

Секция «Переработка отходов»

**Тема:** «Технология изготовления одноразовой посуды на основе биоразлагающихся материалов»

**Работу выполнил:**

Тихонов Даниил, ученик 8 класса  
МБОУ «Гимназия №1» г.  
Мариинский Посад Чувашской Республики

**Научный руководитель:**

Тихонова Н.Л.,  
заместитель директора по УВР

## Оглавление

	Стр.
<b>Введение.....</b>	<b>3</b>
<b>Обзор литературы.....</b>	<b>4</b>
<b>Методы исследования.....</b>	<b>6</b>
<b>Результаты и обсуждение.....</b>	<b>7</b>
<b>Выводы.....</b>	<b>12</b>
<b>Список литературы.....</b>	<b>12</b>

## Введение

Пластик в наши дни стал одним из самых используемых материалов в мире. Одноразовая посуда из синтезированного пластика используется ежегодно более десятка миллиардов штук. Полимерные изделия повсеместно используются в быту. Конечно, пластик обладает неоспоримыми качествами – он легок и долговечен. Однако, несмотря на все свои, казалось бы, привлекательные свойства, пластик имеет ряд недостатков. Два основных из них заключаются в следующем: во-первых, пластиковые изделия производятся из невозобновляемых природных ресурсов – нефти, угля, газа и, во-вторых, его долговечность в долгосрочной перспективе обернулась одним из его главных недостатков и теперь угрожает экологии всей планеты.

Согласно подсчетам, в год одноразовой посуды в России выпускается около 14 миллиардов единиц (пластиковые стаканы, приборы, тарелки и т.д.). Наиболее продаваемый вид пластиковой посуды — это стаканчики и тарелки. На их долю приходится более 77% пластиковой продукции. Примерно 19% составляет сегмент столовых приборов. Менее востребована одноразовая посуда премиум-класса — 4% (различные пластиковые фужеры, оригинальные чашки и другая утварь изысканного дизайна).

Россия решила следовать мировой тенденции по сокращению использования пластика. Минприроды России готовит запрет на производство одноразовой посуды. Об этом заявил глава ведомства. На сегодняшний день в мире зафиксировано 8,3 миллиарда тонн выброшенного полимера, который является практически «бессмертным».

Новый вариант — одноразовая посуда из биоразлагающихся материалов, посуда, которая изготавливается только из природных растительных материалов. Она подходит как для холодных, так и горячих продуктов, не бьется, не обжигает и исключает повторное применение. Позволит сохранить природные ресурсы и сократить накопление «бессмертного» выброшенного полимера.

Сокращение объемов потребления пластика в рамках борьбы с так называемым пластиковым загрязнением природы – общемировая тенденция. В Евросоюзе, например, планируют постепенно – до 2021 года – полностью отказаться от пластиковой посуды. Данная мера, как поясняют лоббисты, позволит снизить потребление пластика в Европе и уменьшить уровень пластикового загрязнения мирового океана, но необходимость в альтернативной одноразовой посуде из биоразлагающихся материалов для общепита, для выездного обслуживания (кейтеринг) и продажа в розницу населению сохранится.

**Цель работы** – разработать технологию изготовления одноразовой посуды из природных растительных материалов.

### **Задачи работы:**

- рассмотреть имеющиеся аналоги одноразовой посуды из биоразлагающихся материалов;

- подобрать природный растительный материал для изготовления одноразовой посуды по цене, меньшей, чем из бумаги с дальнейшей переработкой для последующего изготовления (полным циклом);

- провести эксперименты по обработке природного растительного материала в соответствии с технологическим процессом;
- по результатам экспериментов провести анализ и скорректировать, по необходимости, технологические параметры;
- представить технологическую схему процесса получения одноразовой посуды на основе биоразлагающихся материалов.

**Объект исследования:** одноразовая посуда из биоразлагающихся материалов.

**Предмет исследования:** технология создания: одноразовой посуды из биоразлагающихся материалов.

**Гипотеза исследования:** одноразовую посуду можно создать из опавших листьев деревьев.

### Обзор литературы

При написании данной работы я повторил внутреннее строение листа, связь строения клеток и тканей листа с выполняемыми функциями [1]. Узнал, что происходит с листьями деревьев после остановки сокодвижения. При одревеснении клеточных оболочек происходит их пропитывание лигнином. [2].

Лигнин – это вещество, которое входит в состав абсолютно всех растений на Земле. Основное предназначение лигнина – это обеспечение герметичности стенок сосудов, по которым передвигается вода и растворенные в ней питательные вещества. Лигнин и целлюлоза, находясь вместе в клеточных стенках, увеличивают их прочность. [3]

Особую ценность при написании данной работы мне помогли интернет-источники с описанием технологии изготовления бумаги на целлюлозно-бумажных комбинатах.[4]. Основным материалом, используемым для производства бумаги — древесина разных (больше – хвойных, потому что они на 40–50% состоят из целлюлозы) сортов и макулатура, а в данной работе предлагается использовать в качестве источника целлюлозы лиственный опад. Заготовленная древесина проходит специальную обработку: химическую и механическую. Целлюлозу получают в процессе варки древесины в химическом растворе.

Технологию изготовления одноразовой посуды из листового опада можно существенно упростить, по сравнению с переработкой древесины для получения целлюлозы:

- на этапе механической обработки (не требуются металлоемкие, энергоемкие станки по обработке сырья, лиственный опад легче измельчить, чем древесину);
- на этапе химической обработки (целлюлозу легче выделить из листового опада, чем из древесных опилок или щепы, так как можно использовать менее концентрированные химические реагенты).

Крахмал — белое аморфное вещество, нерастворимое в холодной воде. В горячей воде он набухает и образует клейстер. Не имеет вкуса. [5]

Модифицированный крахмал – это измененный углевод, полисахарид, вещество, полученное из обычного кукурузного, картофельного, тапиокового или другого путем воздействия химических, физических, биохимических и других факторов, а также за счет их комбинации. Мы используем физическое воздействие

ультразвуком. Генная модификация здесь не участвует. Такая модификация требуется, чтобы получить вещество с заданными свойствами: лучшими способностями к набуханию, образованию прозрачного клейстера, растворению при различной температуре и т.д. Это целенаправленное изменение качеств органического соединения. По внешнему виду полученный полисахарид мало чем отличается от обычного крахмала. Это белый порошок, не обладающий запахом. При хорошей очистке в нем практически ничего не остается, кроме основного вещества. [6]

Существует одноразовая посуда, которая самостоятельно разлагается за короткие сроки, без загрязнения среды – отличный выбор для любых пунктов быстрого питания. Посуда эта выполнена из различных материалов, которые не имеют вредных примесей и отлично разлагаются при попадании в почву.

На сегодняшний день созданы наборы биопосуды из кукурузного крахмала и сахарного тростника.

Recycle нашел экологичные альтернативы пластиковой посуде и упаковке для продуктов - из косточек авокадо, крахмала или яблочного пюре.

Компания Biofase собирает косточки от авокадо у компаний, которые специализируются на производстве гуакамолы и авокадного масла, а это около 50% мировых поставок авокадо, затем они производят посуду нужной формы и размеров.

Компания ECOFRIEND производит экологически чистую и биоразлагаемую посуду и любые виды упаковки из бумаги и джута. Они изготавливают бьюти-упаковки, эко-мешки, холщовые эко-сумки для покупок, крафт-пакеты для сыпучих продуктов, упаковочную эко-бумагу, и т.д.

Российская компания GEOVITA производит из кукурузного крахмала ланч-боксы, контейнеры для еды, упаковку, тарелки, столовые приборы.

Solskin Peels – проект израильского дизайнера Ори Сонненшейн (Ori Sonnenschein). Он выпускает биоразлагаемую посуду из апельсиновых корок, которая приятно пахнет и легко перерабатывается. При создании коллекции посуды дизайнер использует технику сушки и элементарного литья. Это позволяет изготавливать из биоматериала ложки, чашки, тарелки, банки. Чтобы сделать посуду ярче, Сонненштейн выворачивает кожуру наизнанку, за счет чего получают объекты с белой мягкой текстурой.

Итальянская дизайнерская компания Who Made разработала коллекцию биоразлагаемой посуды из пищевых отходов. Она получила название Foodscapes. Посуду производят, в основном, из морковной кожуры и скорлупы арахиса.

В ресторанах ИКЕА и столовых для персонала на смену одноразовой пластиковой посуде пришла посуда из натуральных материалов: кукурузного крахмала и волокна сахарного тростника.

В США в сети ресторанов Alfred Coffee & Kitchen посетителям предлагают кофе из съедобных стаканов, сделанных из вафли. Они хранят форму достаточно долго для того, чтобы успеть выпить кофе, после чего стаканчик можно съесть.

Самарские ученые представили съедобную посуду, которая не только может помочь решению проблемы утилизации мусора, но и принести пользу организму. В ее состав входит натуральное яблочное пюре. Для ее производства сначала

получают фруктовое или овощное пюре, затем эту массу заливают в специальную форму и сушат.

Берлинский стартап Kaffeeform начал производить кружки и тамблеры из использованной кофейной гущи. Кружки очень легкие, но при этом прочные. Они не разобьются даже при падении с высоты 1,5 м.

Альтернативу одноразовой пластиковой посуде придумал житель Башкортостана Вадим Фаттахов – с его подачи в ресторанах и кафе российских мегаполисов появились съедобные ложки. Продукт Вадима Фаттахова помогает снизить потребление пластика в российском общепите. Вместо одноразовой посуды можно воспользоваться ложками из теста.

Проблема с одноразовой посудой из вышеперечисленных материалов начинается с самого первого этапа производства, а именно – с выращивания основного компонента, то есть самой пшеницы, кукурузы, картофеля и т.д. На сегодняшний день, большая часть этих растений так или иначе, идет в пищевую промышленность, то есть для производства из них одноразовой посуды потребовались бы дополнительные сельхозугодия. Поэтому это еще не решение проблемы.

Спектр экологически безвредных аналогов, способных заменить одноразовый пластик, достаточно широк. Основной сдерживающий фактор – цена. Если одноразовая бумажная посуда примерно в 1,5 раза дороже пластиковой, то посуда из тростника, кукурузного крахмала и бамбука – более чем в 10 раз.

Значимость работы заключается в уникальности с точки зрения использования дешёвого основного биоразлагающегося сырья – листового опада (80% в составе одноразовой посуды из биоразлагающихся материалов). Затраты на сбор листового опада в осенний период бюджетами муниципальных образований заложены. Данную идею можно реализовать в любом регионе России, где осуществляется сбор листового опада местными муниципальными организациями. Технология создания одноразовой посуды помогает окружающей среде и положительно влияет на здоровье людей.

### **Методы исследования**

Для написания работы применялись методы исследования: теоретический, эмпирический, экспериментальный. В разработке одноразовой биоразлагающейся посуды использовалось следующее оборудование: сито с ячейками 20 на 20 мм, промышленный электрический фен 220В, мощностью 2,5 кВт, кухонный измельчитель Блендер, кухонная посуда из нержавеющей стали, пирометр бесконтактный, таймер, игольчатый измеритель влажности ТК100Н, кухонные электронные весы. В технологическом режиме использовались такие реактивы, как двухпроцентный водный раствор NaOH, однопроцентный раствор глицерина, поваренная соль, зерновой крахмал, холодная вода, перекись водорода.

## Результаты и обсуждения

В качестве альтернативы одноразовой посуде из листового опада можно рассмотреть одноразовую посуду из крахмала (кукурузный, картофельный, пшеничный). Это уникальный подвид экологически чистой и безопасной посуды, в процессе производства которого не используются вредные для организма человека вещества и ГМО. Кроме того, для окружающей среды любой вид утилизации данных изделий также абсолютно безвреден. Посуда из данного вила сырья – это продукция экономичного сегмента современного рынка. Она совершенно нетоксична, посторонний запах отсутствует. На ощупь ее можно спутать с достаточно плотным пластиком, но ничего общего с пищевыми пластиками материал не имеет. И что с такой посудой не так?

Проблемы с ней начинаются с самого первого этапа производства, а именно — с выращивания основного компонента, то есть самой пшеницы или кукурузы. На сегодняшний день большая часть этих растений так или иначе идет в пищевую промышленность, то есть для производства из них одноразовой посуды потребовались бы дополнительные сельхозугодия. Это само по себе вредно для природы.

В системе городского садово-паркового хозяйства все объекты подразделяются на классы и категории в зависимости от их назначения и размещения в городской застройке, к которым предъявляются разные требования по содержанию и интенсивности ухода. Наиболее высокие нормы расходов установлены на обслуживание объектов I класса (зеленые насаждения городского назначения, наиболее ответственные по местоположению и ценности, наиболее посещаемые городские парки, сады, скверы, участки у общественных и исторических зданий и сооружений, важнейшие уличные магистрали). II класс – это объекты районного назначения: парки, сады, скверы, бульвары, улицы, дороги и проезды. III класс включает зеленые насаждения местного значения: сады, бульвары, скверы, улицы и проезды, внутриквартальное озеленение и сады микрорайонов. К IV классу относят ландшафтные и исторические парки, объекты озеленения различных ведомств, школ, больниц, дошкольных учреждений. V класс включает лесопарки и леса в пределах городской черты.

Правила уборки опавших листьев, как и другие нормы содержания, устанавливаются в зависимости от того, к какому классу зеленых насаждений принадлежит объект. Опавшие листья предусмотрено оставлять только в лесопарках, городских лесах и частично в ландшафтных и исторических парках.

Листья опадают, превращаясь в большие затраты и вред природе.

Для уборки опавшей листвы, по словам руководителей управляющих компаний, они вынуждены выгонять из офисов самой УК и подрядных организаций (ЖЭКов) всех специалистов, потому что за наведением порядка строго следят специалисты Административно-технических инспекций. К уборке, естественно, подключены работники и техника муниципальных унитарных предприятий. Все брошено на борьбу с опавшей листвой. На это и в самом деле уходят немалые силы и средства.

Только в 2019 году одна управляющая компания в крупном городе за сентябрь и октябрь потратила на уборку листвы 720 тысяч рублей. Сюда входят и наложенные АТИ штрафы в общей сложности на 50 тысяч рублей. Заметим, это затраты лишь одной из УК. В других подобных организациях расходы на уборку листвы точно не меньше, а может, и того больше.

Листовой опад так или иначе собирают и вывозят на свалку. А не лучше ли его переработать и использовать в качестве сырья?

Выполним следующие этапы для получения биоразлагающегося материала для одноразовой посуды.

1. Листовой опад собранный в осенний период, отсортируем от стороннего мусора и пыли ситом, дополнительно просушим промышленным феном до влажности 8-10%, остаточную влажность контролируем игольчатым измерителем влажности ТК100Н. Требуемая влажность необходима для измельчения. При большей влажности измельчитель не дробит лиственной опад.
2. Просушенный лиственной опад дробим кухонным измельчителем Блендер, размеры фракции измельченных листьев доводим до 500 мкм (0,5 мм.). Размер фракции проверяем контрольным ситом. Листовой опад превращаем в листовую муку.
3. Для выделения целлюлозы (основы листьев) муку замачиваем в слабощелочном растворе 1,5-2 % NaOH температурой 25-33 градуса Цельсия в течение 40 мин. Цвет раствора меняется, так как природный клей лигнин растворяется, а целлюлоза высвобождается. Растворенный лигнин удаляется вместе с раствором, а выделенная целлюлоза поступает в следующую емкость для обработки.
4. В варочной кастрюле выделенная целлюлоза в пропорции 1:3 разбавляется водой и варится в течение 3 мин., при температуре 100 градусов Цельсия. Для осветления целлюлозы добавляется перекись водорода.
5. Получение модифицированной крахмалистой суспензии (смеси) осуществляется в отдельной емкости, где сначала в нужной пропорции растворяем исходный порошковый крахмал с холодной водой, а затем водная суспензия крахмала нагревается до 95 градусов Цельсия, охлаждается до 23-33 градусов Цельсия и при охлаждении обрабатывается ультразвуком. Ультразвук разбивает зерна крахмала на более мелкие частицы, а за счет охлаждающей системы начинается процесс кристаллизации: раствор превращается в студень. Кроме того, обработка ультразвуком сочетается с добавлением кислот антиоксидантной направленности. Ультразвук вырабатывает ультразвуковой генератор.
6. Дозированная порция студня смешивается с порцией осветленной целлюлозы в посуде до получения пластичной массы.
7. Пластичная (гомогенная масса) дозируется в порции для формования одноразовой посуды. Формование посуды происходит на пресс-машине при температуре 140-150 градусов Цельсия.
8. На сформованную посуду перед извлечением из матрицы наносят влаго-маслозащитный крахмалопласт, методом опрыскивания под давлением внутренней поверхности одноразовой посуды. За счет остаточной температуры

сформированной посуды крахмалопласт застывает на внутренней поверхности, ламинируя ее (пленка).

9. Влажно-маслозащитный раствор (крахмалопласт) готовится в емкости методом смешивания. Для создания крахмалопласта (биополимера) мы использовали картофельный крахмал и ингредиенты, которые способствуют гидролизу крахмала, для получения линейных структур крахмала мы использовали уксусную кислоту и поваренную соль, а также глицерин для придания гибкости и мягкости биополимеру. Вода является одним из основных реагентов реакции гидролиза крахмала. От количества воды зависит и степень вязкости и, соответственно, толщина крахмалопласта. При таком составе крахмалопласта мы получаем прозрачную, твердую пленку, которая ломается при усилии. Не растворяется в воде, частично набухает, становится менее прочной и эластичной.

При производстве одноразовой посуды из листового опада крахмала используется 15%, 5% специальных добавок к крахмалу и 80% измельченного листового опада (размеры фракции до 500 мкм.).

Увеличение размеров фракции измельченного листового опада не позволяет добиться гомогенности (однородности) композиционной смеси, в более мелкой фракции нет целесообразности, так как растет потребление электроэнергии при измельчении и увеличивается время подготовки сырья, что в последующем скажется на производительности одноразовой посуды.

Использование слабого водно-щелочного раствора достаточно для выделения лигнина (природного клея) и получения целлюлозы. Температура нагрева водного раствора от 25 до 33 градусов Цельсия и время обработки около 40 мин обеспечивает первый уровень делегнификации с приемлемым энергопотреблением (не надо дополнительно нагревать щелочной раствор).

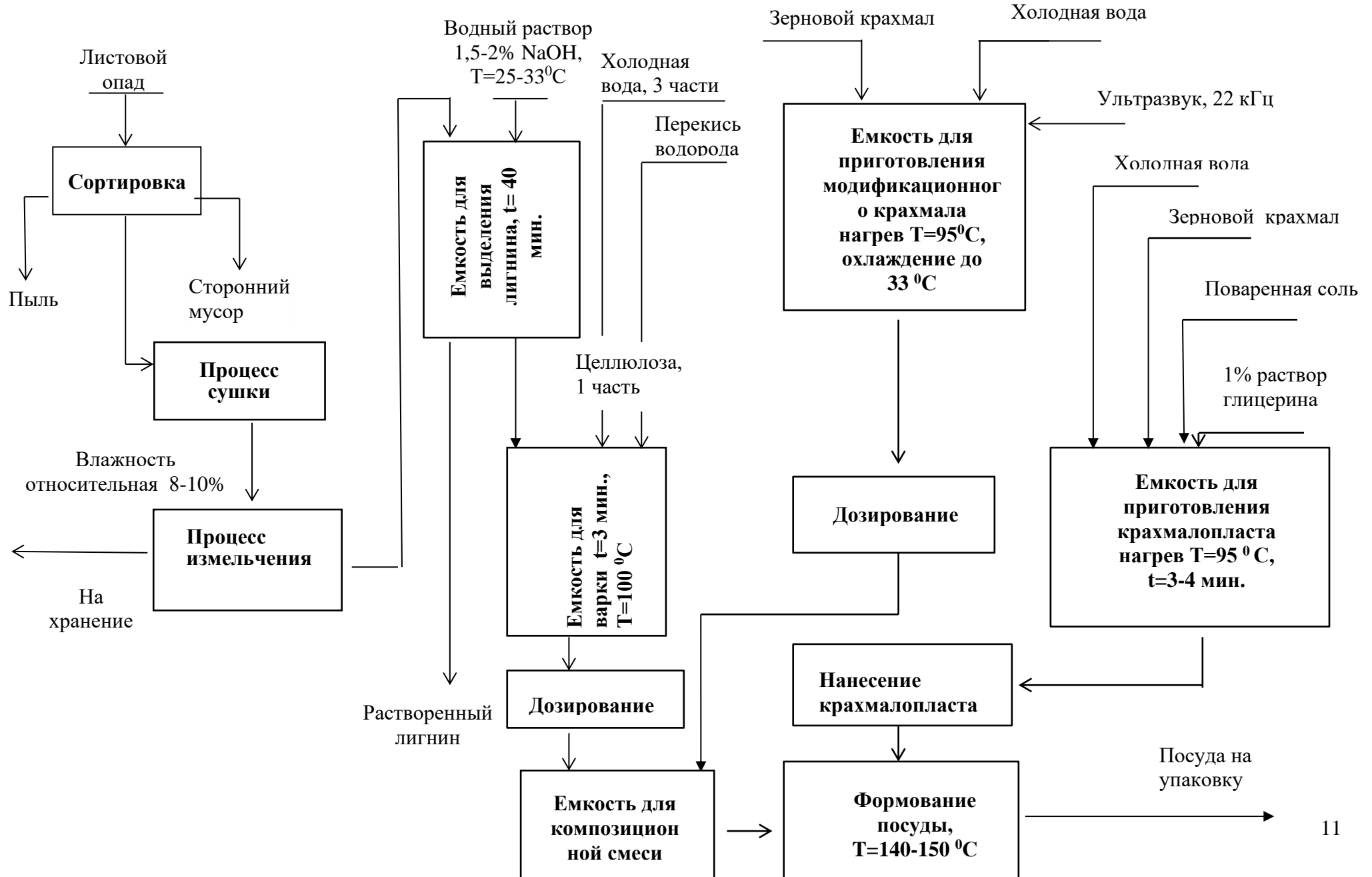
Окончательная делегнификация и отбеливание целлюлозы необходимо проводить методом варки целлюлозы при температуре 100 градусов Цельсия в течение 3 мин. Процесс отбеливания с добавлением перекиси водорода контролируется визуально, до осветления целлюлозы. Дозирование ингредиентов по объему осуществляется бытовой мерной емкостью.

Модификация крахмальной суспензии (смесь крахмала и воды) осуществляется ультразвуком, который вырабатывает ультразвуковой генератор. Суть модификации заключается в следующем: сначала в нужной пропорции растворяем исходный порошковый крахмал с холодной водой, а затем водная суспензия крахмала нагревается до 95 градусов Цельсия, охлаждается до 23-33 градусов Цельсия и при охлаждении обрабатывается ультразвуком. Ультразвук разбивает зерна крахмала на более мелкие частицы, а за счет охлаждающей системы начинается процесс кристаллизации: раствор превращается в студень. Кроме того, обработка ультразвуком сочетается с добавлением кислот антиоксидантной направленности.

Приготовленный студень с отбеленной целлюлозой представляет собой композиционную смесь, готовую для формования и запекания. На поверхность формованной посуды, пока еще не остывшей, наносим под давлением слой крахмалопласта. Крахмалопласт наносится на часть поверхности посуды, которая

соприкасается с пищей. Крахмалопласт представляет собой застывший слой раствора крахмала, воды и пластификаторов (глицерин, поваренная соль). При нанесении крахмалопласта на внутреннюю поверхность одноразовой посуды, мы получили очень твердое, прозрачное покрытие, не растворяемое в воде, которое лишь частично набухает при длительном взаимодействии с водой. Ведь жизнь одноразовой посуды непродолжительна по сравнению со временем набухания при взаимодействии крахмалопласта с водой.

# Технологическая схема процесса получения одноразовой посуды на основе биоразлагающихся материалов



## Выводы

В результате проведения исследовательской работы проведен анализ существующей одноразовой посуды из биоразлагаемых материалов. Выявлены их достоинства и недостатки. С учетом основных недостатков (использование 80% крахмала и высокая себестоимость) была предложена гипотеза создания одноразовой посуды на 80% из листового опада. Сырье ежегодно возобновляется без дополнительных затрат на выращивание и сбор.

Эксперименты по изменению параметров сырья (размеры фракций, относительной влажности), режимов обработки (время обработки, температуры), количества и качества используемых реагентов на всех этапах технологической цепочки и их порядок позволили получить скорректированные технологические параметры и окончательную технологическую схему процесса получения одноразовой посуды на основе биоразлагающихся материалов.

## Список литературы

1. Пономарева И.Н., Корнилова О.А., Кучменко В.С. Биология: 6 класс: Учебник для учащихся общеобразовательных организаций/ Под ред. проф. И.Н. Пономаревой.– М.:Вентана-Граф, 2018–240 с.
2. [https://botanical\\_dictionary.academic.ru/](https://botanical_dictionary.academic.ru/) Словарь ботанических терминов
3. <https://himya.ru/lignin.html> Секреты химии
4. [http://hromax.ru/tehnologiya\\_proizvodstva\\_bumagi.html](http://hromax.ru/tehnologiya_proizvodstva_bumagi.html) Промышленность России. Технология изготовления бумаги.
5. <https://www.yaklass.ru/p/himija/89-klass/organicheskie-veshchestva-102302/uglevody-133634/re-7e865624-87ba-482d-9a99-9e66f59ce505> Урок по теме «Крахмал» цифрового образовательного ресурса «ЯКласс».
6. <https://www.ngpedia.ru/id117517p1.html> Большая энциклопедия нефти и газа