



# Биоразлагаемые полимерные материалы: виды, идентификация

ВЫПОЛНИЛ: СТУДЕНТ  
542 ГРУППЫ  
ЗМУДЗИН КИРИЛЛ

# Понятие биоразлагаемых полимеров

- ▶ Биоразлагаемые полимеры – полимерные материалы, разрушающиеся под воздействием природных – биохимических и микробиологических процессов.
- ▶ Термином «биоразлагаемый» принято именовать полимер, деструкция, ухудшение прежних качеств которого может быть вызвана хотя бы частично биологической системой.
- ▶ Данные полимеры, в отличие от большинства пластиков, могут расщепляться в условиях окружающей среды под воздействием микроорганизмов, например бактерий или грибков.
- ▶ Полимер, как правило, считается биоразлагаемым, если вся его масса разлагается в почве или воде за период не менее чем шесть месяцев.

# Понятие биоразлагаемых полимеров

- ▶ Продуктами разложения, в основном, являются гумус (перегной), углекислый газ и вода
- ▶ Биоразлагаемые полимеры можно производить как из возобновляемых источников, так и из нефтехимического сырья. Их можно использовать как в чистом виде, так и в сочетании с другими полимерами и добавками
- ▶ Биоразлагаемые полимеры по своей структуре похожи на традиционные синтетические полимеры, а стандартные способы переработки могут быть использованы для трансформации их в разнообразные виды продукции. Процесс производства состоит из нескольких стадий. Технология производства материалов из биополимеров аналогична способам переработки обычных полимеров. Применяются методы экструзии, ламинирования и т. д.
- ▶ На конечный продукт может быть нанесена печать или этикетка. Решающим фактором для выбора материалов и процессов является способность биополимеров к разложению.

# Виды биополимеров

- ▶ Основные классы биоразлагаемых полимеров:
- ▶ 1) природные
- ▶ 2) синтетические
- ▶ По строительно-технологическим признакам БПМ можно условно разделить на 3 класса:
- ▶ 1) биоразлагаемые пластики на основе природных полимеров
- ▶ 2) химически и микробиологически синтезируемые высокомолекулярные соединения (ВМС), структура которых подобна биополимерам;
- ▶ 3) композиционные материалы.

# Биоразлагаемые природные полимеры

- ▶ Биоразлагаемые природные полимеры производятся из природного сырья, ресурсы которого обладают способностью к быстрому возобновлению и благодаря этому являются практически безграничными. К числу наиболее востребованных источников природного сырья относится крахмал, представляющий собой полисахарид.
- ▶ Также для производства биоразлагаемого природного пластика используется целлюлоза. Но, по сравнению с крахмалом, выделение глюкозы из сырья представляет собой более сложный процесс.
- ▶ Известны упаковочные материалы на основе крахмала кукурузы, гороха, пшеницы и других растений. . По экструзирующей технологии изготавливают вспененные материалы, применяемые в качестве звукоизолируемой упаковки. Экструзией смесей кукурузного крахмала и микрочастиц целлюлозы и метилцеллюлозы с добавками пластификаторов или без них получают БПМ, предназначенные для защиты пищевых продуктов от потери массы и порчи.
- ▶ Смеси хитина и хитозана считаются перспективными полимерными материалами для производства упаковочных пленок, текстильных волокон.

# Синтетические биоразлагаемые полимеры

- ▶ Для получения полностью синтетических материалов используется классическое углеводородное сырье, но благодаря своим особенностям некоторые из таких материалов могут обладать способностью к биоразложению.
- ▶ В частности, к данной группе полимеров относятся: полилактиды, полигидроксиалканоаты, синтетические алифатические полиэфиры (полибутилен, поликапролактон), алифатические-ароматические сополиэфиры, модифицированный PET.
- ▶ Перечисленные материалы активно используются для изготовления упаковочной пленки, поддонов для пищевой промышленности, упаковочных мешков

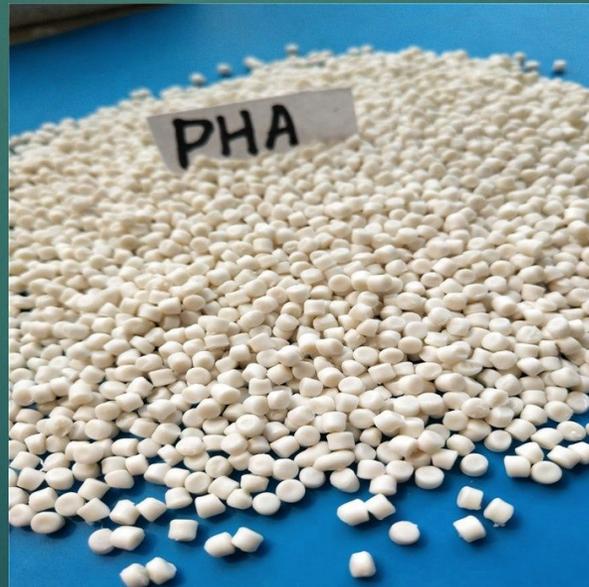
# Полилактид (PLA)

- ▶ На современном этапе PLA считается наиболее востребованным биополимером, находящим широкое применение для производства упаковки. PLA представляет собой продукт конденсации молочной кислоты.
- ▶ Материал подходит не только для производства упаковки (для косметических средств и пищевых продуктов), но и может использоваться для изготовления корпусов мобильных телефонов, бутылок для молочной продукции, компьютерных мышек и других изделий.



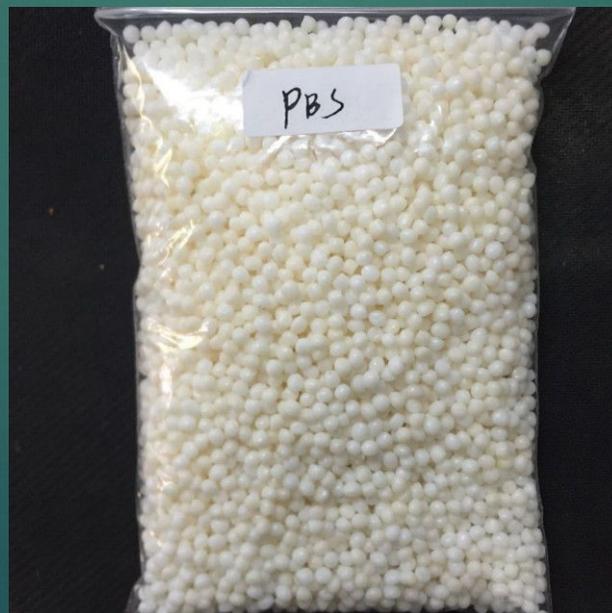
# Полигидроксиалканоаты

- ▶ Как правило, наибольшее распространение материалы получили для изготовления пленок, предметов личной гигиены и упаковки. Также PHA используются для производства покрытий с водоотталкивающими свойствами (они востребованы для картона и бумаги).



# Полибутилен сукцинат (ПБС)

- ▶ Самым значительным представителем этого класса является полибутилен сукцинат (ПБС)
- ▶ ПБС хорошо переносит традиционную обработку плавлением, и находит применение при изготовлении мульчирующих пленок, упаковочных пленок и мешков.



# Поликапролактон (PCL)

- ▶ Ранее он использовался только в ограниченном объеме из-за его высокой стоимости, но смесь PCL с крахмалом делает этот материал коммерчески успешным.
- ▶ PCL легко смешивается с другими полимерами, передавая им свою способность к разложению. В число применений PCL входят поддоны для пищевых продуктов, пакеты из пленки, связывающие вещества и полимерные модификаторы.



## Алифатические-ароматические сополиэферы

- ▶ ААС хорошо обрабатываются с помощью технологии получения пленки экструзией с раздувом.
- ▶ К числу применений ААС относятся: пленки для сельского хозяйства и садоводства, нанесение слоев для упаковки пищевых продуктов, столовые приборы, мешки для листвы и отходов садоводства. В применении алифатических-ароматических сополиэфиров упаковка пищевых продуктов и мешки для компостирования занимают ведущее место.

# Модифицированный ПЭТ

- ▶ Используется модифицированный РЕТ при производстве биоразлагаемых тарелок, мисок, коробок для бутербродов и оберток для бутербродов. Домашние салфетки для вытирания, мешки для дворового и садового мусора, геотекстильные материалы и сельскохозяйственные пленки также изготовлены из модифицированного РЕТ.



# Композиционные биоразлагаемые полимеры

- ▶ Прогрессивным направлением получения БПМ является создание таких материалов на основе смесей полимеров с необходимым комплексом свойств.
- ▶ Методами привитой сополимеризации изготовлены биоразлагаемые сополимеры продукта совместной полимеризации этилена с капролактоном.
- ▶ Экструзией получают смеси крахмалов восковой кукурузы с сополимером этилена и капролактама. В настоящее время уже созданы и внедрены в промышленность развитых стран мира БПМ на основе крахмала и ПЭ, его сополимеров.

# Идентификация

- ▶ Для идентификации биоразлагаемых полимеров и добавок, содержащихся в композициях на их основе, используют следующие современные аналитические методы:
- ▶ Фурье-инфракрасную и инфракрасную спектроскопию в ближней области спектра (Ф-ИКС, Б-ИКС);
- ▶ термогравиметрический анализ (ТГФ);
- ▶ дифференциальную сканирующую калориметрию (ДСК);
- ▶ термомеханический анализ (ТМА);
- ▶ ядерную магнитно-резонансную спектроскопию (ЯМР);
- ▶ хроматографию;
- ▶ масс-спектрографию;
- ▶ рентгеноструктурный анализ;
- ▶ микроскопию.

# Фурье-инфракрасная спектроскопия

- ▶ Анализ, основанный на использовании Фурье-преобразования инфракрасного спектра, в настоящее время является одним из наиболее широко применяемых как практиками, так и учеными, методов идентификации полимеров.
- ▶ Результаты анализа отображаются в графической форме на дисплее. Поскольку никакие две индивидуальные структуры не дают совершенно идентичные спектры, полученный спектр сравнивается с известными эталонами для ранее исследовавшихся материалов, что позволяет однозначно идентифицировать анализируемый полимер

# Термогравиметрия, калориметрия

- ▶ Метод термогравиметрического анализа состоит в измерении потерь веса образцом по мере его непрерывного нагревания. Используемая для реализации этого метода техника довольно проста. Типичная аппаратура состоит из аналитических весов, программируемой электрически нагреваемой печи и записывающего устройства.
- ▶ Согласно методу дифференциальной сканирующей калориметрии измеряется количество энергии, поглощенной образцом или выделившейся из образца при непрерывном повышении или понижении температуры или при выдержке материала при постоянной температуре. Этот метод является одним из наиболее эффективных способов исследования плавления, включая определение области стеклования, значения температур плавления и кристаллизации, а также температуры термической деструкции.

# Термомеханический анализ

- ▶ Термомеханический анализ предназначен для определения температурной зависимости расширения или сжатия материала, а также для измерений температурных зависимостей модуля упругости и вязкости полимеров. Этот метод позволяет найти точку размягчения и охарактеризовать вязкоупругие свойства материала во всем температурном диапазоне.
- ▶ Реализация метода термомеханического анализа очень проста: он осуществляется путем приложения постоянной нагрузки и измерения изменений размеров образца в вертикальном направлении, причем эксперимент может проводиться как в отсутствие внешней нагрузки, так и при приложении силы.
- ▶ Метод термомеханического анализа очень полезен для характеристики полимеров: он позволяет достаточно точно определить такие физические свойства материала, как точку плавления, температуру стеклования, плотность поперечных сшивок, степень кристалличности и коэффициент термического расширения.

# Ядерно-магнитный резонанс

- ▶ Метод ядерно-магнитной спектроскопии является мощным аналитическим способом идентификации органических молекул и определения их структуры. Ядра некоторых атомов в молекуле могут находиться в различных положениях в отношении ориентации их спина. Если на такое ядро наложить магнитное поле, то различие в спинах приводит к расщеплению энергетических уровней.
- ▶ Метод ядерного магнитного резонанса дает полную характеристику структуры химического соединения, а также надежную идентификацию ингредиентов в смесях. Этот метод позволяет определить структуру функциональных групп, которая не может быть установлена другими аналитическими методами.

# Хроматография, масс-спектрометрия

- ▶ Хроматография представляет собой аналитический метод, основанный на разделении компонент смеси, которые проходят с различными скоростями через колонку, заполненную одной и той же разделяющей средой. Разделение компонент происходит из-за различий сил межмолекулярных взаимодействий между молекулами стационарной фазы, различных разделяемых компонент подвижной фазы и элюента. В результате отдельные компоненты смеси идентифицируются, а в отдельных случаях могут определяться количественно.
- ▶ Масс-спектрометрия представляется очень полезным инструментом для получения детальной информации о строении полимера, причем в этом методе используются очень маленькие количества вещества. Молекулярный вес полимера и атомная структура соединений могут быть определены с использованием спектрального анализа. В сочетании с газовой хроматографией масс-спектрометрия, называемая в этом случае хромато-масс-спектрометрией, предоставляет даже большие возможности идентификации, чем собственно масс-спектрометрия.

# Рентгеноструктурный анализ

- ▶ Рентгеноструктурный анализ используется, прежде всего, для качественной и количественной идентификации добавок, которые присутствуют в большинстве полимерных композиций, определения присутствия загрязнений, а также оценки следовых количеств различных элементов в полимерах и мономерах.

# Микроскопия

- ▶ Оптическая микроскопия предоставляет выдающие возможности получения информации о поверхностной морфологии образцов, включая идентификацию загрязнений и анализа структуры смесей и сплавов. Эта техника исключительно полезна для исследования структуры тонких пленок. Методы оптической микроскопии включают в себя два класса исследований - сканирующая электронная микроскопия и просвечивающая электронная микроскопия. В последнем случае достигается большая разрешающая способность.
- ▶ Использование сканирующей электронной микроскопии основано на том, что хорошо сфокусированный луч перемещается по поверхности, а изображение с высокой степенью разрешения создается вследствие рассеяния вторичных электронов от исследуемой поверхности образца. При просвечивающей электронной микроскопии изображение получается при прохождении электронов через специально приготовленный образец



Спасибо за внимание!