонез – тонкодисперсный однородный эмульсионный продукт с содержанием жира не менее 50%, изготавливаемый из рафинированных дезодорированных растительных масел, воды, яичных продуктов в количестве не менее 1,0% в пересчете на яичный желток (сухой), с добавлением или без добавления продуктов переработки молока, пищевых добавок и других ингредиентов [1].

В настоящее время одним из перспективных направлений масложировой отрасли является разработка майонезов с различными функциональными свойствами. Известно о применении пектина в производстве майонеза, который выполняет не только функции загустителя, но и способствует выведению тяжелых металлов из организма [2].

Одним из источников пектина являются плоды айвы японской (*Chaenoméles japonica*), которые также содержат витамин С и органические кислоты (яблочную, лимонную, янтарную). Экстракт айвы получали экстракцией плодов айвы водой (гидромодуль сырье : вода = 1 : 4) при температуре 80 °С в течение 1,5 ч [3]. Массовая доля сухих веществ в полученном экстракте – 1,65%, титруемая кислотность в пересчете на уксусную кислоту – 5,97%, значение рН – 2,7.

Для изучения возможности использования экстракта айвы в составе майонеза как загустителя и регулятора кислотности были получены образцы майонеза, отличающиеся компонентным составом (таблица) и соответствующие требованиям СТБ 2286-2012.

Таблица – Составы образцов майонеза

Ингредиент	Содержание, %	
	Образец 1	Образец 2
Масло подсолнечное	67,00	67,00
Яичный меланж	4,50	4,50
Сахар	1,71	1,71
Соль	1,18	1,18
Уксус 9%-й	1,00	–
Экстракт айвы	–	3,00
Сода пищевая	0,05	0,05
Вода	24,56	22,56
Итого	100,00	100,00

Установлено, что замена уксуса в составе майонеза на экстракт айвы позволила получить майонез с улучшенными органолептическими и физико-химическими свойствами. Образец 2 имел светло-розовый оттенок, сладковатый вкус, повышенную вязкость ($\mu_1 = 5,46 \text{ Па}\cdot\text{с}$, $\mu_2 = 6,48 \text{ Па}\cdot\text{с}$), пониженную кислотность в пересчете на уксусную кислоту ($X_1 = 0,094\%$, $X_2 = 0,058\%$), больший процент неразрушенной эмульсии ($С_{Т1} = 97\%$, $С_{Т2} = 98\%$).

ЛИТЕРАТУРА

1. Майонезы и соусы майонезные. Общие технические условия: ГОСТ 31761–2012 (ИСО 3166). – Введен впервые, введ. 27.12.2013. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2015 – 12 с.
2. Разработка технологии майонеза повышенной пищевой и биологической ценности / Наймушина Е.Г., Зайко Г.М., Аминева И.Я. // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2004. – №2-3. – С. 55–56.
3. Влияние параметров извлечения пектиновых веществ из выжимок айвы на показатели качества пектина / С. Н. Едыгова, З. Н. Хатко // Вестник Майкопского государственного технологического университета. – 2011. – №2. – С. 8–15.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
КАНИФОЛЬНОЙ КОМПОЗИЦИИ**

В настоящее время для получения широкого ассортимента бумаги и картона высокого качества широко используются различные функциональные вещества. Известно, что реакционноспособные amino- и амидогруппы в составе клеевых композиций способствуют связеобразованию волокно-к-волокну, а присутствие остатков смоляных кислот способствует гидрофобизации бумажного волокна, на основании чего выдвинута идея создания канифольной композиции, обладающей и гидрофобизирующим, и упрочняющим действием на бумагу. Синтез канифольной композиции осуществляли в несколько стадий: 1) получение малеинизированной канифоли (использовалась канифоль таловая, температура 180–190°C, продолжительность 3 ч); 2) поликонденсация адипиновой кислоты с диэтилентриамином (температура 145–160°C, продолжительность 3 ч); 3) взаимодействие полиамина адипиновой кислоты и диэтилентриамин с малеинизированной канифолью (температура 160°C, продолжительность 3 ч); 4) взаимодействие полученного продукта с 5% водным раствором гидроксида натрия (температура 90–100°C, продолжительность 1,0–1,5 ч). Было получено 2 образца канифольной композиции с различными мольными соотношениями диэтилентриамин, адипиновой кислоты, малеинизированной канифоли и гидроксида натрия, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Соотношение реагентов для получения канифольной композиции

Номер образца	Расход реагентов, моль			
	диэтилентриамин	адипиновая кислота	малеинизированная канифоль	гидроксид натрия в пересчете на сухое вещество
1	0,275	0,275	0,127	0,078
2	0,275	0,275	0,127	0,072

Полученные образцы представляли собой вещества коричневого цвета, вязкой консистенции, хорошо растворимые в воде. Определены их физико-химические свойства.

Определение массовой доли сухих веществ в канифольной композиции осуществляли высушиванием полученного продукта в сушильном шкафу при температуре 130±5°C до постоянной массы. Определение массовой доли свободных смоляных кислот в канифольной композиции осуществляли согласно методике, описанной в ТУ РБ 6000122343.020–2003. Кислотное число полученных образцов канифольной композиции определяли титрованием свободных смоляных кислот, содержащихся в анализируемом продукте, щелочью (гидроксидом калия) в присутствии фенолфталеина. pH водных растворов образцов канифольной композиции измеряли pH-метром со стеклянным электродом HANNA PH 212 (Hanna Instruments, Германия). Кинематическую вязкость водных растворов образцов канифольной композиции измеряли с помощью вискозиметра капиллярного стеклянного ВПЖ–2.

Полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-химические свойства полученных образцов канифольной композиции

Показатели качества	Образец 1	Образец 2
Количество сухих веществ, мас. %	63,92	65,09
Количество свободных смоляных кислот, мас. %	34,00	36,96
Кислотное число, мг КОН/г	25,06	27,41
pH (0,1%-го водного раствора)	7,48	6,86
Кинематическая вязкость, сСт:		
– 0,1% водного раствора;	2,92	2,41
– 1,0% водного раствора;	3,18	2,55
– 5,0% водного раствора	3,20	3,81

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ МИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Микрокристаллическая целлюлоза (МКЦ) – является одним из наиболее широко распространенных производных целлюлозы, используемых во многих сферах жизнедеятельности человека.

МКЦ обладает структурой и свойствами, отличающими ее от традиционных волокнистых и порошковых целлюлоз. Имея развитую удельную поверхность и уникальную способность образовывать тиксотропные гидрогели МКЦ характеризуется высокой степенью кристалличности [1].

Структура и свойства МКЦ существенно зависят от природного происхождения целлюлозы, из которой она получена, и условий получения. Известные способы получения МКЦ имеют ряд недостатков, которые снижают технологическую эффективность и повышают стоимость продукта. Практический интерес представляет интенсификация и модернизация существующих на сегодняшний день методов получения микрокристаллической целлюлозы.

В настоящее время существует множество направлений, позволяющих интенсифицировать производство МКЦ. Для этого чаще всего используют дополнительную обработку, предобработку, сокращают количество стадий, а также используют новые виды сырья.

Наиболее перспективным методом повышения эффективности процессов получения микрокристаллической целлюлозы является метод воздействия сверхвысокими частотами. В ходе работы были получены образцы МКЦ при одновременном воздействии на сырьё водных растворов серной кислоты с концентрацией 0,5–5% и СВЧ-излучения. в качестве сырья для получения микрокристаллической целлюлозы были выбраны сульфатная беленная целлюлоза и БХТММ. Результаты исследования представлены в таблице.

Таблица – Результаты исследования методов получения МКЦ из различных видов сырья

Метод получения	Сырьё	Концентрация кислоты (H ₂ SO ₄)	Мощность	Время	Температура	Содержание α-целлюлозы	Выход
СВЧ	БХТММ	0,5%	600 W	30 сек	80°C	83,94 %	67%
			450 W	30 сек	81°C	81,78 %	67%
		5%	100 W	5 мин	81°C	83,72%	69%
				4 мин	69°C	83,65 %	70%
Нагрев		0,5%	—	90 мин	120°C	81,96 %	69%
		5%	—	—	—	84,12 %	70%
СВЧ	Сульфатная беленная целлюлоза	0,5%	100 W	5 мин	87°C	98,06 %	79%
		5%		4 мин	78°C	98,23 %	86%
Нагрев		0,5%	—	90 мин	120°C	98,01%	80%
		5%	—	—	—	97,93%	87%

ЛИТЕРАТУРА

1. Алешина Л.А. Структура и физико-химические свойства целлюлоз и нанокompозитов / Л.А. Алешина [и др.]– Петрозаводск : ПетрГУ, 2014. – 242 с.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ЭКСТРАКЦИИ ПЛОДОВ ЧЕРНОПЛОДНОЙ РЯБИНЫ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭКСТРАКТОВ

Рябина (арония) черноплодная (*Aronia melanocarpa*), относящаяся к семейству розоцветные (*Rosaceae*), представляет собой листопадный кустарник высотой до 3 м. Она является ценным источником сырья для промышленной переработки плодов. Богатый химический состав предполагает не только традиционную переработку с получением соков, пюре, варенья и сиропов, но и экстрактов, применяющихся в фармацевтической промышленности и косметологии.

Биологическая активность плодов черноплодной рябины преимущественно связана с содержанием в них веществ, обладающих Р-витаминной активностью, которые представлены группой флавоноидов: катехинами, антоцианами и флавонолами. В плодах рябины присутствуют витамины группы В, витамины РР, органические кислоты (лимонная, яблочная, винная, салициловая, тартроновая), аскорбиновая кислота. Плоды черноплодной рябины служат источником микро- и макроэлементов: кальция, марганца, никеля, хрома, селена, меди, магния, натрия, калия, цинка, кобальта, железа, йода [1].

Для изучения влияния температуры экстракции плодов черноплодной рябины на выход сухих веществ процесс проводили при температуре 20, 40, 60 и 90°C при соотношении вода : рябина, равном 15 : 1 [2]. Высушенные плоды черноплодной рябины предварительно измельчали до размера частиц 2–3 мм. Было изучено также влияние последовательности осуществления стадий загрузки сырья и нагрева: по первому способу плоды черноплодной рябины загружали в воду до нагрева, по второму – после достижения водой заданной температуры (40*, 60* и 90*°C). Массовую долю растворимых в воде сухих веществ в полученных экстрактах определяли по методике, описанной в ГОСТ 18078–72 (таблица).

Таблица – Влияние температуры на процесс экстракции рябины черноплодной

Температура экстракции, °С	20	40	40*	60	60*	90	90*
Массовая доля сухих веществ, %	3,56	5,01	4,92	5,74	5,65	6,13	6,10
Примечание – При температуре со знаком «*» внесение сырья осуществляли при достижении экстрагентом (водой) заданной температуры.							

Установлено (таблица), что повышение температуры процесса экстракции способствует увеличению массовой доли сухих веществ в экстракте. Наибольшее содержание сухих веществ наблюдалось в экстракте, полученном при температуре 90°C. Горячая вода способствует лучшему разрыву клеточных стенок, ускоряя тем самым диффузионный процесс перехода веществ в воду [3].

Стоит отметить, что последовательность стадий загрузки сырья и нагрева влияет на массовую долю сухих веществ незначительно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мазнев, Н.И. Энциклопедия лекарственных растений / Н.И. Мазнев. – М.: Мартин, 2004. – 237 с.
2. Терлецкая, В. А. Влияние технологических факторов на процесс экстракции плодов рябины черноплодной / В. А. Терлецкая, Е. В. Рубанка, И. Н. Зинченко // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 4. – С. 127–131.
3. Ооржак, У.С. Химия растительного сырья / У.С. Ооржак, В.М. Ушакова, С.М. Репях. – СПб.: Сиб. унив. изд-во, 2003. – 496 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЩЕЛОЧНОЙ ЭКСТРАКЦИИ ПОДСОЛНЕЧНОГО ШРОТА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЛКА

Подсолнечник является одной из наиболее ценных и рентабельных сельскохозяйственных культур. Семена подсолнечника превосходят семена рапса по содержанию треонина, фенилаланина, аргинина; семена арахиса – по метионину, треонину и триптофану. По сравнению с зерновыми культурами семена подсолнечника содержат больше лизина, цистеина и триптофана, что указывает на целесообразность использования белка подсолнечника в пищевом производстве для повышения биологической ценности продуктов [1].

Шрот подсолнечника в соответствии с требованиями ГОСТ 11246–96 может содержать до 23 % сырой клетчатки и не менее 39 % сырого протеина в пересчёте на абсолютно сухой вес. Белок подсолнечника характеризуется сравнительно низким содержанием альбуминов (17–20%) и высоким содержанием глобулинов (55–66%), сбалансирован по аминокислотному составу и может служить альтернативой соевому белку в пищевой промышленности. Свойства белка подсолнечника обуславливают возможность его широкого применения при производстве продуктов питания в качестве эмульгирующего, жиро- и влагосвязывающего агентов [2].

В ходе работы был исследован процесс экстракции подсолнечного шрота водными растворами, содержащими NaOH и NaCl [2, 3] (таблица). В качестве объекта исследования использовали предварительно обезжиренный петролейным эфиром подсолнечный жмых. Полученный шрот обрабатывали приготовленными растворами 1, 2 и 3 в соотношении 1 : 7 при комнатной температуре при перемешивании в течение 1 ч, после чего жидкую фазу отделяли, обрабатывали соляной кислотой до значения pH, равного 3,5, и подвергали центрифугированию при 3000 об/мин в течение 20 мин для осаждения белка.

Таблица – Выход белка в зависимости от состава и pH растворов для экстракции

Состав раствора для экстракции: NaOH/NaCl, %	pH раствора	Выход белка, %
Раствор 1: 0,3/6,2	9,85	6,93
Раствор 2: 0,4/6,0	9,25	8,05
Раствор 3: 0,5/5,8	8,70	7,44

Установлено (таблица), что наибольший выход белка был получен в результате экстракции шрота раствором 2, содержащим NaOH 0,4% и NaCl 6,0%. Если содержание NaCl в растворе меньше 6,0%, то не происходит полного растворения глобулиновой фракции белка, которая составляет основную часть белков в подсолнечнике. и концентрации более 6,0% возрастает концентрация NaCl в экстракте, что может отрицательно сказаться на качестве белка. При содержании NaOH в растворе менее 0,4% не происходит полного перехода белков в экстракт. Качество и количество белка снижается также за счет его частичного разрушения при высоком значении pH.

ЛИТЕРАТУРА

1. Микулович, Т. П. Растительный белок / Т. П. Микулович. – М.: Агропромиздат, 1991. – 684 с.
2. Ширококорядова О. В. Разработка технологии получения пищевых белковых продуктов из семян подсолнечника: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.06 / О. В. Ширококорядова; Кубан. госуд. технол. ун-т. – Краснодар, 2009. – 28 с.
3. Способ получения модифицированного белкового изолята из подсолнечного жмыха: пат. 2483565 Российская Федерация, А23К1/14 / Ильчишина, Н. В., Безверхая Н. С.; № 2011130585; заявл. 30.05.2011; опубл. 27.06.2013.

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ГИДРОФИЛЬНОГО МАСЛА НА ЕГО СВОЙСТВА

Очищение кожи лица и удаление косметики – краеугольный камень ежедневного бьюти-ритуала любой девушки, а также является настоящим трендом последние несколько лет, поэтому производители косметики постоянно выпускают разнообразные средства по уходу за кожей, различающиеся составом, текстурой, способом применения и консистенцией.

Гидрофильное масло – это продукт, который не содержит в своем составе сложных химических соединений и поэтому подходит для любого типа кожи [1].

В основе гидрофильного масла используется натуральное растительное или минеральное косметическое масло с добавлением полисорбатов (эмульгаторы, которые способствуют растворению масла в воде) и поверхностно-активных веществ. Такое сочетание компонентов при контакте с водой превращает масло в эмульсию, которая способна связывать и растворять жиры на поверхности кожи и в устьях кожных пор, удалять все виды декоративной косметики, не нарушая при этом естественный гидролипидный баланс. Дополнительными компонентами могут выступать витамины, фруктовые кислоты, эфирные масла и экстракты лечебных растений, что придает гидрофильному маслу ухаживающие свойства; содержащиеся в его составе антиоксиданты и антивозрастные ингредиенты улучшают текстуру и внешний вид кожи.

Важной особенностью гидрофильного масла является то, что оно питает кожу и наполняет ее влагой, очищает поры от сальных пробок и нормализует тон лица за счет массажных движений, посредством которых осуществляется процесс удаления декоративной косметики. Стоит отметить, что многие безмасляные очищающие средства удаляют с поверхности кожи жироподобные вещества, выделяемые кожными железами, которые жизненно необходимы ей для создания защитного барьера. Это приводит к нарушению баланса, и кожа производит еще больше себума для его нормализации, что, в свою очередь, ведет к таким проблемам кожи, как акне, прыщи, раздражение [2].

По разработанной рецептуре было получено гидрофильное масло, содержащее масло миндаля (50%), масло виноградных косточек (15%), масло жожоба (13%), масло зародышей пшеницы (7%), Polysorbate-80 (15%). Для оценки очищающего действия проведен сравнительный анализ способности удалять макияж изготовленного в лаборатории и реализуемых в торговой сети гидрофильных масел ООО «Мастиж Групп», ПК ООО «Белкосмекс» (РБ), компании КАО (Япония).

На основании полученных результатов были сделаны следующие выводы: 1) подводку-фломастер «Perfect color» (ООО «ЛЮКС-ВИЗАЖ», РБ) ни одно гидрофильное масло полностью не удалило несмотря на трехэтапное последовательное нанесение масла на загрязненную кожу; 2) тушь для ресниц «Secret Mascara» (ООО «ЛЮКС-ВИЗАЖ», РБ) удалили полностью со второго раза все средства; 3) жидкая матовая помада «NUDE Matte Complimenti» (ООО «Релуи Бел», РБ) была полностью удалена всеми гидрофильными маслами с первого раза; 4) со второго раза помаду для бровей «Color brow» (СООО «» БЕЛОР-ДИЗАЙН», РБ) полностью растворило гидрофильное масло производства «Белкосмекс», небольшие следы декоративного изделия остались после применения всех остальных масел.

Таким образом, гидрофильное масло, изготовленное из натуральных компонентов по разработанной рецептуре, не уступает по своей способности удалять декоративную косметику промышленным аналогам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гидрофильные масла: почему они лучше других средств для демакияжа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://woman.rambler.ru/beauty/39378327/?utm_content=woman_media&utm_medium=read_more&utm_source=copylink – Дата доступа: 26.11.2019.
2. Гидрофильное масло для снятия макияжа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://olime.info/gidrofilnoe-maslo-dlja-snjatija-makijazha/> – Дата доступа: 26.11.2019.

ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОЛИВКОВОГО МАСЛА

Оливковое масло – растительное масло, получаемое из плодов оливы европейской. По жирнокислотному составу представляет собой смесь триглицеридов жирных кислот с высоким содержанием эфиров олеиновой кислоты. Имеет цвет от буровато-желтого до зеленовато-желтого и привкус легкой горчинки.

Различают два основных типа оливкового масла – нерафинированное и рафинированное. Органолептические показатели оливкового масла (цвет, текстура, прозрачность, запах, вкус) и физико-химические показатели масла (кислотность, перекисное число, плотность, температура горения, температура дымления) нормируются в соответствии с Техническим регламентом Таможенного союза на масложировую продукцию от 15 декабря 2011 года (ТР ТС 024/2011).

С увеличением температуры и продолжительности термического воздействия перекисное число масла возрастает, так как при окислении под влиянием высоких температур наблюдается накопление первичных продуктов окисления – гидроперекисей. Гидропероксиды неустойчивы; они превращаются во вторичные продукты окисления – окси-и эпоксисоединения, спирты, альдегиды и др. Увеличение кислотного числа растительных масел происходит в связи с увеличением содержания в них свободных жирных кислот, образующихся в процессе окисления триглицеридов [1].

К настоящему времени выяснены причины инициирования процессов окисления и установлено, что большую роль в их развитии играют различные формы активированного кислорода. Стоит отметить, что активация молекулярного кислорода вовлекает в реакцию окисления не только триацилглицеролы, но и сопутствующие компоненты – токоферолы, пигменты, фосфолипиды [2].

Поэтому изучение влияния температуры на качество оливкового масла, а именно на изменение кислотного и перекисного чисел, представляет научный и практический интерес. В качестве объектов исследования были выбраны два вида оливкового масла – рафинированное и нерафинированное. Кислотное и перекисное числа определяли по методикам, описанным в ГОСТ Р 52110-2003 и ГОСТ 26593-85 соответственно. Результаты представлены в таблице.

Таблица – Показатели качества оливкового масла в зависимости от температуры

Показатели качества	Кислотное число (мг КОН/г)				Перекисное число (ммоль экв 1/2 O ₂ /кг)			
	20	100	150	200	20	100	150	200
Температура, °С								
Extra Virgin (нерафинированное)	1,3	2,1	3,3	4,4	5,6	6,8	10,9	11,5
Pomace olive oil (рафинированное)	0,5	2,1	2,4	2,5	4,9	6,5	9,5	10,3

Полученные данные свидетельствуют о необходимости введения антиоксидантов для стабилизации масел, подвергаемых термическому воздействию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нечаев, А. П. Пищевая химия / А. П. Нечаев [и др.] // СПб.: ГИОРД, 2004. – 540с.
2. Корнена, Е. П. Экспертиза масел, жиров и продуктов их переработки. Качество и безопасность / Е.П. Корнена [и др.] // Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2009. – 272 с.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОДНОЛЕТНИХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТВЕРДОГО
БИОТОПЛИВА**

В настоящее время использование однолетних растений для получения твердого биотоплива является весьма перспективным направлением в топливно-энергетическом комплексе, поскольку они имеют следующие преимущества: являются возобновляемым источником энергии и обладают экологической безопасностью. На основе анализа литературных данных установили, что в качестве исходного сырья для получения твердого биотоплива могут использоваться однолетние растения в виде сельскохозяйственных отходов таких как: свеколичный жом; кукурузная кочерыжка; пшеничная, ржаная, кукурузная, рапсовая, ячменная солома; листва, стебли кукурузы; ботва картофеля.

Целью данной работы является сравнение различных отходов однолетних растений по таким характеристикам, как химический состав и зольность с установлением наилучшего вида сырья для получения твердого биотоплива в виде пеллет. Известно, что сырье растительного происхождения можно подвергать гранулированию, так как оно, как и традиционное древесное сырье, имеет аналогичный химический состав по основным компонентам – целлюлоза, лигнин, гемицеллюлозы (таблица).

Таблица – Химический состав сельскохозяйственных отходов [1]

Вид сельскохозяйственных отходов	Содержание, %			
	Целлюлоза	Гемицеллюлозы	Лигнин	Минеральные вещества (зольность), %
Свеколичный жом	25	15	-	4,0
Кукурузная кочерыжка	45	35	15	5,3
Пшеничная солома	30	50	15	1,4
Листва	15	80	-	8,0
Ржаная солома	30	50	15	3,1
Кукурузная солома	30	50	20	4,2
Стебли кукурузы	38	26	11	4,0
Рапсовая солома	32	50	20	5,0
Ботва картофеля	25	12	-	0,8
Солома ячменя	40	60	19	6,0

Установлено, при нагреве происходит размягчение таких компонентов как гемицеллюлозы и лигнин с образованием жидкой пластифицированной фазы, которая растекается по поверхности растительных волокон и обеспечивает их адгезионное взаимодействие, в результате чего исходное сырье приобретает требуемую форму [2]. Из таблицы видно, что наибольшее содержание гемицеллюлоз и лигнина, которые выполняют функцию природного связующего, имеют отходы в виде соломы различного вида. При этом зольность различных видов соломы находится в диапазоне от 1,4 до 6,0%. Высокая зольность пеллет существенно ухудшают теплотворные характеристики топлива. Зольность пеллет, производимых из сельхозотходов, значительно выше зольности древесных пеллет. Поэтому для получения твердого биотоплива высокого качества с использованием однолетних растений в виде отходов соломы зерновых целесообразно комбинировать с древесным сырьем с установлением оптимального состава.

ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный сайт Департамента по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://energoeffekt.gov.by>.
2. Соловьева Т.В. Топливные гранулы на основе лиственной древесины: учебное пособие / Т. В. Соловьева, И. А. Хмызов, Н.А. Герман. – Минск: БГТУ, 2018. – 86 с.

СНИЖЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ СВОБОДНОГО ФОРМАЛЬДЕГИДА В ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТАХ

Токсичность древесностружечных плит (ДСтП) вызвана выделением из них в окружающую среду канцерогенного газа – формальдегида. Выделение из плит формальдегида обусловлено наличием в них синтетических карбаминоформальдегидных смол.

Содержащийся в смоле и выделяющийся в ходе реакции поликонденсации свободный формальдегид частично выделяется из стружечного ковра с парогазовой смесью на стадии горячего прессования ДСтП, частично сорбируется древесиной как капиллярно-пористым телом и выделяется в процессе эксплуатации изделий из ДСтП.

Наиболее эффективным способом снижения формальдегида является использование акцепторов формальдегида [2].

В качестве акцепторов формальдегида были использованы два соединения на основе марганца – СНОМ1 и СНОМ2. При изготовлении ДСтП они вводились в клеевую композицию перед ее нанесением на древесную стружку. Расход акцепторов составлял 2% и 5 % к абсолютно сухой смоле.

Таблица – Влияние акцепторов формальдегида на физико-механические показатели и содержание свободного формальдегида в ДСтП

Вариант	Расход, % к а.с. смоле	Толщина, мм	Плотность, кг/м ³	Предел прочности при изгибе, Мпа	Разбухание, %	Водопоглощение, %	Содержание свободного формальдегида, мг/100 г а.с. плиты
Контроль		20,5	745	22,6	34,5	93,8	8,9
СНОМ1	2	19,5	764	25,2	30,0	89,0	7,6
СНОМ2	2	19,8	762	27,2	21,9	95,6	5,2
СНОМ1	5	21,1	750	23,3	29,6	91,8	3,5
СНОМ2	5	20,0	746	20,3	15,8	88,9	0,7

Анализ результатов позволяет сделать следующие выводы. Использование акцепторов на основе марганца в целом повышает физико-механические показатели плит. Оба модификатора эффективно уменьшают содержание свободного формальдегида в плитах, в наибольшей степени – при расходе 5%. Этот показатель снижается с 8,9 до 5,2–0,7 мг/100 г а.с. плиты. Таким образом, становится возможным получение ДСтП класса эмиссии Е0.

В настоящее время оформляются соответствующие заявки на патенты – использование СНОМ1 и СНОМ2 в производстве ДСтП и МДФ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Азаров, В. И., Цветков, В. Е. Полимеры в производстве древесных материалов: Учебник для студентов спец. 260300, 260200. -М.:МГУЛ 2003. –236 с.
2. Леонович, А. А. Физико-химические основы образования древесных плит. – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2003. – 192 с.

ГАЛАКТОЗИДАЗЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

Переработка и рациональное использование молочной сыворотки является актуальной задачей для молочной промышленности всех стран. Как известно, при переработке молока на творог, сыры и казеин в сыворотку переходит 50 % сухих веществ молока. Основным компонентом в составе молочной сыворотки является лактоза, на долю которой приходится более 70% ее сухих веществ.

Одним из основных направлений переработки молочной сыворотки является ферментативный гидролиз лактозы с помощью галактозидаз с получением глюкозо-галактозного сиропа. Галактозидазы относятся к классу гидролаз, которые действуют на О-гликозильные соединения с образованием свободных моносахаридов либо галактоолигосахаридов [1]. Свойство β -галактозидазы предпочтительно катализировать ту или иную из указанных реакций и обуславливает два основных направления ее использования.

Традиционно фермент применяется для производства из молока и отходов его переработки продуктов функционального питания и кормов с пониженным содержанием лактозы и глюкозо-галактозных сиропов, а также лекарственных препаратов для компенсации лактазной недостаточности [2].

β -Галактозидазы условно подразделяются на внутри- и внеклеточные. Продуцентами внутриклеточной β -галактозидазы являются дрожжи и бактерии, внеклеточной – плесени. Недостатком внутриклеточных β -галактозидаз является сложность извлечения фермента из клеток, поэтому применение грибных β -галактозидазы является наиболее перспективным.

Цель данной работы – получение грибной β -галактозидазы и анализ ее активности.

В качестве продуцентов фермента β -галактозидазы использовали плесневые грибы рода *Aspergillus niger* из коллекции кафедры биотехнологии БГТУ. Культуру клеток выращивали до стационарной стадии роста в жидкой питательной среде на основе молочной сыворотки. Затем клетки и споровые формы осаждали центрифугированием при 6000 об./мин и надосадочную жидкость, содержащую ферменты, использовали для выделения β -галактозидазы на колонке (1x30) с сефадексом G-50.

В собранных фракциях определяли содержание белков, методом спектрофотометрии по величине максимума полосы поглощения при 280 нм, предварительно построив калибровочную зависимость D_{280} от концентрации белка.

Выделенные фракции белков анализировали на способность ферментировать лактозу. Активность фермента β -галактозидазы определяли по скорости изменения концентрации гидролизованной лактозы, которую определяли рефрактометрическим методом. Известно, что при ферментативном гидролизе лактозы одна единица активности фермента β -галактозидазы соответствует выходу 1 мкМ/мин восстанавливающих сахаров [3].

В результате проведенной работы установлено, что выделенная β -галактозидаза имела молекулярную массу 150 кДа и активность 120 ед/мг при рН 5.

ЛИТЕРАТУРА

1. Костеневич, А.А. Бактериальные β -галактозидазы: биохимическое и генетическое разнообразие / А.А. Костеневич, Л.И. Сапунова // Институт Микробиологии НАН Беларуси, Труды БГУ. – 2013. – Том 8. – С. 52– 63.
2. Скрипнюк, А.А. Современные методы получения β -галактозидаз / А.А. Скрипнюк, С.А. Рябцева // Технические науки. Наука. Инновации. Технологии. – 2014. – Вып. 3. – С. 197–204.
3. Скворцов, Е.В. Эффективность применения β -галактозидазы для гидролиза лактозы молочной сыворотки / Е.В. Скворцов [и др.] // Вестник Казанского технологического университета, 2014. – С. 288–291.

Научное издание

НАУКА – ШАГ В БУДУЩЕЕ

**ХІІІ СТУДЕНЧЕСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ФАКУЛЬТЕТА
ТЕХНОЛОГИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ
4-5 декабря 2019 г.**

Тезисы докладов

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

Издатель:

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