

Краевое государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного образования «Красноярский краевой центр Юннаты»  
Муниципальное автономное образовательное учреждение «Лицей № 1»

**Учебно-исследовательская работа**  
**«Изменение массы образцов бумаги и картона в почве»**

Выполнили:  
Рудюк Елизавета Евгеньевна  
Замятина Екатерина  
Андреевна

Руководитель: Ключникова Ольга Сергеевна  
педагог дополнительного образования  
Вагина Татьяна Борисовна  
учитель

г. Красноярск, 2023

## Содержание

Введение	3
Обзор литературы	4
1. Вторичное волокно или макулатура. Отличительные свойства	4
1.2 Цикличность производства вторичного волокна	5
1.4 Варианты утилизации пульпы картона и бумаги	5
1.5 Биоразложение целлюлозы в почве. Методики определения целлюлозоразлагающей способности почвы	6
2. Практическая часть	7
2.1 Методика определения потенциальной целлюлозоразлагающей способности почвы	7
2.2 Проведение эксперимента	7
3 Результаты	8
3. Выводы	9
4 Заключение	10
5. Список использованной литературы	11

## Введение

На сегодняшний день в России существует проблема утилизации твердых бытовых отходов. Несмотря на то, что на территории Российской Федерации функционирует около 30 предприятий по переработке бумажных отходов, а в 2011 году доля вовлечения вторичного сырья в технологический процесс увеличилась до 27,6 % и продолжает расти, проблема отходов картона и бумаги впечатляет – около 15 млн т. бумажных отходов, а это почти в три раза превышает объемы целлюлозы, производимой в России, оказывается на свалках[6]. Такая ситуация возникает в основном потому что бумажная масса после нескольких переработок теряет свои свойства, соответственно отработанный картон для вторичной переработки используется меньше чем бумага. Также на свалках оказывается картонная пищевая упаковка, которая почти всегда загрязнена остатками продуктов, подверженных быстрой биологической порче. В России нет технологий термодиспергирования бумажной массы, поэтому пищевую картонную упаковку проще отправить на свалку иначе рост бактерий в местах хранения негативно отразится на себестоимости и качестве макулатурной продукции и станет угрозой для персонала перерабатывающих предприятий. [4]

Сейчас происходит поиск направлений для вторичного использования целлюлозной массы картона, прошедшего несколько циклов переработки. Одним из направлений является биокомпостирование целлюлозы - получение гумуса из целлюлозной массы. Целлюлоза разрушается представителями многих родов микроорганизмов – *Alternaria tenuis*, *Aspergillus amstelodamy*, *Aspergillus oryzae*, *Aspergillus terreus*, *Fusarium culmorum* и др., в результате чего образуется компост, который можно использовать для восстановления почвенного покрова.[1]

Наша гипотеза состоит в следующем - целлюлозная масса, полученная после вымачивания картона будет быстро разлагаться в почве с высокой биоразлагающей активностью при создании благоприятных условий.

Цель: Исследование изменения массы образцов бумаги и картона после нахождения в почве

Задачи:

1. Найти информацию о разложении разного вида макулатуры в почве
2. Выбрать на основе литературных источников наиболее подходящую методику для проведения исследования по изменению массы образцов бумаги и картона после нахождения в почве
3. Определить в ходе опыта изменения массы образцов бумаги и картона после нахождения в почве и сравнить полученные результаты с рабочей гипотезой

Объект исследования – бумажная масса, полученная после вымачивания картона.  
Предмет исследования - изменение массы бумажных образцов и картона после нахождения в почве; Для достижения результатов исследования были использованы следующие методы: измерение, эксперимент, описани

## 1. Обзор литературы

### 1.1. Вторичное волокно или макулатура. Отличительные свойства.

Бумага состоит из большого числа различных компонентов. Как правило, это растительные волокна, тесно переплетенные между собой и связанные различными химическими способами. Основными элементами для производства волокон служат: древесная целлюлоза, получаемая химической обработкой древесины, и древесная масса, то есть механически измельченная древесина. Растительные волокна формируют структуру бумаги и имеют наибольшее влияние на ее свойства. В состав бумаги могут вводиться минеральные наполнители, проклеивающие вещества, красители и другие специальные добавки. Результатом смешивания всех компонентов является целлюлозная смесь. [8]

В отличие от первичных полуфабрикатов волокнистая масса из макулатуры представляет собой многокомпонентную систему, которая характеризуется неоднородностью по компонентному составу. Макулатура может состоять из смеси волокон различного происхождения и состояния (волокна беленых и небеленых видов целлюлозы, древесной массы, полуцеллюлозы, полученных из различных пород древесины различными способами с применением различных химикатов); набора включений неволокнутого характера и различной плотности, природы и происхождения (частицы наполнителя, типографской краски, связующих и проклеивающих веществ). При этом в макулатурной массе присутствуют включения, не только применяемые в композиции бумаги, но и попавшие при сборе, транспортировке и упаковке макулатуры, например, песок, скотч, канатноверевочные материалы и т.д. [10].

Главное отличие вторичных волокон от первичных волокон – пониженные бумагообразующие свойства. В результате прохождения технологических стадий первичного изготовления бумаги и картона (размол, прессование, сушка, отделка и т.д.), а также процессов переработки бумаги и картона (процессы гофрообразования, сушки гофрокартона) и подготовки макулатурной массы волокна приобретают новые физические свойства, которые являются причиной ухудшения бумагообразующих свойств вторичного волокна.

Вторичные волокна характеризуются следующими отличительными особенностями бумагообразующих свойств:

- 1) пониженной прочностью индивидуальных волокон; слабой способностью к образованию межволоконных связей в процессе формирования полотна и механическому сцеплению волокон;
- 2) ухудшением способности волокон к набуханию;
- 3) повышенной восприимчивостью к измельчению в процессе роспуска и размола и, как следствие, ухудшением фракционного состава; [7]

### 1.2. Цикличность производства вторичного волокна

Технологический процесс изготовления картонно-бумажной продукции включает в себя следующие стадии: подготовку макулатурной массы (ропуск в гидроразбивателе с извлечением отходов синтетических полимеров, последующей сортировкой с выделением мелких фракций полимеров, металлических включений, прочих загрязнений), подачу очищенной макулатурной массы на бумагоделательную машину, формовку, проклейку, сушку, накат и отделку готового бумажного полотна.

Важным аспектом использования макулатуры в качестве сырья для бумажного производства является цикличность использования макулатуры (многократное использование макулатуры в процессе производства бумажно-картонной продукции). Увеличение циклов использования макулатуры сопровождается снижением бумагообразующей способности вторичных волокон, накоплением мелких волокон и минеральных примесей в массе. Эта проблема является скрытой, так как на сегодняшний день невозможно определить количество производственных циклов с участием вторичного волокна, т.е. сколько раз макулатурные волокна подвергали роспуску, размолу, сушке и т.д.

## **1.2 Варианты утилизации пульпы картона и бумаги**

Мы проанализировали статьи, в которых говорится о вариантах утилизации пульпы и макулатуры, не пригодной для дальнейшего цикла переработки. Так, в статье [2] говорится о применении метода мокрого истирания для получения бумажной пульпы и использовании ее в качестве органоминеральных удобрений (далее ОМУ) под зеленые насаждения города или в закрытом грунте. Для такого использования необходимо, чтобы дезинтегрирующий раствор (он же дезинфицирующий): не содержал вещества вредные для почвы и растений; был безвредным для человека (последующая ручная сортировка); был удобен при транспортировке; был недорогим.

Также в этой статье предлагается использовать бумажную пульпу в качестве согревающей подстилки, которая будучи уложена под слой почвы и периодически поливаемая, выделяет достаточно тепла для согрева внутреннего пространства теплицы и углекислоты для подкормки растений. После использования по этому назначению, согревающая подстилка может использоваться в качестве ОМУ не только в теплицах, но и в садово-парковом хозяйстве.

Так, в статье [3] говорится о решении проблем с обращением к органическими отходами, путем превращения их в компост, описан опыт работы перерабатывающего завода ОАО «ЗПБО» г. Тольятти.

## **1.3 Биоразложение целлюлозы в почве. Методики определения целлюлозоразлагающей способности почвы**

Биоразложение целлюлозы является одним из звеньев в цепи превращения органических соединений в составляющие почвы [14]. Данный процесс

осуществляется при участии как минимум двух групп микроорганизмов: во-первых, истинных бактерий, миксобактерий и актиномицетов, целлюлолитические ферменты которых действуют на субстрат при контакте с поверхностью клетки; во-вторых, грибной микрофлоры, гидролитическое действие которой на целлюлозу обеспечивается выделяемыми ею внеклеточными целлюлазами. [9]

## **2. Практическая часть**

### **2.1 Методика потенциального разложения целлюлозы [5]**

1. 50г. почвы помещают в чашку Петри.
2. Распределяют и сверху накладывают образец содержащий целлюлозу.

3. Фильтр и почву хорошо увлажняют (Необходимо чтобы образец плотно прилегал к поверхности и был достаточно увлажнен.)
4. Чашки закрывают и помещают в термостат.
5. Инкубируют в течении нескольких недель (от 2-х до 4-8, в зависимости от особенностей почвы) при температуре 28 градусов.

## 2.2 Проведение эксперимента

Практическую часть мы проводили в лаборатории Красноярского краевого центра «Юннаты» с 11.11.22 по 18.01.23. Для исследования нами были приготовлены образцы пульпы бумаги и картона по 2 образца каждого типа. Для приготовления пульпы мы вымачивали бумагу и пищевой картон (коробка от пиццы) в течении 2 суток, затем размалывали блендером для чего, затем отправляли получившуюся пульпу на сетку, образцы высушивали на открытом воздухе в течение 2 суток. В качестве контрольных образцов мы использовали обычную бумагу и пищевой картон (коробка от пиццы).

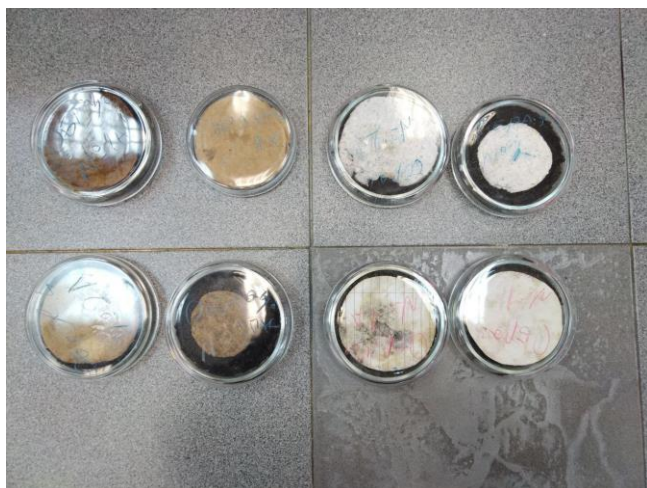


Рисунок 1 - Образцы перед началом инкубирования

Получившие образцы взвешивали, обильно смачивали водой, помещали в чашки Петри на слой почвы. Почва была взята с опытного участка- центра «Юннаты», представляла собой чернозем с высокой целлюзоразлагающей способностью 50-80%. Образцы подписывали и ставили в термостат для инкубирования при 28 градусах.



Рисунок 2 - Этапы проведения исследования (взвешивание, смачивание, помещение образцов в термостат)

После инкубирования в течение 2 недель проводили промежуточное взвешивание, затем дополнительно увлажняли и ставили в термостат еще на 2 недели. Окончательные замеры массы образцов провели 18.01.23. Перед взвешиванием образцы подсушивали в духовом шкафу для удаления лишней влаги. Данные заносились в таблицу.



Рисунок 3 - Высушивание образцов в духовом шкафу

### 3. Результаты исследования

В ходе нашего исследования мы определили изменения массы образцов после разложения в почве. Данные заносились в таблицу.

Таблица № 1 Изменение массы образцов бумаги и бумажной пульпы

№	Дата	Бумага(гр.) Образец 1	Бумага(гр.) Образец 2	Бумажная пульпа(гр.) Образец 1	Бумажная пульпа(гр.) Образец 2
1	11.11.22	0.46	0.46	3.99	3.99
2	20.12.22.	0.275	0.310	3.385	3.335
3	18.01.23	0.255	0.145	0.765	1.580

Таблица № 2 Изменение массы образцов картона и картонной пульпы

№	Дата	Картон(гр.) Образец 1	Картон(гр.) Образец 2	Пульпа картона(гр.) Образец 1	Пульпа картона(гр.) Образец 2
1	11.11.22	2.22	2.22	3.00	3.00
2	20.12.22.	1.85	2.20	2.860	2.545
3	18.01.23	1.445	1.735	1.735	2.335

В результате исследования мы выявили, что лучше всего в почве с высокой целлюлозоразлагающей способностью быстрее всего разлагается бумажная пульпа - интенсивность разложения равна 70,70%, а медленней всего разлагается пульпа картона - интенсивность разложения равна 22,90%.

Таблица №3 Средняя масса и интенсивность разложения образцов

№	Образцы	Бумага	Бумажная пульпа	Картон	Пульпа картона
1	Средняя масса в начале эксперимента, гр.	0, 46	3, 99	2,22	3,00
2	Средняя масса в конце эксперимента, гр.	0, 2	1, 1725	1,59	2, 035
3	Интенсивность разложения, %	56,50	70,70	28	22,90

#### **4. Выводы**

1. На основании изученной литературы были выбраны 2 вида макулатуры и приготовленные 4 вида образцов для исследования;
2. Для выявления изменения массы макулатуры после разложения была выбрана методика: “Определение потенциальной целлюлозоразлагающей способности”;
3. После проведенного эксперимента мы выявили, что за 2 месяца бумажная пульпа разлагается на 70%, пульпа картона на 23%. Гипотеза подтвердилась частично, так как пульпа бумаги разлагается лучше, чем бумага, а пульпа картона хуже всех образцов.

#### **5. Заключение**

Наша гипотеза о том, что целлюлозная масса, полученная после вымачивания картона будет быстро разлагаться в почве с высокой биоразлагающей активностью при создании благоприятных условий не подтвердилась.

Поиск способов переработки картона для получения удобрений будет продолжаться.

## Список использованной литературы

1. Варфоломеев С.Д., Гуревич К.Г. Биокинетика. Практический курс. М.: ФАИР-ПРЕСС, 1999. 720 с.
2. Евсеева С. С. “Переработка твердых бытовых отходов методом мокрого истирания”
3. Заболотских В.В., А.С. Гомоницкая, С.В. Кутмина “Технологические приемы улучшения качества компоста, получаемого из органических отходов”
4. Иванов С.Н. Технология бумаги. М.: Школа бумаги, 2006. 520 с
5. Методы биологической диагностики почв: Метод. указания / Краснояр. гос. аграр. ун-т. - Красноярск. 2001. - 18 с.
6. Никольская В. Российская целлюлозно-бумажная промышленность: переход на автономный режим // Международный промышленный портал. — 2011, 12 сентября. [Электр. ресурс]. Режим доступа : URL : [http://www.promvest.info/news/obzor.php?ELEMENT\\_ID=37696](http://www.promvest.info/news/obzor.php?ELEMENT_ID=37696)
7. Особенности технологии бумаги-основы для гофрирования из макулатуры и требования к ее потребительским свойствам / Л.А. Южанинова, Д.А. Дулькин, В.А. Спиридонов, В.И. Комаров. – Архангельск, 2007. – 103 с.
8. Состав и производство бумаги // Графика: официальный сайт - 2017. - [http://канцтоварыпсков.рф/company/news/sostav\\_i\\_proizvodstvo\\_bumagi/](http://канцтоварыпсков.рф/company/news/sostav_i_proizvodstvo_bumagi/)
9. Титова В.И., Козлов А.В. Методы оценки функционирования микробоценоза почвы, участвующего в трансформации органического вещества. Н. Новгород: Нижегородская гос. с.-х. академия, 2012. 64 с.
10. Яблочкин Н.И., Комаров В.И., Ковернинский И.Н. Макулатура в технологии картона. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 2004. – 252 с