

**Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
«Средняя школа №22 с углубленным изучением французского
языка»**

**Городская научно-практическая конференция «Старт в науку»
Секция экология**

**Технология синтеза биопластмассы
из крахмала и отходов питания**

Автор: Федорова Дарья Алексеевна,

11 «Б» класс, МБОУ СШ №22
с углубленным изучением
французского языка

Руководитель: Романова Татьяна Михайловна,
учитель биологии

Научный руководитель: Аспирант ДПИ НГТУ

Завражнов Сергей

**г. Дзержинск
2018г.**

Содержание

1. Вступление.....	3
2. Постановка проблемы.....	4
3. Анализ проблемы.....	5
4. Формирование целей и план работы.....	6
5. Что же такое биоразлагаемые пластики?.....	6
6. Биопластик из крахмала.....	9
7. Биопластик из банановой кожуры.....	12
8. Изучение химической структуры продуктов.....	14
9. Биопластик из кожуры картофеля и мандарина.....	14
10. Придание пластмассе гидрофобных свойств.....	17
11. Сравнение полученных продуктов с существующими на рынке.....	18
12. Экономическое обоснование	19
13. Подведение итогов и планирование дальнейшей работы.....	20
14. Заключение.....	20
15. Список литературы.....	21

1. Вступление

С каждым годом антропогенная нагрузка на окружающую среду растёт, создавая все новые и новые проблемы для человечества и его окружения.

Находя, что улучшение экологической ситуации—основная задача нашего поколения, я посвятила свою работу решению одного из проблемных вопросов экологии: я мечтаю обезопасить не только нашу страну, но и граждан всего мира от ужасных последствий пластмассового загрязнения, а также от гринвошинга некоторых производителей.

В современном мире пластмассы очень востребованы.

Преимущества пластмасс по сравнению с обычными материалами чрезвычайно велики: малый вес, гладкая и легкомоющаяся поверхность, простота обработки, абсолютная устойчивость к коррозии, а часто и к толчкам и ударам, разнообразная окраска. Они являются серьезными конкурентами металлу, стеклу, керамике. Например, при изготовлении стеклянных бутылок требуется на 21 % больше энергии, чем на пластмассовые. Это объясняет их широкую распространённость.

Сейчас полимеры — это одежда, конструкционные детали и морские яхты, детали автомобилей, самолётов и космических кораблей. Но из всех выпускаемых пластиков 41 % используется в упаковке, из этого количества 47 % расходуется на упаковку пищевых продуктов.

2. Постановка проблемы

Однако есть и обратная сторона их широкой распространенности. Сбор пластмассы для утилизации—довольно кропотливый процесс. Поэтому чаще всего такую пластмассу не перерабатывают, а просто бросают, что приводит к пластиковому загрязнению. Это запускает процесс накопления продуктов из пластмасс в окружающей среде, отрицательно сказывающийся на биосфере планеты.

Например, пластмассы содержат много различных видов химических добавок – модификаторов – в зависимости от цели их применения, поэтому даже первоначально инертный полимер, сформированный в пластмассовое изделие выделяет токсины в атмосферу и в грунтовые воды.

Кроме того, частички полистирола, пластиковые гранулы, пластиковые микросферы и пластиковый лом являются наиболее распространёнными видами пластикового загрязнения в океанах и в сочетании с полиэтиленовыми плёнками, пакетами и контейнерами для пищевых продуктов составляют большинство океанического мусора.

Что касается подводного мира, в книге «Introduction to Marine Biology», пластиковое загрязнение было описано как имеющее весьма пагубные последствия для крупных морских млекопитающих и называлось «самой серьёзной угрозой» для них. Некоторые морские виды, такие как морские черепахи, были обнаружены со значительной долей пластмасс в желудке. Морские млекопитающие могут иногда запутаться в пластмассовых изделиях, таких как сетки, которые могут нанести вред или убить их.

К сожалению, такое наблюдение справедливо также и для обитателей суши. Более 260 видов животных, в том числе беспозвоночных, как сообщается, либо случайно проглатывают пластик, либо запутываются в нём.

Таким образом, пластиковые загрязнения наносят вред: как своими объемами, поглощая территории, пригодные к проживанию; так и выпуская в круговорот природы токсичные вещества.

3. Анализ проблемы

Несмотря на очевидность этого вредного эффекта, человечество не сможет отказаться от применения полимеров ни в настоящем, ни в будущем, значит, поиск путей снижения нанесённого полимерами вреда окружающей среде актуален. Я убеждена, что в наши дни, как никогда прежде, стоит задуматься над огромным засорением Земли непрерывно возрастающими отходами пластиков.

Анализируя данную проблему, я задалась вопросом: «Как отсрочить и возможно ли остановить глобальную катастрофу?» Одним из пунктов практически всех программ по борьбе с загрязнением окружающей среды является требование значительного сокращения уровня пластиковых отходов. Для этого требуется в разы сократить использование пластиковой продукции в виде тары и различной упаковки. Но если не наладить процесс переработки пластмасс, то не будет сырья для производства той же упаковки. Я нашла возможный выход, заключающийся в замене некоторых видов пластмассы биоразлагаемыми.

4.Формирование целей

Таким образом, я поставила себе следующие цели:

- Раскрыть понятие биоразлагаемых пластиков.
- Найти наиболее пригодное сырье для производства биоразлагаемого пластика. Сырье должно отвечать следующим параметрам:
 - Экологически безопасное
 - Недорогое
 - Доступное
- Синтезировать данный вид пластика.
- Изучить химическую структуру продукта.
- Придать пластмассе необходимые свойства.
- Подвести итог и спланировать дальнейшую деятельность.

5.Что же такое биоразлагаемые пластики?

Термин биоразлагаемые пластики включает в себя широкую гамму полимеров, способных при соответствующих условиях разлагаться на безвредные для природы компоненты. Основная идея получения биоразлагаемых пластиков — повторить природные «циклы развития». В их производстве используются обновляемые ресурсы, то есть вещества, образующиеся в растениях в процессе фотосинтеза. После использования такие материалы могут быть превращены в компост и с помощью микроорганизмов или других природных факторов переработаны в начальные продукты — воду и диоксид углерода. Материалы из биоразлагаемых полимеров по основным свойствам сходны с традиционными пластиками, однако имеют другие технические характеристики и возможности применения благодаря своей особой химической структуре.

До сегодняшнего дня я была уверена, что биоразлагаемая упаковка широко распространена в России. Я не раз видела различные «экопакеты», которые «обещают» быть полностью биоразлагаемыми. Я решила провести эксперимент и проверить подлинность биоразлагаемой упаковки.

Ход работы:

Подобный пакет поместить в сухое помещение на 4 месяца.

Итог и вывод:

В результате пакет распался на мелкодисперсные частицы, которые, в свою очередь, не подверглись биоразложению. Таким образом, у меня появилось мнение, что подобная биоразлагаемая упаковка — это миф, так как то, что за неё выдаётся некоторыми производителями, является биodeградирующими полимерными композитами, которые не разлагаются за 1-2 года, как уверяют потребителей, а лишь распадаются на мелкодисперсные частицы, обладающие повышенной миграционной способностью в природной среде. Их сдувает ветром со свалок и полигонов бытовых отходов, смывает сточными водами. Они попадают за пределы мест утилизации, нанося больший вред природе, чем обычные полимеры.

Производители псевдобиоразлагаемой упаковки из пластика массово вводят в заблуждение потребителей, играя на их чувстве экологической ответственности.

Я выяснила, что так поступают многие компании, в частности изготовитель мусорных био пакетов ООО «Гринпак» (торговая марка Ecoway).

Я считаю, что таким компаниям удалось достигнуть создания подобной биоразлагаемости из-за добавления органического биоразлагаемого полимера в цепочку синтетического полимера. Под действием внешних факторов, спустя некоторое время, био-органическая «связка» разлагается, а синтетическая пластмасса остается, только вот она превращается в шелуху, что по-прежнему загрязняет планету, при этом сбор

такого загрязнителя для утилизации становится уже полностью невозможным.

Однако, не все биоразлагаемые упаковки-обман. Настоящий биопластик производится из растительного сырья разлагается до диоксида углерода и воды. Ряд пластиков разлагается в природных условиях (пластики на основе крахмала), другим требуется повышенная температура и влажность, которые достигаются при промышленном компостировании (полилактид).

Касательно полилактида: к сожалению, типовой технологический процесс производства PLA предполагает, что при полимеризации лактонов используются металлосодержащие катализаторы, которые являются опасными для здоровья и окружающей среды. А значит, синтез полилактида не соответствует поставленной задаче.

Таким образом, крахмал и крахмалосодержащее сырье является наиболее пригодным для производства биопластмассы и отвечает всем моим критериям.

6.Биопластик из крахмала

Крахмал ($C_6H_{10}O_5$)_n, —полисахарид амилозы и амилопектина, мономером которого является альфа-глюкоза.

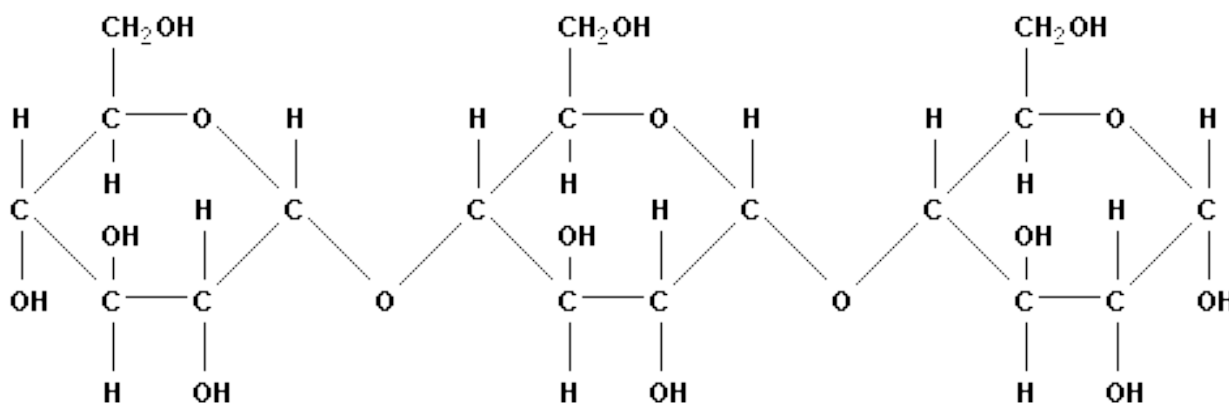


Рис. 1–Химическая структура крахмала

Это безвкусный аморфный порошок белого цвета, нерастворимый в холодной воде. Под микроскопом видно, что это зернистый порошок; при сжатии порошка крахмала он издаёт характерный скрип, вызванный трением частиц. Крахмал, являясь одним из продуктов фотосинтеза, широко распространён в природе. Для растений он является запасом питательных веществ и содержится в основном в плодах, семенах и клубнях.

Биоразлагаемые пластические массы на основе крахмала обладают высокой экологичностью и способностью разлагаться в компосте при 30°C в течение двух месяцев с образованием благоприятных для растений продуктов распада.

Конечно, для производства полимерной композиции он довольно хрупкий, но если в него добавить пластификаторы, волокна льна, конопли или глицерин, полиоксиэтиленгликоль, то это увеличит механическую прочность и пластичность.

Крахмал состоит в основном из двух видов полисахаридов: линейной амилозы и ветвистого амилопектина. Ионы в растворе способствуют гидролизу связей, соединяющих ветви амилопектина, разрывая его на множество более коротких цепочек амилозы. Эти длинные молекулы

перепутываются и образуют прочные связи. А значит, для получения пластика намного лучше подходят линейные молекулы, именно поэтому следует использовать кислоты или соли.

Таким образом, я буду использовать крахмал не только в качестве наполнителя, но и модифицирую его, после чего получу полимерную композицию, которая будет разлагаться в окружающей среде, но при этом обладать свойствами коммерчески выгодного продукта.

В качестве пластификатора возможно взять глицерин, для гидролиза связей-уксусную кислоту.

Глицерин (пропантриол-1,2,3) — простейший представитель трёхатомных спиртов. Представляет собой вязкую прозрачную жидкость.

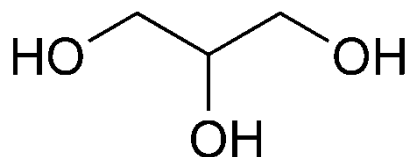


Рис. 2—Молекула глицерина

Для гидролиза связей можно взять уксусную кислоту.

Уксусная кислота (этановая кислота) — органическое вещество с формулой CH_3COOH . Слабая, предельная одноосновная карбоновая кислота.

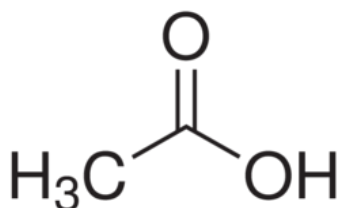


Рис. 3—Молекула уксусной кислоты

Таким образом, чтобы получить полимерную композицию, включающую крахмал, я возьму следующие реактивы:

- 10 г крахмала
- 60 мл воды
- 5 мл уксуса
- 5 мл глицерина
- 3 мл NaOH

Ход работы:

Вышеприведенные реактивы следует перемешать и нагреть смесь до 100°C, продолжать перемешивать некоторое время смесь, не понижая температуру до появления молочного цвета у смеси. Распределить ее равномерно по фольге (так как она имеет сравнительно небольшую адгезию), оставить смесь высыхать на 48 часов.

Полученный мной биопластик из крахмала представляет собой прозрачную плёнку, эластичную, не разрушающуюся при многократном сгибании, не рвущуюся под нагрузкой. Такая плёнка, я считаю, может быть пригодна для производства упаковочной плёнки в промышленности.



7.Биопластик из банановой кожуры

Стоит заметить, что крахмал не существует в природе в чистом виде, а именно, его нужно выделять из продуктов питания, что является многоступенчатым процессом. Я предполагаю, что получение пластмассы из крахмалосодержащих продуктов облегчит производство, сократит затраты и придаст продукту иные свойства.

И я считаю, что возможно получить биоразлагаемую пластмассу из банановой кожуры.

Я выбрала эту биомассу по нескольким причинам:

- Банановая кожура является отходом, и её утилизация, как таковая, сама по себе вызывает существенную проблему в некоторых странах. Что касается России, то я предлагаю не только сортировать мусор по категориям «пластмасса», «стекло», «отходы питания», но и добавить «банановую кожуру» или «отходы, содержащие крахмал». Это значительно сократит затраты на производстве.

- Кожура банана содержит крахмал и целлюлозу.
- Пример с банановой кожурой взят мной для демонстрации вариантов использования аналогичных отходов от веществ биологического происхождения, богатых крахмалом.

Я считаю, что опыт модификации крахмала поможет мне в синтезе биополимера из банановой кожуры.

Ход работы:

Банановую кожуру следует разделить на мелкие кусочки. Затем пропитать в растворе натрия бисульфита (0,2 М) в течение 45 минут. Он используется в качестве противомикробного препарата. Это позволит увеличить период биodeградации биопластмассы.

Далее химический стакан с дистиллированной водой (500 мл) поместить в магнитную мешалку и добавить банановую кожуру. Продукт кипятить в течение 30 минут. Это необходимо для удаления любых

примесей, к тому же это сделает кожуру мягкой для легкого приготовления пасты. Затем следует просушить массу с помощью вакуумного фильтрования. Для этого берется колба Бунзена, помещается на нее фарфоровая воронка Бюхнера (в которую укладывается фильтр-вкладыш) и подсоединяется к насосу, который откачивает воздух. Получившуюся массу измельчить до однородной пасты в ступке с использованием пестика. Далее к 50 г кожуры банановой пасты добавить 5мл уксусной кислоты (для гидролиза), и смесь перемешать с помощью стеклянной палочки. Добавить глицерин 10 мл (в качестве пластификатора), и снова перемешивается. Добавляется 3 мл NaOH (для нейтрализации pH), и перемешивать еще раз.

Смесь переместить в чашку Петри и сушить 3 часа в печи, нагретой до температуры 60 ° C.

Полученный продукт-биополимерная композиция из банановой кожуры представляет собой более прочное соединение и, возможно, найдет применение в производстве жесткой упаковки.



8. Биопластик из кожуры картофеля и мандарина

Благодаря успеху при производстве пластмассы из банановой кожуры, придерживаясь той же технологии, мне удалось получить биопластик из кожуры картофеля. Это решение было не спонтанным: в ней находится много крахмала, который является отличным сырьем для биопластика.

По той же технологии я провела опыт с кожурой мандарина, получив гибкую и не разрывающуюся при многократном сгибании композицию.

9. Изучение химической структуры продуктов

Химическую структуру продуктов изучали с помощью ИК-спектроскопии на приборе «IRAffinity-1S» в области 4000-400 см⁻¹.

При пропускании инфракрасного излучения через вещество происходит возбуждение колебательных движений молекул или их отдельных фрагментов. Однако поглощение происходит не во всем спектре падающего излучения, а лишь при тех длинах волн, энергия которых соответствует энергиям возбуждения колебаний в изучаемых молекулах. Следовательно, длины волн (или частоты), при которых наблюдается максимальное поглощение ИК-излучения, могут свидетельствовать о наличии в молекулах образца тех или иных функциональных групп и других фрагментов, что будет мной исследовано для установления структуры соединений.

Приготовление образцов к ИК-спектроскопии.

Цель: создание однородного распределения частиц в луче, снижение рассеяния и в улучшении пропускания света взвешенными частицами в среде, имеющей близкий к образцу показатель преломления.

Основная сложность приготовления образцов твердых веществ, которые нерастворимы в обычных растворителях, возникает при их растирании до мелкодисперсных порошков, образующих суспензии в вазелиновом масле или KBr.

Я выбрала метод прессования в таблетку с KBr, так как у этого метода есть несколько преимуществ:

- отсутствие большинства мешающих полос поглощения
- возможность контроля за концентрацией образца
- удобство хранения образцов.

К недостаткам относится возможность в некоторых случаях химического взаимодействия KBr с веществом пробы (например, с металлоорганическими соединениями).

Результат ИК-спектроскопии.

ИК-спектры крахмала и целлюлозы, взятые из базы данных, показаны на рис. 6 и 7, ИК-спектры продуктов А(биопластик из крахмала) и Б (биопластик из банановой кожуры) показаны на рис. 8 и 9 соответственно .

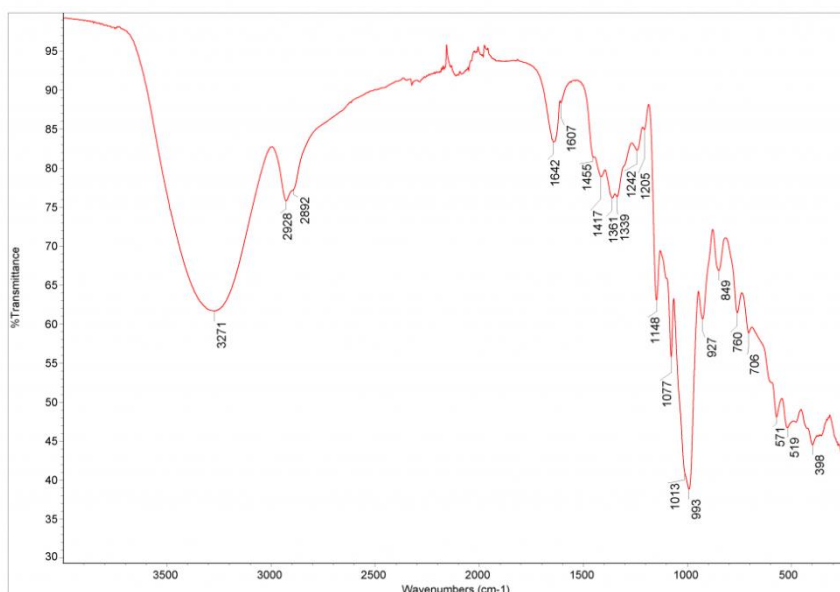


Рис. 6 – Спектр крахмала

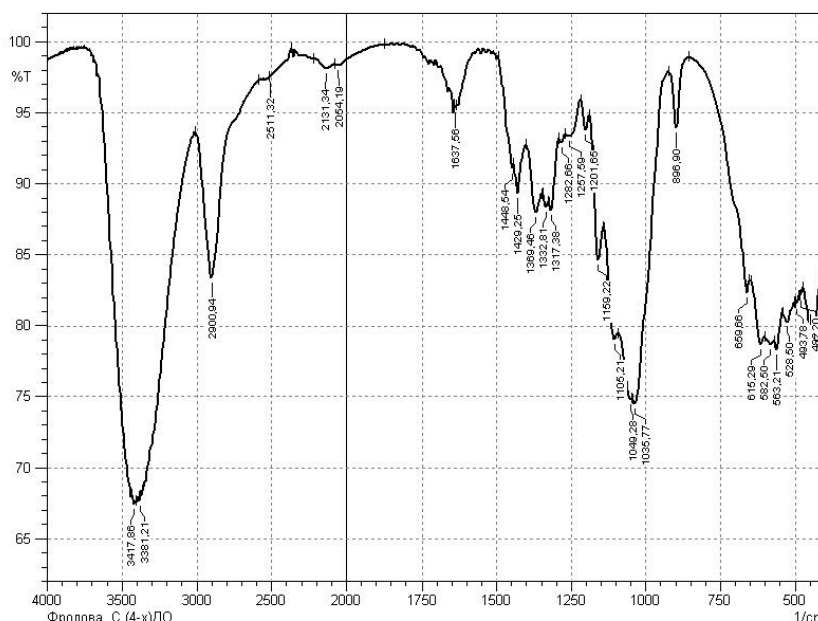


Рис. 7–Спектр целлюлозы из базы данных

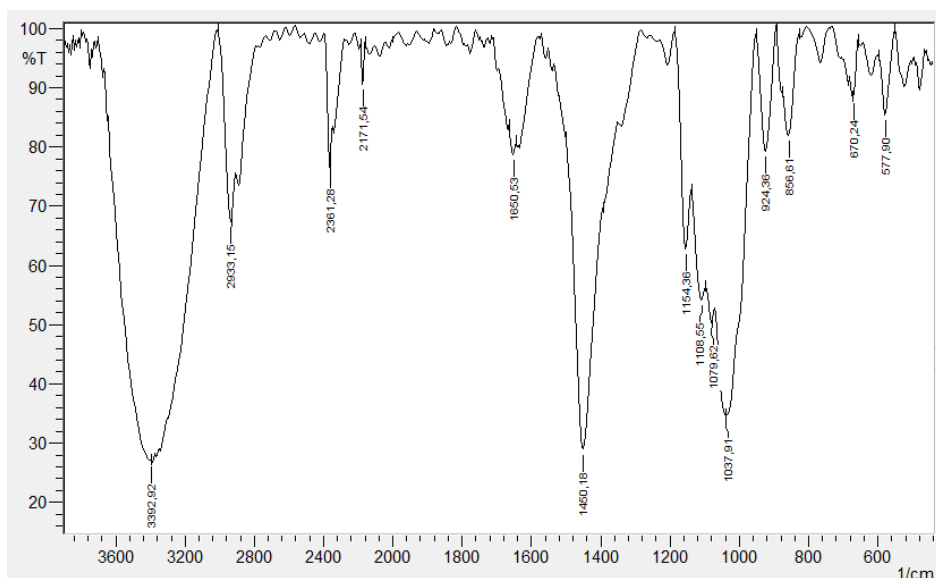


Рис. 8 – Спектр продукта А

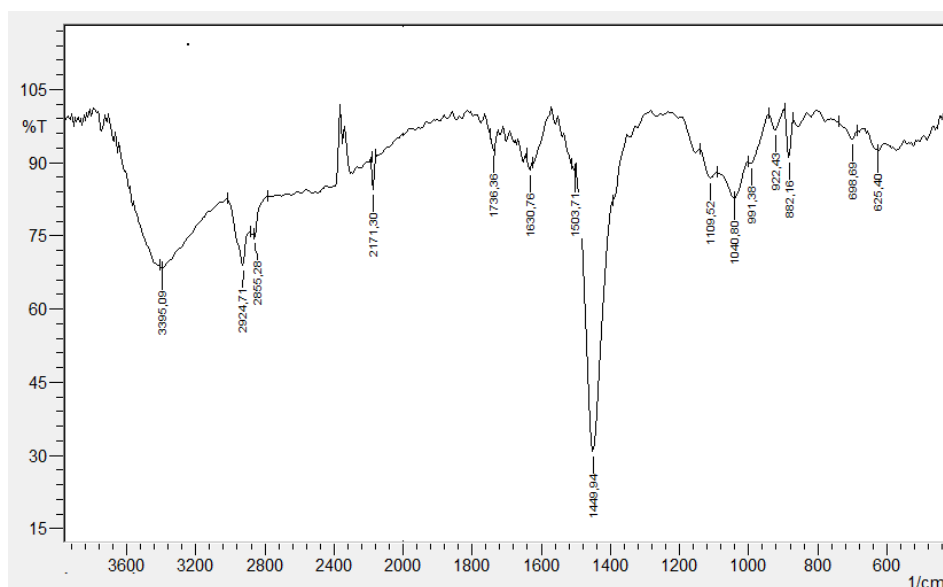


Рис. 9 – Спектр продукта Б

Для крахмала характерны следующие полосы поглощения:

Волновое число, см-1	Колебания группы	Интенсивность
3500-3200	валентная -ОН	очень сильная
3000-2700	валентная -С-Н	сильная/ средняя
1650-1640	H ₂ O	
1400-1300	деформационная С-Н	Средняя
1350-1300	валентная С-О	Сильная
1300-1100	валентная С-О	Сильная
800-750	скелетная С-О-С α –	средняя/слабая

	конфигурации	
750-700	скелетная С-О-С β – конфигурации	средняя/ слабая

В ИК-спектрах наблюдались следующие, характерные для полисахаридов полосы поглощения: широкие полосы поглощения валентных колебаний гидроксильных групп в области 3000 - 3700 см⁻¹, а также ряд полос в низкочастотной области от 2000 до 400 см⁻¹, относящихся к колебаниям других групп молекул (рис. 8,9, табл.).

Для спектрального разделения крахмала и целлюлозы и, следовательно, для анализа крахмальных продуктов можно использовать полосы при 920, 850, 760 и 700 см⁻¹. В спектре целлюлозы эти полосы или очень слабые, или совсем отсутствуют. В то же время такие полосы поглощения целлюлозы, как 1430, 1370, 1280 и 670 см⁻¹, отсутствуют в спектре крахмала.

Вывод, сделанный на основе ИК-спектроскопии:

Данные ИК-спектров полученных пленок показали, что основным компонентом, обуславливающим их строение, является крахмал.

10. Придание пластмассе гидрофобных свойств

Произведенные пластмассы упруги, не ломаются при неоднократном сложении, однако у них есть один существенный минус-они гидрофильные. То есть для производства упаковки продуктов они не пригодны. Дальнейшей целью является придание полимерным композициям ярких гидрофобных свойств, так как это позволит использовать пластмассу в производстве.

Существует большое количество способов гидрофобизации, основная проблема состоит в том, чтобы пластмасса осталась биоразлагаемой и не токсичной.

Для решения этой проблемы я использовала пищевые добавки альгинат натрия $C_6H_7O_6Na$ или $CaCl_2$, которые не только будут биоразлагаемые и безопасные, но и смогут придать гидрофобность.

Ход работы с крахмальной полимерной композицией следует повторить до момента нагрева смеси ингредиентов и добавить альгинат натрия. Именно эта добавка обеспечит гидрофобность пластмасс и возможность их использования в создании биоупаковки.

Я могу абсолютно точно утверждать, что данная добавка биоразлагаема и безопасна, так как она используется в качестве пищевой добавки E401.

В качестве гелеобразующего компонента в полимерных композициях из картошки, банановой кожуры и кожуры мандарина, я использовала E509 $CaCl_2$.

В результате эксперимента получены гидрофобные биокомпозиции из крахмала, банановой кожуры, кожуры картошки и мандарина.

11. Сравнение полученных продуктов с существующими на рынке

Я считаю, что полученные продукты могут быть использованы в производстве упаковки. Именно поэтому для сравнения некоторых требований полученных пластмасс и уже существующих, я обратилась к ГОСТу 10354-82.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Марка-Н. Н-для изготовления изделий народного потребления, упаковки и бытового назначения; окрашенной и неокрашенной, стабилизированной и нестабилизированной.

1. Пленка не должна придавать дистиллированной воде постороннего запаха и привкуса выше 1 балла и изменять цвет и прозрачность дистиллированной воды.

ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

1. Пленка не является токсичным материалом.
2. Использование ее в нормальных комнатных или атмосферных условиях не требует мер предосторожности.
3. Пленка невзрывоопасна, при поднесении открытого огня загорается без взрыва и горит пламенем. Пленка относится к группе горючих легковоспламеняемых материалов.

Все вышеперечисленные пункты полностью соответствуют моим образцам, что показывает конкурентоспособность изготовленных пластмасс.

12. Экономическое обоснование

Многие считают, что издержки производства при получении биоразлагаемых полимеров значительно выше, чем при получении обычных пластических масс, и несмотря на преимущество первых над вторыми в плане экологической безопасности, они экономически невыгодны.

По моему мнению, данное суждение не имеет силы в современном мире. Экологические проблемы достигли апогея, и медлительность в их решении может привести к еще более ужасным проблемам. На самом деле ущерб от экологических проблем будет намного больше, чем затраты на их решение. Мои доводы подкрепляет цитата Асхата Каюмова, председателя экоцентра «ДронТ»:

«Сложилось мнение, что экологические проблемы – дело затратное. А на самом деле оно затратное, потому что никто не считает ущербов: много экологических последствий ложатся на наши карманы. Говорят: «Очищающие сооружения построить дорого. Это дорого до тех пор, пока компания не платит за ущерб здоровью человека, живущего в промзоне.»

Именно поэтому оценка экономического эффекта мной не принимается во внимание. Современные экономические модели ценообразования не учитывают реальную стоимость ущерба от загрязнения. Другими словами – пока загрязнять можно бесплатно. Размеры уплачиваемых так называемых

экологических налогов и сборов не только не связаны с масштабом вреда, но, наверное, даже не коррелируется с ним.

13. Подведение итогов и планирование дальнейшей работы

Проблема экологии на данный момент является самой важной глобальной проблемой современности. Я считаю, что моя работа поможет в ее решении.

В дальнейшем я собираюсь заниматься более подробным изучением структуры и свойств своих пластмасс. К сожалению, у меня не было доступа к необходимому оборудованию, например, к лабораторному комплексу для исследования пластмасс, для измерения индекса расплава, плотности, содержания влаги.

При дальнейшем исследовании будет проведена модификация для большей конкурентоспособности на рынке.

Также у меня в планах есть создание справочника «экологической эрудиции». Я бы хотела, чтобы все знали о вреде не только не переработанной пластмассы, но и о псевдобиоразлагаемом пластике, который наносит непоправимый ущерб нашей планете (в отличие от пластмассы, которую, при желании, можно собрать). Нельзя допускать массового обмана потребителей производителями, приводящими первых в заблуждение, играя на чувстве «экологической ответственности».

14. Заключение

В результате работы я получила несколько полимерных композиций, которым были приданы гидрофобные свойства, и изучила их структуру и свойства. Я убедилась во вреде пластмасс как псевдобиоразлагаемых, так и полностью синтетических. Также я поставила себе цели на будущее.

К сожалению, многие считают, что решение проблем подобного масштаба невозможно. Я абсолютно не поддерживаю данную точку зрения. По моему мнению, тот факт, что устранение этой проблемы будет стоить немалых затрат, тяжелой работы и моря энергии, не делает ее недостойной решения. И к тому же, что нам остается делать?

Давайте спасем нашу планету с помощью науки!

15.Список используемой литературы

1. З.Шпаусцус «Путешествие в мир органической химии».
2. М.С. Тасевеев, Л.М. Еремеева «Производство биополимеров как один из путей решения проблем экологии и АПК».
3. Б.Н.Тарасевич . Пособие к спецпрактикуму по физико-химическим методам для студентов-дипломников кафедры органической химии МГУ имени Ломоносова«Основы ИК спектроскопии с преобразованием Фурье. Подготовка проб в ИК спектроскопии». 2012.
4. А.С. Клинков, П.С. Беляев, М.В. Соколов «Утилизация и вторичная переработка полимерных материалов». 2005.
5. В. Ф. Смирнов, А. Е. Мочалова, О. Н. Смирнова, Е. А. Захарова, Д. В. Кряжев, Л. А. Смирнова «Деструкция микромицетами композиционных материалов на основе природных и синтетических полимеров».2009.
6. Войтович, В.А. Пособие по гидрофобизации строительных конструкций и изделий. 2016