ПОЛУЧЕНИЕ КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ ОТХОДОВ ХЛОПЧАТНИКА И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ В ПРОИЗВОДСТВЕ БИОРАЗЛАГАЕМЫХ УПАКОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Субхонова М.К.
Студентка Самаркандского филиала Ташкентского международного университета КИМЁ
Научный руководитель: Бердимуродова Ф.П.

Аннотация. *В работе рассматриваются технологические подходы к получению карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) из отходов хлопчатника и возможности её применения при создании биоразлагаемых упаковочных материалов. Описаны основные стадии подготовки растительного сырья, выделения целлюлозы, её химической модификации и формирования полимерных плёнок. На основе анализа научных публикаций показано, что хлопковые стебли и отходы хлопкоочистительной промышленности могут служить источником целлюлозы для синтеза КМЦ. Отдельное внимание уделено преимуществам и ограничениям КМЦ-плёнок, а также способам улучшения их механических и барьерных свойств.*

Ключевые слова: *отходы хлопчатника, карбоксиметилцеллюлоза, химическая модификация, биоразлагаемая упаковка, полимерные плёнки, зелёная химия.*

Abstract. *The paper considers technological approaches to obtaining carboxymethylcellulose (CMC) from cotton plant waste and the possibilities of its application in the production of biodegradable packaging materials. The main stages of plant raw material preparation, cellulose isolation, its chemical modification and formation of polymer films are described. Based on the analysis of scientific publications, it is shown that cotton stalks and cotton ginning industry waste can serve as a source of cellulose for CMC synthesis. Special attention is paid to the advantages and limitations of CMC films, as well as to methods for improving their mechanical and barrier properties.*

Keywords: *cotton plant waste, cellulose, carboxymethylcellulose, chemical modification, biodegradable packaging, polymer films, green chemistry.*

Annotatsiya. *Ishda paxta o‘simligi chiqindilaridan karboksimetiltsellyuloza (KMTs) olish texnologik yondashuvlari va uni biologik parchalanadigan qadoqlash materiallarini yaratishda qo‘llash imkoniyatlari ko‘rib chiqiladi. O‘simlik xom*

ACADEMIC SCIENCE PUBLISHING

ashyosini tayyorlash, tsellyulozani ajratib olish, uni kimyoviy modifikatsiya qilish va polimer plyonkalarini shakllantirishning asosiy bosqichlari tavsiflangan. Ilmiy nashrlar tahlili asosida paxta poyalari va paxta tozalash sanoati chiqindilari KMTs sintez qilish uchun tsellyuloza manbai bo‘lib xizmat qilishi mumkinligi ko‘rsatilgan. KMTs plyonkalarining afzalliklari va cheklovlari, shuningdek, ularning mexanik va to‘siq xususiyatlarini yaxshilash usullariga alohida e’tibor qaratilgan.

Kalit so‘zlar: *paxta chiqindilari, tsellyuloza, karboksimetiltsellyuloza, kimyoviy modifikatsiya, biologik parchalanadigan qadoq, polimer plyonkalar, yashil kimyo.*

ВВЕДЕНИЕ

Одной из актуальных задач современной химической технологии является разработка материалов, способных уменьшить зависимость упаковочной промышленности от полимеров нефтехимического происхождения. Значительная часть традиционной пластиковой упаковки сохраняется в окружающей среде длительное время и при ненадлежащем обращении становится источником загрязнения почвы и водных объектов. Поэтому возрастает интерес к материалам на основе возобновляемого растительного сырья, в том числе к целлюлозным и другим биополимерным композициям.

Для Узбекистана данное направление имеет особое значение благодаря развитому хлопководству и наличию побочных продуктов переработки хлопчатника. Стебли хлопчатника, волокнистые остатки и отходы хлопкоочистительных предприятий содержат целлюлозу, которую можно использовать не только для получения традиционных целлюлозных материалов, но и как сырьё для химической модификации. Одним из перспективных продуктов такой переработки является карбоксиметилцеллюлоза — водорастворимое производное целлюлозы, обладающее загущающими, стабилизирующими и плёнкообразующими свойствами.

Цель работы — проанализировать технологические возможности получения карбоксиметилцеллюлозы из отходов хлопчатника и оценить перспективы её применения в составе биоразлагаемых упаковочных материалов.

Материалы и методы

Работа носит обзорно-аналитический характер. Проведён анализ научных публикаций, посвящённых выделению целлюлозы из стеблей хлопчатника и отходов хлопкоочистительной промышленности, синтезу натриевой

ACADEMIC SCIENCE PUBLISHING

карбоксиметилцеллюлозы, а также разработке плёночных материалов на основе КМЦ. Рассмотрены общие технологические стадии: механическая подготовка сырья, удаление сопутствующих компонентов, щелочная обработка целлюлозосодержащей массы, карбоксиметилирование, очистка продукта и формирование плёнок методом полива с последующей сушкой. Экспериментальные результаты в настоящей работе не получали; количественные показатели приводятся по опубликованным исследованиям.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Получение КМЦ из отходов хлопчатника включает несколько последовательных этапов. На первой стадии сырьё сортируют, очищают от земли и посторонних включений, высушивают и измельчают. Затем проводят химическую обработку, направленную на удаление восков, пектиновых веществ, гемицеллюлоз и части лигнина. Для выделения целлюлозы обычно применяют щелочную обработку; при необходимости её дополняют стадиями отбеливания и промывки. Режимы обработки должны подбираться с учётом состава конкретного вида отходов, поскольку избыточно жёсткие условия могут приводить к снижению степени полимеризации целлюлозы.

Следующая стадия — карбоксиметилирование. Целлюлозу обрабатывают раствором гидроксида натрия, в результате чего формируется щелочная целлюлоза с повышенной реакционной способностью. Затем вводят монохлорацетат натрия или монохлоруксусную кислоту в соответствующей технологической системе. В ходе реакции часть гидроксильных групп целлюлозы замещается карбоксиметильными группами, и образуется карбоксиметилцеллюлоза. После завершения реакции продукт отделяют от реакционной среды, промывают для удаления солей и побочных компонентов, нейтрализуют при необходимости, высушивают и измельчают.

Качество полученной КМЦ оценивают по степени замещения, вязкости раствора, растворимости, чистоте и молекулярно-массовым характеристикам. Эти показатели определяют способность полимера образовывать однородные растворы и плёнки, а также влияют на прочность и функциональные свойства готовой упаковки. В исследовании G. Zhang и соавторов показана возможность получения натриевой КМЦ непосредственно из стеблей хлопчатника с применением микроволнового нагрева. Авторы сообщили о выходе целлюлозы 87,52%; для полученного продукта степень замещения составила 0,77, вязкость — 498 мПа·с, а чистота — 92% [1]. Эти данные подтверждают принципиальную возможность использования хлопковых стеблей как сырья для получения КМЦ.

ACADEMIC SCIENCE PUBLISHING

Другой пример представлен в работе N. Haleem и соавторов, где целлюлозу выделяли из отходов хлопкоочистительной промышленности, а затем подвергали этерификации с использованием монохлоруксусной кислоты. В исследовании изучалось влияние концентрации гидроксида натрия и других параметров процесса; при выбранных авторами оптимальных условиях степень замещения КМЦ достигала 0,874 [2]. Результаты этих работ нельзя напрямую переносить на любое хлопковое сырьё: состав отходов и технологические условия влияют на выход и свойства конечного продукта. Однако они демонстрируют наличие научной и технологической основы для такой переработки.

Перспективное направление применения КМЦ — получение тонких упаковочных плёнок и защитных покрытий. Для этого готовят водный раствор полимера, при необходимости вводят пластификатор, например глицерин, а также другие природные полимеры. Смесь гомогенизируют, удаляют пузырьки воздуха, распределяют тонким слоем на формующей поверхности и высушивают. В качестве компонентов композиции могут использоваться крахмал, альгинат, хитозан или другие целлюлозные производные. Подбор состава позволяет регулировать эластичность, прочность, прозрачность и барьерные свойства материала.

Вместе с тем плёнки на основе чистой КМЦ обладают существенным ограничением — высокой чувствительностью к влаге, поскольку карбоксиметильные группы придают полимеру гидрофильность. Это может приводить к набуханию, снижению прочности и ухудшению защитных свойств при контакте с водой или водяным паром. В обзорной публикации P. Kasle и соавторов отмечено, что смешивание КМЦ с крахмалом, альгинатом, хитозаном и другими полимерными компонентами, а также применение наполнителей и методов сшивания может улучшать механические и водобарьерные характеристики плёнок [3]. Поэтому для упаковочного применения необходимо подбирать состав композиции с учётом назначения продукта и условий его хранения.

При оценке экологических преимуществ важно различать биологическое происхождение сырья и фактическую биоразлагаемость готового изделия. Наличие КМЦ в составе само по себе не гарантирует быстрого разложения упаковки в любых условиях: на этот процесс влияют добавки, сшивающие агенты, толщина плёнки, влажность, температура и активность микроорганизмов. Следовательно, перспективные композиции должны проходить испытания на механическую прочность, водопоглощение,

ACADEMIC SCIENCE PUBLISHING

паропроницаемость и биоразложение в условиях, соответствующих предполагаемому способу утилизации.

Таким образом, переработка хлопковых отходов в КМЦ может объединить две важные задачи: повышение степени использования сельскохозяйственного сырья и получение функционального полимера для экологически ориентированных материалов. Дополнительный интерес представляет локальная организация такого производства, поскольку использование доступного растительного сырья потенциально позволяет создавать продукцию с добавленной стоимостью и развивать ресурсосберегающие технологии.

ВЫВОДЫ

Анализ научных публикаций показывает, что отходы хлопчатника и хлопкоочистительной промышленности могут служить сырьевой основой для выделения целлюлозы и последующего получения карбоксиметилцеллюлозы. Основными стадиями процесса являются подготовка и очистка растительного сырья, выделение целлюлозы, её щелочная активация, карбоксиметилирование и очистка готового продукта. КМЦ обладает плёнкообразующими свойствами и может использоваться для создания биоразлагаемых упаковочных композиций.

Для повышения эксплуатационных характеристик таких материалов целесообразно исследовать сочетание КМЦ с крахмалом, альгинатом и хитозаном, а также влияние пластификаторов и методов модификации на прочность и влагостойкость плёнок. Дальнейшие исследования должны включать оптимизацию технологических параметров и экспериментальную оценку биоразлагаемости готовых изделий. Практическая реализация данного направления может способствовать более рациональному использованию отходов хлопководства и развитию экологически ориентированной химической технологии в Узбекистане.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Zhang G., Zhang L., Deng H., Sun P.** Получение и характеристика натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы из стеблей хлопчатника с использованием микроволнового нагрева // Журнал химической технологии и биотехнологии (Journal of Chemical Technology & Biotechnology). – 2011. – Т. 86, № 4. – С. 584–589. – DOI: 10.1002/jctb.2556.

2. **Haleem N., Arshad M., Shahid M., Tahir M.A.** Синтез карбоксиметилцеллюлозы из отходов хлопкоочистительной промышленности

ACADEMIC SCIENCE PUBLISHING

// Углеводные полимеры (Carbohydrate Polymers). – 2014. – Т. 113. – С. 249–255. – DOI: 10.1016/j.carbpol.2014.07.023.

3. **Kasle P., Bains A., Goksen G., Dhull S.B., Ali N., Nagarik R., Fareed M., Chawla P.** Исследование свойств карбоксиметилцеллюлозы в смеси с другими полимерными соединениями для разработки биоразлагаемых упаковочных плёнок и съедобных покрытий: обзор // Комплексные обзоры в области пищевой науки и безопасности пищевых продуктов (Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety). – 2025. – Т. 24, № 4. – Ст. e70215. – DOI: 10.1111/1541-4337.70215.

ACADEMIC SCIENCE PUBLISHING