

А.Г. Бочкова

A.G. Bochkova

bochkova-n@ro.ru

Н.Ю. Стожко

N.Yu. Stozhko

sny@usue.ru

ФГБОУ ВО «Уральский государственный
Экономический университет», г. Екатеринбург, Россия
Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russia

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
ПЛАСТИКОМ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ
MODERN PROBLEMS OF ENVIRONMENTAL CONTAMINATION BY PLASTIC
AND WAYS OF THEIR SOLUTION**

Аннотация: В статье обсуждается проблема масштабного загрязнения среды обитания человека пластиком, рассматриваются вопросы получения, свойств, преимуществ и использования биоразлагаемых полимерных материалов.

Abstract: The article discusses the problem of large-scale pollution of the human environment by plastic, discusses the issues of obtaining, properties, advantages and using biodegradable polymer materials.

Ключевые слова: пластик, биоразлагаемые материалы, современные полимеры, экология, загрязнение окружающей среды.

Keywords: biodegradable materials, modern materials, structure of degradable polymers, biodegradable polymers, modern polymers.

Проблема загрязнения окружающей среды остро стоит в современном мире. Одним из главных и масштабных загрязнителей нашей планеты является пластик. Как известно, пластик широко используется в производстве труб, самолетов, мебели, напольных покрытий, оконных профилей, клеенки, разнообразных упаковочных материалов (тары, бутылок, мусорных мешков, пакетов, плёнки, гибких ёмкостей) и т.д. Ежегодно во всем мире производится более 250 миллионов тонн товарных пластмасс (полиолефинов) [0]. Мировое

потребление пластиковых материалов в сельском хозяйстве составляет 6,5 млн. тонн в год, из которых более 10% приходится на пластиковые пленки для мульчирования почвы. Пластиковые отходы являются трудноразлагаемыми. При этом скорость разложения пластика напрямую зависит от его состава и среды, в которой он разлагается. Полиэтиленовые пакеты разлагаются около 100 лет в почве. Полипропилен полностью разлагается в почве не менее, чем за 500 лет, а полиэтилентерефталат, из которого делают бутылки, – через 90 лет. Из-за своей стойкости пластиковые материалы накапливаются в окружающей среде, постепенно фрагментируют и мигрируют через реки в океаны, где образуют зоны скопления мусора. Для борьбы с загрязнением окружающей среды разнообразными пластиками многие страны приняли ряд мер и инициатив, таких как запрет или ограничение на продажу и производство пластиковых пакетов. Так, в Бангладеш использование пластиковых пакетов запрещено полностью, после того как было обнаружено, что они, засорив дренажные системы, явились основной причиной наводнений в 1988–1998 гг, из-за которых было затоплено 2/3 территории страны. В КНР запрещено производить, продавать и использовать любую полиэтиленовую упаковку или пакеты, толщина которых менее 0,025 мм. В Кении, Руанде и Танзании полиэтиленовые пакеты полностью запрещены. В Латвии и многих других Европейских странах введены налоги на пластиковые пакеты [0].

Законодательные запреты на использование плохо разлагаемых пластиков и растущее экологическое сознание людей стимулирует разработку нового поколения разлагаемых материалов, так называемых биоразлагаемых полимеров. Согласно терминологии Международного союза чистой и прикладной химии (ИЮПАК): «Биоразлагаемые полимеры – это такие полимеры, которые способны биodeградировать со снижением их массы» [0]. По определению Европейского центра стандартизации: «биоразлагаемые пластмассы – это полимеры, которые могут минерализоваться до воды, углекислого газа и биомассы под действием живых организмов, обычно бактерий» [0].

Процесс биodeградации полимера можно разделить на четыре этапа: а) биоповреждение, б) деполимеризация, в) биоассимиляция и г) минерализация [0]. На первом этапе формируется микробная биопленка, которая обеспечивает поверхностную деградацию полимерного материала и его фрагментацию на более мелкие частицы. Далее микроорганизмы биопленки секретируют внеклеточные ферменты, катализирующие деполимеризацию полимерной цепи в олигомеры, димеры или мономеры. После этого следует процесс ассимиляции, заключающийся в поглощении малых молекул клетками бактерий с образованием первичных и вторичных метаболитов. На последнем этапе эти

метаболиты минерализуются и образуются конечные продукты, такие как CO₂, CH₄, H₂O и N₂, удаляемые в окружающую среду.

Биоразлагаемые пластики обычно производятся с использованием возобновляемого сырья, микроорганизмов, продуктов нефтехимии или их комбинации. Первый биопластик появился в 1862 году, и это была нитроцеллюлоза. На Большой Лондонской выставке её представил Александр Паркензин. В России первой компанией, производящей биополимеры, стала РТ-Химкомпозит, которая ведет свою историю с 2009 года. Биоразлагаемые полимеры по виду используемого для их получения сырья традиционно разделяют на группы, которые представлены на рис. 1.

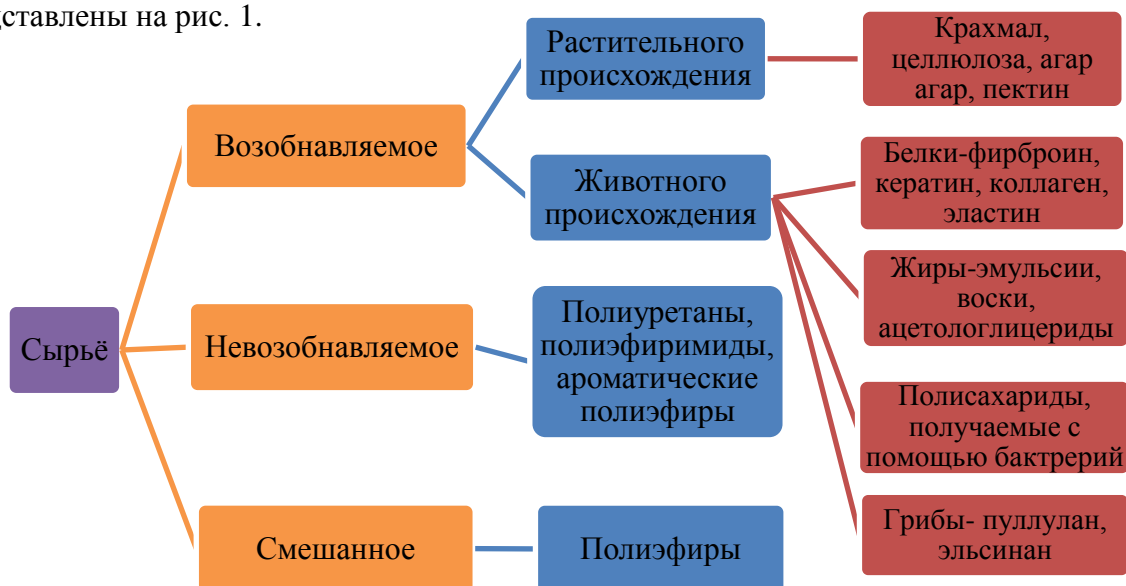


Рис. 1 Биоразлагаемые полимеры по виду сырья, используемого для их получения

Для создания биоразлагаемого пластика из агрокультуры необходимо:

1) вырастить специализированные сорта агрокультур (маис, клубневый картофель, зерновая пшеница, сахарная свекла) с повышенным содержанием крахмала или сахара или масличных культур (соя, клещевина и рапс), из которых получают триглицериды;

2) переработать сырье при помощи микроорганизмов и методов ферментации. Для каждого вида продукта технологическая цепочка индивидуальна;

Конечной стадией является получение мономеров (полиэтилен, полиамид, полиэфир, молочная кислота), либо природной биологической молекулы.

Биоразлагаемые пластмассы, в том числе и пластиковые пакеты, могут перерабатываться вместе с другой органикой, например, с остатками пищи. Утилизация может проходить двумя путями: аэробный процесс (под действием кислорода, например, компостинг), анаэробный процесс (используются для получения биогаза). Промышленное

компостирование, где создаются подходящие условия для разложения (влажность, повышенная температура), является одним из оптимальных путей биоразлагаемых пластиковых пакетов. При этом необходимо принять во внимание, что нельзя смешивать биопластик и обычный полиэтилен, т.к. последний не способен к газообмену, что будет перекрывать доступ кислорода к биоразлагаемому пластику и тормозить его разложение [0].

В настоящее время производят в промышленных масштабах следующие биоразлагаемые пластмассы: полилактид (PLA), на долю которого приходится 24% мирового объема производства биоразлагаемых полимеров, крахмальные смеси (43,8%), биоразлагаемые сложные полиэфиры, включая полибутиленсукцинат (PBS) и полибутиленадипаттерефталат (PBAT, Ecoflex®) (23%) и полигидроксиалконаты (PHAs) (5,6%) (рис. 2) [4].



Рис. 2 Мировые производственные мощности биоразлагаемых пластиков [4].

Основное применение биоразлагаемых материалов в основном инициируется компаниями, связанными с пищевой промышленностью и косметической отраслью [0]:

- французское предприятие Danone использует для расфасовки молочной продукции бренда «Активиа» пластиковые емкости (ПЛА-емкости) с названием Ingeo, изготовленные фирмой Nature Works;
- знаменитые поставщики лимонадов одноименных брендов Coca-Cola и PepsiCola используют тару ПЭТ из растительного сырья;
- минерализованная вода с торговым названием Biota и кисломолочная продукция StonyfieldFarm также расфасовывают в ПЛА-емкости Ingeo.

В настоящее время в России за производство биоразлагаемых пластиков берутся немногие компании, т.к. такое производство сопровождается значительными затратами и невысокой окупаемостью. Несмотря на это, прогрессивные производители стараются размещать свою продукцию в тару и пакеты из биоразлагаемых материалов, сопровождая их печатью "био" или указывая срок распада материала в почве.

Таким образом, важными преимуществами биоразлагаемых полимеров являются:

- снижение уровня выброса двуокиси углерода в атмосферу;
- низкий барьер пропускания кислорода и водяного пара;
- быстрая и полная разлагаемость;
- отсутствие проблем с утилизацией отходов;
- восполняемость ресурса и независимость от нефтехимического сырья.

Следует подчеркнуть, что широкое использование предлагаемых полимерных композиционных материалов приведет к улучшению экологического состояния окружающей среды. Однако широкой коммерциализации биополимеров препятствуют ограниченные возможности их крупнотоннажного производства и более высокая стоимость по сравнению с синтетическими аналогами.

Список литературы

1. Bioplastics market data // European Bioplastics. – URL: <https://www.european-bioplastics.org/market/> (дата обращения: 05.03.2020).
2. *McNaught, A. D. Compendium of Chemical Terminology / Alan D. McNaught, Andrew Wilkinson. – 2nd ed. – WileyBlackwell, 1997 // IUPAC "GoldBook". – URL: <http://www.iupac.org/goldbook/S05910.pdf> (дата обращения: 05.03.2020).*
3. PD CEN/TR 15351:2006. Plastics. Guide for vocabulary in the field of degradable and biodegradable polymers and plastic items. – BSI, 2006. – 23 p.
4. Plastics of the future? The impact of biodegradable polymers on the environment and on society / Tobias P. H., Völker C., Kramm J., Landfester K., Wurm F. R. // Journal of the Gesellschaft Deutscher Chemiker. – 2018. – URL: <https://doi.org/10.1002/anie.201805766> (дата обращения: 05.03.2020).
5. Биоразлагаемые пластиковые пакеты: миф или реальная польза // Mentamore : информационно-познавательный портал. – URL: <https://mentamore.com/eko-frendli/biorazlagaemye-plastikovye-pakety.html> (дата обращения: 04.03.2020).

6. Биоразлагаемые полимеры: классификация и основные характеристики / ООО "БиоЭкоТехнологии" // Cleandex: Проект Консалтинговой группы "Текарт" в области чистых технологий : [сайт]. – URL: http://www.cleandex.ru/articles/2015/10/01/bioplastics_publication (дата обращения: 04.03.2020).

7. Масанов, А. Ю. Биоразлагаемые пластики: текущее состояние рынков и перспективы / Масанов А. Ю. // Вестник химической промышленности : журнал. – URL: <http://vestkhimprom.ru/posts/biorazlagaemye-plastiki-tekushchee-sostoyanie-rynkov-i-perspektivy>. – Дата публикации: 10 июля 2017.

8. Перспективы производства пластика биологического происхождения // Полимер инфо : [сайт]. – URL: <https://polimerinfo.com/kompozitnye-materialy/plastiki-biologicheskogo-proishozhdeniya.html> (дата обращения: 05.03.2020).