

М. В. Рымовская, доц., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск);
М. В. Раткевич, техник-технолог (ООО «Логополимер», г. Логойск);
А. Ф. Петрушеня, ст. преп., канд. техн. наук;
И. А. Гребенчикова доц., канд. техн. наук;
Д. С. Сергиевич, ассист. (БГТУ, г. Минск);
Д. А. Рагатка, инж.-химик (ЗАО «Гринэйр», г. Минск)

СОСТАВ, СВОЙСТВА И БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗРУШЕНИЕ УПАКОВОЧНОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ КУКУРУЗЫ

Тенденция использования биологически разрушаемых материалов для производства упаковки сложилась уже давно и в последние двадцать лет приобрела глобальный масштаб. С середины января 2020 года в Республике Беларусь принято Постановление о поэтапном снижении использования полимерной упаковки [1], поэтому сейчас потребность в разлагаемых упаковках растет и в нашей стране.

Развитию рынка биоразрушаемой упаковки в Европе способствует проработанное и апробированное законодательство по раздельному сбору компостируемых отходов и специальные директивы, предусматривающие штрафы за совместное захоронение отходов различного вида. На территории РБ в области признания упаковки биоразлагаемой действует ГОСТ EN 13432—2015 [2], по содержанию он идентичен европейскому стандарту EN 13432:2000. Этот стандарт устанавливает требования и процедуры для определения способности упаковки и упаковочных материалов к биологическому разложению при компостировании и анаэробной переработке, условиям и длительности процессов разрушения при биологической переработке, предъявляются требования к составу упаковочного материала. Организаций, аккредитованных на выполнение таких исследований, в РБ пока нет [3]. Некоторые производители уже начали выпуск продукции с маркировкой о соответствии упаковочных пакетов этому стандарту. Изучение состава и свойств таких пакетов представляет интерес с точки зрения наработки опыта анализа и разработки технологий производства материалов с подобными свойствами из отечественного сырья.

Образец биоразлагаемого материала был представлен в виде пакетов (ООО «ЛогоПолимер», г. Логойск), приобретенных в открытой розничной сети, зеленого и желтоватого цвета (упаковочный пакет с ручками и мешки для органических отходов соответственно), не растворимых в воде, без запаха, приятных на ощупь, с небольшим хрустом при растирании между пальцами и легким запахом подогретой кукурузы. Прочность при растяжении и относительное удлинение при разры-

ве удовлетворяют требованиям, предъявляемым к упаковочным материалам, и составляют не менее 21,4 МПа и 120-480 % соответственно.

Установлено присутствие в образце крахмала методом йодометрии. Образец материала хорошо растворим в трихлорметане и хлористом метиле, что характерно для полимолочной кислоты. Окрашивание смеси гранул с н-гексаном в желтый цвет происходит из-за присутствия в составе гранул липидов. Общее содержание минеральных наполнителей в составе пакета из биоразлагаемого полимерного материала составляет 1,42 масс. %. В составе минеральных компонентов образца материала в детектируемых количествах присутствуют как минеральные соединения естественного происхождения (соединения калия, натрия, фосфора, кальция и кремния и другие), так и внесенные технологически значимые добавки – катализаторы (оксиды и соли алюминия, цинка и титана), красители (оксиды цинка и титана), агенты для защиты от УФ-излучения в составе, например, солнечного света (оксид титана).

На основании результатов инфракрасной спектроскопии, термогравиметрического и химического анализа можно полагать, что в состав образца материала входят полисахариды растительного происхождения (около 50 %), полимолочная кислота (около 30 %) и полиэфир терефталевой кислоты (около 25 %). Последний, вероятно, модифицирован адипиновой, янтарной (сукциновой) или другой подобной двухосновой карбоновой кислотой, потому что на текущий момент такие синтетические полимеры относят к биоразлагаемым.

Согласно результатам выполненного исследования, образец биоразлагаемого упаковочного материала по составу соответствует требованиям ГОСТ EN 13432-2015.

Биологическое разрушение упаковочного материала проводилось в условиях, приближенных к таковым в окружающей среде, а не при компостировании в условиях, приближенных к промышленному компостированию. Изучалось биоразрушение образцов в почве и воде при температуре 22°C, а также в полноценной жидкой питательной среде, адаптированной для изучения процессов разложения полимолочной кислоты, при температуре 30°C.

Образцы пленочных изделий в почве в течение первых 2-х месяцев практически не теряют свою массу: максимальное изменение массы образцов не превышает 1%, а состояние поверхности пленки существенно не изменяется. При дальнейшем выдерживании на 3-й месяц наблюдается падение массы на 2-4%, зафиксированы незначительные очаги поражения пленок мицелиальными грибами. В водной среде с образцами материала в течение первых 4-х недель видимых

изменений материалов не происходило. К концу эксперимента (через 2 месяца) пленка стала белесой, убыль массы образцов составила для дополнительно измельченных пленок 12,5%, для неизмельченной пленки 9,5%. В составе микробиоты жидкости из колб были выявлены только бактерии. В жидкой полноценной питательной среде полное разрушение целостности образца происходило за 2 недели, в составе микробиоты также были обнаружены только бактерии.

Таким образом, при биоразрушении в условиях, приближенных к условиям окружающей среды, материал довольно долго (до 1 месяца) сохраняет свои потребительские свойства, по истечении 2 месяцев наблюдаются признаки его разрушения. Чем мельче и тоньше фрагменты, тем больше потери массы. Выдерживание образцов материала в полноценной жидкой питательной среде привело к резкому ускорению его разрушения.

Полученные результаты позволяют предположить успешное биоразрушения образца упаковочного материала в условиях компостирования – при высокой концентрации микроорганизмов-деструкторов и присутствии других источников питательных компонентов для них, хорошей аэрации и более высокой температуре.

ЛИТЕРАТУРА

1. О поэтапном снижении использования полимерной упаковки: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 13 янв. 2020 г., № 7 [Электронный ресурс] / Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22000007&p1=1>. – Дата доступа: 07.09.2020.

2. Упаковка. Требования к использованию упаковки посредством компостирования и биологического разложения. Проверочная схема и критерии оценки для распределения упаковок по категориям: ГОСТ EN 13432—2015. – Введ. 12.06.17. - Минск: НП РУП «Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации» (БелГИСС), 2017. – 25 с.

3. Перечень аккредитованных лабораторий, проводящих испытания биоразлагаемой упаковки на соответствие требованиям EN 13432:2000 или ГОСТ EN 13432-2015 [Электронный ресурс] / Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь. – Режим доступа: https://gosstandart.gov.by/assets/files/Organic_product/2020%20Письмо%20Госстандарта.pdf. – Дата доступа: 09.06.2020 г.