**«*БИОРАЗЛАГАЕМЫЙ СТАКАНЧИК ДЛЯ РАССАДЫ*»**

Ученицы 7 «А» класса ГУО «Средняя школа №1 имени Героя Советского Союза П.А. Кривоноса г.Кличева»

**Матюшонок Виталина Геннадьевна,**

Руководитель проекта:

**Ольшевская Анастасия Васильевна,** учитель физики и математики

ГУО «Средняя школа №1 имени Героя Советского Союза П.А. Кривоноса г.Кличева»

Кличев, 2024

**СОДЕРЖАНИЕ**

[ВВЕДЕНИЕ 3](#_Toc160394687)

[ГЛАВА 1 БИОРАЗЛАГАЕМЫЙ ПЛАСТИК 5](#_Toc160394688)

[1.1 Биоразлагаемый пластик и биопластик 5](#_Toc160394689)

[1.2 Кукуруза – основной материал для биоразлагаемого пластика 5](#_Toc160394690)

[ГЛАВА 2 СОЗДАНИЕ БИОРАЗЛАГАЕМОГО СТАКАНЧИКА ДЛЯ РАССАДЫ И ЕГО ИССЛЕДОВАНИЕ 7](#_Toc160394691)

[ГЛАВА 3 РАЦИОНАЛЬНОСТЬ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОРАЗЛАГАЕМОГО СТАКАНЧИКА 11](#_Toc160394692)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 13](#_Toc160394693)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 14](#_Toc160394694)

[ПРИЛОЖЕНИЕ А 15](#_Toc160394695)

# **ВВЕДЕНИЕ**

В 2019 году Всемирный фонд защиты диких животных заявил, что производство пластмассы в мире увеличилось в 200 раз по сравнению с 1950 годом. Ежегодно отходы пластмассы составляют более 10 миллионов тонн. Поскольку при сжигании пластика в атмосферу выделяются ядовитые газы, разрушающие озоновый слой планеты, а полное его разложение – процесс продолжительный и составляет несколько сотен лет (к примеру, период разложения полиэтиленового пакета – от 30 до 200 лет, а пластикового стаканчика – от 400 до 1000 лет), то многие мировые производители стали искать альтернативную замену пластику.

Большую часть отходов пластика составляют упаковка товаров (пакеты, стаканчики, бутылки, контейнеры) и одноразовая посуда.

Так в Республике Беларусь в целях сокращения использования одноразовой пластиковой посуды в местах общественного питания, а также принятию мер по отказу от пластиковой упаковки, заменив ее на бумажную и иные виды экологической упаковки. Министерство антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь утвердило перечень одноразовой пластиковой посуды, которую запрещено использовать в объектах общественного питания.

Согласно постановления Министерства антимонопольного регулирования и торговли от 19 февраля 2020 года № 14 и от 20 июля 2020 года № 53 в целях сокращения использования одноразовой пластиковой посуды в местах общественного питания с 1 января 2021 года в нашей стране запрещаются использование и продажа в объектах общественного питания одноразовой пластиковой посуды:

* вилки;
* ложки;
* ножи;
* палочки для размешивания напитков;
* стаканы;
* тарелки;
* трубочки (соломинки) для напитков;
* упаковка для продукции общественного питания и пищевых продуктов (контейнеры, лотки, коробки, ланч-боксы, коррексы, банки, бутылки), за исключением упаковки для кулинарных полуфабрикатов и кондитерских изделий;
* чашки.

Указанный запрет не распространяется на одноразовые пластиковые крышки для стаканов, а также на изделия и предметы, изготовленные из бумаги и картона, дерева, иных материалов природного происхождения и из комбинированных материалов [*1*].

Вместе с этим в крупных гипермаркетах нашей страны наряду с полиэтиленовыми пакетами можно встретить альтернативные варианты: бумажные пакеты, авоськи, шопперы, пакеты из биоразлагаемых материалов. Многие белорусские производители питания перешли на экологическую биоразлагаемую упаковку своего товара (Приложение 1).

**Гипотеза:** я предположила, что возможно создать стаканчик для рассады из кукурузного крахмала, который будет безопасным для окружающей среды и улучшит рост растений.

**Цель:** создание биоразлагаемого стаканчика для рассады из кукурузного крахмала, который улучшит рост и развитие растений.

Для достижения этой цели решались следующие **задачи:**

* изучить литературу о биоразлагаемых материалах, биопластике;
* самостоятельно изготовить биоразлагаемый стаканчик для рассады;
* изучить скорость его разложения и степень принесенной пользы для растений;
* провести сравнительный анализ изготовленного биоразлагаемого стаканчика и его магазинного аналога.

**Объектом исследования** является процесс изготовления биоразлагаемого стаканчика для рассады, а **предметом исследования** – изучение процесса разложения созданного стаканчика из кукурузного крахмала и его влияния на рост растений.

**Методы исследования:**

* сбор материала и описание;
* наблюдение;
* сравнение и анализ;
* ведение дневника наблюдений.

# **ГЛАВА 1 БИОРАЗЛАГАЕМЫЙ ПЛАСТИК**

## **1.1 Биоразлагаемый пластик и биопластик**

Пластиковая масса – это материал на основе синтеза полимеров, способный приобретать заданную форму при нагревании под действием давления и устойчиво сохранять ее после охлаждения [*2, с. 756*].

Биоразлагаемый пластик – это полимер, полученный из растительного сырья. Он может быть сделан из побочных продуктов сельского хозяйства или вторичного полимерного сырья, с применением микроорганизмов. В результате производится материал, который разлагается под действием живых организмов на воду, углекислый газ и биомассу [*3*].

Однако следует различать понятия «биопластик» и «биоразлагаемый пластик». Не все биопластики могут полностью разлагаться, поскольку являются продуктами вторичной переработки сырья. Нередко биопластик полностью состоит из нефти, а значит, как и другие продукты, изготовленные из этого материала, загрязняет нашу планету. Биопластики под действием внешних факторов распадаются на мелкие кусочки пластика, которые не разлагаются полностью и загрязняют землю, водоемы и даже атмосферу.

Биоразлагаемый пластик создали на основе биополимеров, которые полностью перерабатываются микроорганизмами. Биоразлагаемый пластик в зависимости от материала, лежащего в его основе, разделяют на следующие виды:

- полилактиды (ПЛА). Основа такого пластика – молочная кислота.

- полигидроксиалконоаты (ПГА). Основа этого вида пластика – растительный сахар.

- полимеры на основе крахмала.

В большинстве случаев из биоразлагаемого материала изготавливают упаковку для пищевых продуктов и пакеты. В настоящее время использование этих материалов в мировом производстве составляет более 40 %.

Полилактиды – это продукт ферментации сахаров кукурузы. Как правило, из этого материала изготавливают изделия, которые обладают коротким сроком годности. К ним относятся упаковки для фруктов, овощей, некоторых продуктов питания. Из полилактидов изготавливают хирургические нити, емкости для соков, молока.

Из полигидроксиалконоатов изготавливаются одноразовые салфетки, предметы личной гигиены и многие другие нетканые продукты.

Хотя и технологические свойства пластика, изготовленного из крахмала, уступают пластмассе, тем не менее он нашел широкое применение в производстве. Из полимера на основе крахмала изготавливают столовые приборы, сетки для хранения овощей, ящики и поддоны для продуктов, пленки, упаковочный материал.

## **1.2 Кукуруза – основной материал для биоразлагаемого пластика**

Кукуруза – это основной материал для изготовления биоразлагаемого пластика. Из определенных сортов кукурузы изготавливают крахмал или сахар, который в последствии используют для создания биомолекулы, необходимой для создания пластика. Ведь две трети кукурузного зерна – это целлюлоза, которая образуется при фотосинтезе. А значит данный вид пластика должен разлагаться полностью и без вреда для окружающей среды. Именно поэтому для изготовления пластика для своего стаканчика я выбрала кукурузный крахмал.

В клетках растений содержится крахмал, который они используют, когда им не хватает энергии (как раз именно в момент роста, перед высадкой в открытый грунт, укрепления корневой системы, цветения, формирования плодов). Крахмал – это источник глюкозы. Поэтому кукурузный крахмал особенно полезен для молодой рассады, которая нуждается в дополнительном питании, так как он более сладкий, чем картофельный. Глюкоза не только укрепляет корневую систему, но и обеспечивает быстрый рост и развитие растений, что так необходимо саженцам в первые месяцы. Кроме этого, в состав кукурузного крахмала входят такие микроэлементы, как фосфор и калий, влияющие на крепость и мощность растений. Крахмал удерживает влагу в грунте, что положительно сказывается на корневой системе. И, конечно же, он просто необходим почвенным микроорганизмам, которые влияют на получение растениями питательных веществ из почвы.

# **ГЛАВА 2 СОЗДАНИЕ БИОРАЗЛАГАЕМОГО СТАКАНЧИКА ДЛЯ РАССАДЫ И ЕГО ИССЛЕДОВАНИЕ**

Создание биоразлагаемого пластика и исследование его свойств я пошагово описала в своем дневнике наблюдений.

День 1. Проанализировав всю собранную информацию, я приступила к изготовлению пластика. Для изготовления биоразлагаемого пластика я воспользовалась рецептом из интернета. Мне понадобились 2 столовые ложки кукурузного крахмала, 1 столовая ложка уксуса, 1 столовая ложка глицерина и 4 столовые ложки воды. Все ингредиенты необходимо было смешать и нагреть на небольшом огне до загустения смеси (рисунок 2.1). Я выложила смесь на противень и, дав ей немного остыть, вылепила из нее, как из пластилина, небольшой стаканчик. Я оставила свой стаканчик на сутки до полного застывания.

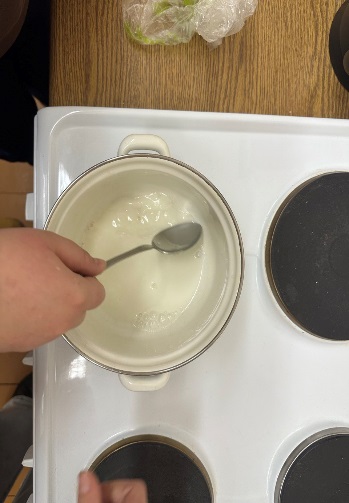
  

Рисунок 2.1 – Процесс изготовления биоразлагаемого пластика из кукурузного крахмала

День 2. Мой стаканчик застыл, но треснул. Что свидетельствует о том, что пропорция в рецепте неверна. Я начала экспериментировать и остановилась на следующей пропорции: отношение кукурузного крахмала, уксуса и воды равно 4:1:2. Чтобы мой стаканчик не покрывался плесенью, я заменила 1 часть воды глицерином. В полученную смесь я добавила пару капель пищевого красителя, благодаря чему он стал белого цвета. Для исследования я сделала несколько стаканчиков.

День 5-6. Стаканчики окончательно высохли. Они были довольно прочными. Разломать их было достаточно трудно (рисунок 2.2).



Рисунок 2.2 – Биоразлагаемые стаканчики из кукурузного крахмала

Я начала свое исследование. Мною было принято решение исследовать изготовленный стаканчик по следующим критериям:

* растворяемость в воде;
* скорость разложения;
* влияние процесса разложения стаканчика на рост растений.

А также сравнить по всем критериям мой стаканчик для рассады и магазинный биоразлагаемый бумажный стаканчик из пульперкартона.

Я поместила бумажный и изготовленный стаканчики в одинаковые емкости с водой, чтобы наблюдать процесс их растворения (рисунок 2.3).

Рисунок 2.3 – Исследование растворения бумажного и изготовленного из кукурузного крахмала стаканчиков в воде

В другие два стаканчика (самодельный и бумажный) я набрала почву и посеяла семена огурца. Стаканчики я поместила в прозрачную крышку от торта, заполненную землей так, чтобы наблюдать за процессом их разложения было удобно.

День 15-16. Я поливала огурцы в стаканчиках каждый день. На 16 день огурцы в самодельном и бумажном стаканчиках проросли.

День 20-22. В самодельном стаканчике наблюдается белый налет на поверхности земли, что свидетельствует о том, что стаканчик начал разлагаться. В бумажном стаканчике изменений не наблюдалось.

День 23. В емкости с жидкостью, в которой находится мой стаканчик, вода стала мутной. Стаканчик хоть и сохранил свою форму, но стал достаточно мягким. Аналогично вел себя и бумажный стаканчик. Он набряк и разбух. А значит начал постепенно разлагаться.

В моих наблюдениях за ростом огурцов я обратила внимание, что огурец, растущий в моем стаканчике, более крепкий и высокий (рисунок 2.3).

Рисунок 2.4 – Наблюдения за ростом огурцов

День 30-40. В емкостях с водой произошли заметные изменения. Бумажный стаканчик развалился на части и опустился в виде осадка на дно. В емкости с самодельным стаканчиком вода еще больше помутнела, появился резкий, неприятный запах, а стаканчик стал растворяться, о чем свидетельствуют деформация и изменение формы (рисунок 2.5). Я поменяла жидкость в емкостях и продолжила наблюдение.



Рисунок 2.5 – Процесс растворения стаканчиков в воде

Разница во внешнем виде растений в стаканчиках наблюдалась, но незначительно. Пока более активный рост был у огурца в моем стаканчике. Я связываю это с тем, что процесс разложения в нем проходит достаточно активно. И он уже разложился на одну треть, в отличии от бумажного.

День 50-60. Я поменяла воду. В обоих емкостях идет активный процесс разложения.

Я постоянно поливаю огурцы и наблюдаю за их ростом. Разница между растениями в двух стаканчиках достаточно заметна. Листья у огурца в моем стаканчике более сочные и крупные.

День 81-99. Мой стаканчик полностью разложился в почве, а бумажный – на 70 процентов. В почве еще остались волокна пульперкартона.

Разница между растениями достаточно заметна. У огурца, растущего в изготовленном из кукурузного крахмала стаканчике, из пазух листьев появились боковые побеги, в результате чего растение стало свешиваться.

Изменения наблюдались и в емкостях с водой. Мой биоразлагаемый стаканчик практически полностью растворился, остались лишь мелкие кусочки в виде осадка на дне. Бумажный стаканчик все еще был в процессе активного разложения. Как и в случае с почвой, на дне емкости находились неразложившиеся пульперкартонные части (рисунок 2.6).



Рисунок 2.6 – Результат растворения стаканчиков в воде через 99 дней

На основании своего исследования я сделала следующие выводы.

Изготовленный мною биоразлагаемый пластик разлагается полностью в почве и намного быстрее представленных в магазине аналогов. А значит, может использоваться в домашних условиях и абсолютно безопасен для окружающей среды.

Изготовленный мною биоразлагаемый пластик полностью растворяется в воде в течение чуть больше девяноста суток, опережая в этом свой магазинный аналог.

Сравнительный анализ процесса роста растений показал, что изготовленный мною биоразлагаемый стаканчик полезен для рассады. Благодаря процессу своего разложения он выделяет в почву питательные микроэлементы такие, как глюкоза, фосфор, калий, необходимые растениям для их роста и развития.

# **ГЛАВА 3 РАЦИОНАЛЬНОСТЬ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОРАЗЛАГАЕМОГО СТАКАНЧИКА**

Я решила узнать себестоимость созданного биоразлагаемого стаканчика и сравнить его с магазинными аналогами.

Для изготовления одного стаканчика требуется:

* 4 столовые ложки кукурузного крахмала (120 грамм);
* 1 столовая ложка уксуса (15 грамм или 15 миллилитров);
* 2 столовые ложки воды (36 грамм или 36 миллилитров);
* пару капель глицерина (примерно 1 грамм или 1 миллилитр).

Я сравнила стоимость кукурузного крахмала в нескольких магазинах, средняя цена за 500 грамм крахмала составила 2 рубля 46 копеек (рисунок 3.1).

Рисунок 3.1 – Стоимость кукурузного крахмала в белорусских магазинах

Стоимость 1 литра столового уксуса в представленных магазинах одинакова и составляет 2 рубля 39 копеек. Для изготовления моего стакана мне потребовался глицерин. Стоимость 40 миллилитров которого в аптеке разнится от 2 рублей 10 копеек до 3 рублей 60 копеек. Поскольку для моего стаканчика глицерин используется в качестве пластификатора, то для его изготовления я использовала самый дешевый глицерин в аптеке стоимостью 2 рубля 10 копеек.

Исходя из представленных выше рецепта и стоимости расходных материалов (воду я не учитывала), путем составления пропорций и математических подсчетов, я определила, что себестоимость одного моего стаканчика составляет 68 копеек. Сравнив стоимость моего стаканчика и его магазинных аналогов, изготовленных из других биоразлагаемых материалов, таких как пульперкартон и торф, я пришла к выводу, что мой стаканчик стоит дороже в 2-3 раза (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Стоимость одного стаканчика для рассады из биоразлагаемого материала

|  |  |
| --- | --- |
| **Вид стаканчика для рассады из биоразлагаемого материала** | **Стоимость 1 стаканчика для рассады из биоразлагаемого материала в магазинах нашего города** |
| Торфяной стаканчик | 11,5 копеек |
| Стаканчик из пульперкартона | 26 копеек |
| Мой стаканчик | 68 копеек |
| Кассета для рассады из пульперкартона | 67,6 копеек |

Однако он имеет целый ряд преимуществ:

* высаживать рассаду в открытый грунт можно непосредственно вместе со

стаканчиком, который еще активнее продолжит процесс своего разложения, находясь в почве, что принесет пользу рассаде, поскольку не травмирует ее корневую систему;

* процесс разложения моего стаканчика, как показали исследования, проходит значительно быстрее его магазинных аналогов, что позволит растению быстрее адаптироваться в новой среде;
* при разложении стаканчика выделяются такие элементы как фосфор, калий и вещество глюкоза, которые укрепляют корневую систему растений, улучшают их рост и развитие;
* при разложении моего стаканчика крахмал удерживает влагу в грунте, что положительно сказывается на корневой системе.

В отличие от созданного мной стаканчика, его аналог – стаканчик из пульперкартона при разложении распадается на мелкие волокна пульперкартона, которые до их полного разложения препятствуют поступлению влаги и питательных веществ к корневой системе. Аналогичным образом ведет себя и торфяной стаканчик, распадаясь до длинных торфяных волокон.

Таким образом, преимущества моего стаканчика окупают более высокие затраты в изготовлении по сравнению с его аналогами, поскольку первые месяцы при разложении стаканчика в грунте растение получает ряд питательных элементов и не требует дополнительной подкормки, что значительно уменьшает денежные расходы.

# **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В ходе своего наблюдения я провела сравнительный анализ стаканчиков из биоразлагаемых материалов. В качестве контрольной группы у меня были изготовленные мною стаканчики из кукурузного крахмала и биоразлагаемые бумажные стаканчики для рассады из пульперкартона, купленные в магазине.

Цель моего исследования достигнута и поставленные задачи решены: мне удалось в домашних условиях получить образец биоразлагаемого пластика на основе природного продукта - кукурузного крахмала. Изготовленный мною пластик способен полностью разлагаться в почве в течение 80-90 дней, а также полностью разлагается в воде за чуть больше, чем 90 дней. При этом изготовленный мною пластиковый стаканчик достаточно прочный и влагоустойчив в обычных условиях. Он пригоден для выращивания рассады. И, согласно проведенным мною исследованиям, благоприятно влияет на рост и развитие растений.

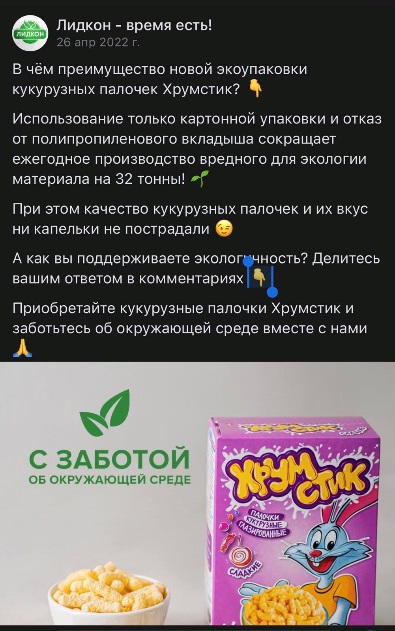
Моя гипотеза подтвердилась: создать стаканчик для рассады из кукурузного крахмала, который будет безопасным для окружающей среды и улучшит рост растений возможно.

Я планирую продолжить исследования данного биоразлагаемого пластика и его влияние на рост и развитие других овощных культур, выращиваемых на школьном огороде, а также поработать над формой стаканчика, оптимизировать и улучшить ее.

# **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Дополнен перечень одноразовой пластиковой посуды, использование и продажа которой запрещается в объектах общественного питания с 1 января 2021 года [Электронный ресурс] // Министерство антимонопольного регулирования цен. – Режим доступа: https://www.mart.gov.by/news/novost/dopolnen-perechen-odnorazovoy-plastikovoy-posudy-ispolzovanie-i-prodazha-kotoroy-zapreshchaetsya-v-obektakh-obshchestvennogo-pitaniya-s-1-yanvarya-202/. – Дата доступа: 04.08.2020.
2. Прохоров, А.М. Большой энциклопедический словарь / А.М. Прохоров. – М.: Издательство «Советская энциклопедия», 1991. – 1653 с.
3. Лешина, А. Пластики биологического происхождения / А. Лешина // Химия и жизнь ХХI век .— 2012 .— №9 .— С. 2-5 .— Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/249547/>. Дата доступа: 11.09.2012.
4. Как и зачем опытные огородники используют крахмал для выращивания рассады [Электронный ресурс] // Журнал «Новый очаг». – Режим доступа: https://www.novochag.ru/dacha-and-garden/kitchen-garden/kak-i-zachem-opytnye-ogorodniki-ispolzuyut-krahmal-dlya-vyrashchivaniya-rassady-raskryvaem-sekrety-bogatogo-urozhaya/. – Дата доступа: 08.01.2023.
5. Погорелов А.А. Биоразлагаемый пластик // Международный школьный научный вестник. – 2020. – № 1. – С. 20-20;  
   Режим доступа: <http://school-herald.ru/ru/article/view?id=1276/>. Дата доступа: 25.02.2021.
6. Органический пластик в домашних условиях – как сделать биоразлагаемый материал из крахмала [Электронный ресурс] // Master club.online. Пошаговые инструкции по созданию самоделок на каждый день для хобби и быта. – Режим доступа: https://masterclub.online/topic/15166-biorazlagaemyi-plastik/. – Дата доступа: 08.10.2019.

# **ПРИЛОЖЕНИЕ А**

****

Лидкон – производитель продуктов быстрого приготовления, специй и сухих завтраков.

****

Производитель молочной продукции – «Бабушкина крынка»

****

«Молодецкие яйца» – производитель Солигорская птицефабрика