**Ибрагимов А.И.1,Володина Н.Ю.2**

*1 – учащийся 7 класса МАОУ «Физико-математический лицей №93» ГО г.Уфа РБ;*

*2 - научный руководитель, учитель химии МАОУ «Физико-математический лицей №93» ГО г.Уфа РБ*

**ПОЛУЧЕНИЕ БИОРАЗЛАГАЕМОГО ЭКО-ПЛАСТИКА И ИЗУЧЕНИЕ ЕГО ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ**

Самый распространенной одноразовой посудой является пластиковая с низкой себестоимостью. Из-за больших объемов отработанного пластика остро ставится вопрос его утилизации. На повторную переработку отправляется лишь часть пластика, остальная остается на полигонах и свалках.

От сжигания полимеров в атмосферу выбрасываются токсические вещества. Пластик долго разлагается в земле, выделяя химические вещества и негативно воздействуя на окружающий мир.

**Актуальность темы исследования:** использовать альтернативный пластик, который разлагается быстрее и не выделяет токсичных соединений.

Биоразлагаемая посуда – это синтезированный высокотехнологический эко-продукт, современная альтернатива углеводородному пластику.

**Цель исследования:** создать разными способами собственный, биоразлагаемый эко-пластик в домашних условиях и протестировать в быту.

**Задачи:**1. Сбор и анализ информации по аналогам. 2. Изучение свойств биоразлагаемого пластика. 3. Подобрать различные методы создания разными способами собственного, биоразлагаемого эко-пластика и протестировать в бытовых условиях. 4. Проведение опытов по утилизации полученных образцов в разных средах. 5. Проведение опытов и анализ термической обработки биопластиков. 6. Изучение органолептических свойств биопластиков.

**Методы исследования:**1. Сбор материала и описание; 2. Синтез; 3. Экспериментальных исследований физико-химических свойств: утилизация; термические исследования; органолептические свойства; 4. Наблюдение и фотофиксация; 5. Ведение дневника наблюдений; 6. Сравнение и анализ изменений.

Объект исследования: съедобный эко-пластик, изготовленный на основе крахмалов, желатина, агар-агара.

Предмет исследования:физико-химические свойства и характеристики изготовленного эко-пластика.

**Материалы исследования**

В опытах применяю природные полимеры: кукурузный и картофельный крахмал. Он состоит из двух видов полисахаридов: линейной амилозы и ветвистого амилопектина. Для изготовления пластика лучше подходят линейные молекулы амилозы. В рецептах используют лимонную и уксусную кислоты, ионы которых в растворе способствуют разрыву связей, крепко соединяющих ветви амилопектина. Амилопектин рвется на множество более коротких цепочек амилозы. И эти молекулы перепутываются и образуют прочные связи [3].

Такие крепкие переплетения приводят к образованию хрупкого, твердого, жесткого пластика. Чтобы сделать материал мягким, гибким, гигроскопичным применяю глицерин, в качестве смазки в структуре полученного пластика, который обеспечивает скольжение между цепочками.

Вода является одним из основных реактивов реакции гидролиза крахмала. От количества воды зависит и степень вязкости и, соответственно, толщина упаковки.

Желатин получают при обработке шкур свиных и крупного рогатого скота. Уникальное свойство желатиновых гелей - их термообратимость. Плавление происходит при температурах ниже 37 °С. Желатиновый гель представляет собой сетку из полипептидных цепей с зонами сцепления. В нагретом растворе желатина тройные спирали находятся в дезорганизованном состоянии, и при охлаждении такого раствора спиральные области восстанавливаются. Гелеобразование является следствием частичного формирования тройных спиралей [4,5].

Агар-агар, полисахаридный препарат, получаемый из морских красных водорослей. Он растворим в горячей воде. Водные растворы агара концентрации 0.5 - 2.5% обладают высокой вязкостью и при охлаждении до 32-39 °С образуют прочные термообратимые гели, которые плавятся выше 85°С. [6].

**Объекты исследования**

Объектами исследования исследовательской работы являются: 4 созданных образца биопластика (образец № 1, образец № 2, образец № 3, образец № 4), 1 образец пластика из углеводородного сырья, т. е. полипропилен (образец №5).

**Методы исследования**

Мною было синтезировано 4 образца биопластика, проведены исследования физико-химических свойств и утилизация в разных средах данных образцов, опыты проводились в течении двух месяцев.

**1. Синтезирование биопластика**

**Опыт № 1 (образец № 1)**. Ингредиенты и приборы: 50 мл. фильтрованной воды, 8 г. пищевого глицерина, 8 г. кукурузного крахмала, 5 мл. уксуса, 1 капля пищевого красителя желтого цвета, весы, шприц, чаша, венчик, тефлоновая сковорода, силиконовая лопатка, плита, бумага для запекания.

Объединили все компоненты в чаше и хорошенько перемешали венчиком. 

Вылили смесь в тефлоновую сковороду. Грели на среднем огне, постоянно помешивая силиконовой лопаткой до тех пор, пока смесь не станет густой. Общее время нагревания составило около 5 минут. Готовую смесь сняли с плиты и вылили на силиконовую бумагу чтобы остыла и высохла. Через 7 дней пластик застыл, но по свойствам оказался достаточно мягким и пластичным.

**Опыт № 2 (образец № 2).**Ингредиенты и приборы: 3 г. пищевого глицерина, 12 г. желатина, 60 мл. горячей воды, пищевой краситель синего цвета, весы, мерная ложка, чаша, венчик, тефлоновая сковорода, силиконовая лопатка, плита, бумага для запекания.

Желатин предварительно замачиваем в воде, получаем густой гель. Дальнейшая процедура приготовления аналогична 1 образцу. Время нагревания 7 минут. В объеме смесь уменьшилась в 3 раза. Через 3 дня пластик затвердел.

**Опыт № 3 (образец № 3).**Ингредиенты и приборы: 3 г. пищевого глицерина, 12 г. агар-агара, 60 мл. горячей воды, пищевой краситель красного цвета, весы, мерная ложка, чаша, венчик, тефлоновая сковорода, силиконовая лопатка, плита, бумага для запекания.

Агар-агар предварительно замачивают в горячей воде. Дальнейшая процедура приготовления аналогична 1 образцу. Время нагревания 3 минуты. Через 5 дней полностью высохла.

**Опыт № 4 (образец № 4).** Ингредиенты и приборы: 50 г. картофельного крахмала, 1 чайная ложка пищевого глицерина, 1 чайная ложка лимонной кислоты, 50 мл. фильтрованной воды, пищевой краситель синего и желтого цветов, весы, шприц, чаша, венчик, тефлоновая сковорода, силиконовая лопатка, плита, бумага для запекания.

Процедура приготовления аналогична 1 образцу. Время нагревания 5 минут. Через 1 день масса затвердела, по свойствам твердая, хрупкая, не однородная.

**2. Исследование** **физико-химических свойств** **и утилизации в разных средах**

**1. Исследование воздействия воды на созданные образцы биопластика и полипропилен.** Образцы биопластика №1 - №4 и полипропилен (образец №5) поместили в стеклянные стаканы с водой. Исследование заняло две недели. Образцы №1- №4 теряли свой цвет – пищевой краситель растворялся в воде, затем биопластики разбухли, распались на мелкие частицы. Образцы №3 и №4 быстрее подверглись воздействию воды, скорее всего из-за рыхлости материала. По истечению 2 недель образцы №1- №4 полностью распались в воде, образовав мутные растворы-гели. Образец №5 остался без изменений.

**2. Исследование воздействия 1%-ого раствора гидроксида натрия на созданные образцы биопластика и полипропилен.** Образцы №1 - №4 биопластика и образец №5 полипропилен поместили в стеклянные стаканы с 1%-ым раствором гидроксида натрия. Образцы №1 - №4 потеряли свой цвет – пищевой краситель растворялся в щёлочи. В образце №1 раствор помутнел, затем стал гелеобразным, растворился. Образец № 2 отдал цвет, затем растворился. Образцы №3 и № 4 набухли, выпали в осадок, затем растворились. Через 6 дней все растворились. Образец №5 без изменений.

**3. Исследование воздействия 1%-ого раствора серной кислоты на созданные образцы биопластика и полипропилен.** Образцы №1 - №4 биопластика и образец №5 полипропилен поместили в стеклянные стаканы с данным раствором. Три образца (№1, №2, №4) потеряли цвет, окрасили раствор, затем частично растворились и выпали в осадок. Образец №3 раствор не окрасил, но постепенно растворялся. Через 5 дней все созданные образцы биопластика растворились.

**4. Исследование по утилизации и проверка на разлагаемость созданных образцов биопластика и полипропилена в естественных условиях (в почве).** Чтобы понять, как в дальнейшем утилизировать созданные образцы биопластиков, необходимо проверить, как быстро разлагаются эти образцы в почве и сравнить с полипропиленом. Все образцы биопластика №1 - №4, образец №5 полипропилен поместили в пластиковые стаканчики с влажной почвой и накрыли сверху пленкой. Через полтора месяца в пластиковых стаканах образцы №1 - №4 разложились полностью, превратились в органическую массу, в руках распадались. Образец №5 - без изменений.

**5. Исследование воздействия высоких температур, микроволн на созданные образцы биопластика и полипропилен в микроволновой печи.** Все образцы биопластика №1 - №4, образец №5 полипропилен разложены на тарелке и помещены в микроволновую печь. Время выставлено 5 минут, мощность 800 Вт. Образец №1 обуглился, образец №4 пластик частично потемнел, образцы №2 и №3 остались без изменений. Образец №5 деформировался, свернувшись в трубочку.

**6. Исследование воздействия высоких температур на созданные образцы биопластика и полипропилен при нагреве на плите.** Все образцы биопластика №1 - №4, образец №5 полипропилен разложили на тефлоновой сковороде на работающую на полной мощности конфорку электрической плиты, через пару минут выставили средний режим. Время исследования составило 5 минут. Образец №1 покрылся пузырями. Образец № 2 пластик значительно потемнел, образец №4 частично пожелтел. Образец №3 из агар-агара остался без изменений. Образец №5 - полипропилен, деформировался, значительно побелел.

**7. Исследование органолептических свойств созданных биопластиков и полипропилена, возможное их применения.** Все созданные образцы и образец полипропилена проверим на органолептические свойства, т.е. на гибкость, ломкость, хрупкость, твердость, однородность, цвет и т.д. Полученные образцы №1, №2, №4 можно использовать для производства одноразовой посуды (не для горячего, не для жидкостей), контейнеров для продуктов. Образец №3 выдерживает высокие температуры, но жидкости не допустимы. Созданные образцы №1, №2 и образец №5 еще в качестве упаковочной пленки, особенно для пищевых продуктов.

Исследование физико-химических свойств и утилизации в разных средах представлены в таблице 1.

Таблица 1. Исследование физико-химических свойств и утилизации в разных средах

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № образца | Исследования воздействия на образцы | | | | |
| вода | 1%-ого раствор гидроксида натрия | 1%-ого раствор серной кислоты | разлагаемость  в естественных условиях (в почве) | высоких температур  на плите |
| №1 | пластик растворился полностью, образовав мутный раствор | раствор помутнел, пластик растворился полностью | раствор прозрачный, пластик растворился полностью | пластик разложился, превратился в органическую массу | появилось много пузырей |
| №2 | пластик растворился полностью | раствор бесцветный, пластик растворился полностью | раствор окрасился, пластик растворился полностью | пластик превратился в органическую массу | пластик значительно пожелтел |
| №3 | пластик растворился полностью, образовав мутный раствор | раствор обесцветился, пластик растворился, полностью | раствор бесцветный, пластик растворился полностью | превратился в органическую массу, в руках распадался | без  изменений |
| №4 | пластик растворился полностью, образовав мутный раствор | раствор обесцветился, помутнел, осадок растворился | раствор бесцветный, осадок полностью растворился | пластик разложился, превратился в органическую массу | пластик частично пожелтел |
| №5 | без изменений | без изменений | без изменений | без изменений | изменил форму, значительно побелел |

**Выводы**

**Преимущество созданных образцов биопластика:**

1. Съедобны, так как изготовлены из пищевых ингредиентов.

2. Экологичны, изготовлены из натуральных ингредиентов.

3. Растворимы в 1%- х растворах гидроксида натрия, серной кислоты.

4. Быстро разлагаются в почве.

5. Возможность вторичного использования.

6. Термоустойчивость образца № 3 из агар-агара

7. Легкость и быстрота изготовления в бытовых условия.

**Недостатки созданных образцов биопластик**а**:**

1. Высокая стоимость ингредиентов (агар-агар, кукурузный крахмал).

2. Сложно найти нужные ингредиенты (агар-агар).

3. Не устойчивы к воздействию воды.

4. Низко термоустойчивы образцы №1, № 2, №4.

5. Низкий спрос на подобные пластики.

**Практические рекомендации.** Сравнение полученных образцов биопластика и пластика из углеводородного сырья (полипропилен), тестирования их в домашних условиях, позволило определить для каждого образца наиболее оптимальный вариант применения в зависимости от выявленных свойств. Данные биопластики экологичны, съедобны, безопасны. Производство подобных биополимеров необходимо развивать в нашей стране и массово использовать в хозяйственной деятельности.

Замена пластика из углеводородного сырья биопластиком:уменьшит расходы предприятий на создание продукции; сделает производство товаров с использованием биопластика высокотехнологичным, современным и конкурентным; существенно снизит негативного влияния на экологию из-за отказа от обычного пластика; повысит уровень экологического сознания населения.

**Список литературы**

1. Лешина А. Пластики биологического происхождения: Химия и жизнь №9, 2012.

2. Чен Г. и Патель М. Пластмассы, полученные из биологических ресурсов: настоящее и будущее. Технический и экологический обзор. Химические обзоры. 112, 2012.

3. [Урок химии с ИКТ "Крахмал" (urok.1sept.ru)](https://urok.1sept.ru/articles/631918)

4. [Биопластики помогут спасти окружающую среду? Аргументы "за" и "против" (econet.ru)](https://econet.ru/articles/bioplastiki-pomogut-spasti-okruzhayuschuyu-sredu-argumenty-za-i-protiv)

5. [Физико-химические свойства желатина и его использование в пищевой промышленности - Студенческий научный форум (scienceforum.ru)](https://scienceforum.ru/2019/article/2018013007)

6. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Агар-агар>