

УДК 628.477.6

ИССЛЕДОВАНИЯ ЛИЧИНОК ВОСКОВОЙ МОЛИ НА ПРЕДМЕТ БИОДЕГРАДАЦИИ И БИОПОВРЕЖДЕНИЯ ПЛАСТИКА

Гончарова Софья Павловна

г. Москва, ГБОУ «Школа № 1317», 8 класс

Научный руководитель: Нехожина Людмила Александровна, г. Москва, ГБОУ «Школа № 1317», учитель биологии

Проблема пластиковых отходов давно стала общемировой бедой. В период с 1950 по 2015 гг. было произведено 8,3 млрд тонн пластика, 6,3 млрд которого сейчас приходится на мусор. Лишь 9% пластикового мусора перерабатывается, 12% – сжигается, а остальные 79% накапливаются на свалках или в окружающей среде. То есть все способы переработки пластика либо не токсичные, либо затратные [1]. Ученые пытаются подглядеть безопасные, экологичные и экономичные способы переработки пластика у природы.

В настоящее время обнаружена способность ряда живых организмов к биоразложению пластика. В 2017 году Федерика Берточини опубликовала статью, в которой впервые описала биodeградацию пластика личинкой восковой моли. По ее мнению гусеница разлагает полиэтилен, и даже кокон, который она образует на определенном этапе, способен при контакте разлагать пластик! По оценкам исследователя скорость биоразложения полиэтилена гусеницами восковой моли гораздо выше, чем у кого бы то ни было из живых организмов [2]. Вместе с тем, результаты аналогичных исследований у различных ученых отличаются. Так, институт Фраунгофера структурной прочности и надежности систем (LBF) утверждает, что гусеницы прокусывают полиэтиленовую пленку, поглощают ее в небольших количествах и прекращают дальнейший прием материала. Данные исследований этой лаборатории не подтверждают, что гусеницы переваривают или могут разлагать полиэтилен [3]. Российские исследователи из г. Казани также отметили, что нет понимания, разлагают ли личинки восковой моли полиэтилен или нет, но определили, что количество пластика, который они биоповреждают, зависит от типа пластика [4, 5].

Данные противоречия обуславливают необходимость продолжать исследования в области переработки полимерных отходов.

Целью работы является: исследовать биоповреждения и биodeградацию полиэтилена различного типа личинкой восковой моли. **Гипотеза:** предположим, что личинка восковой моли может быстро биodeградировать пластик различного типа.

Для достижения указанной цели решены следующие задачи: проведен анализ литературы; выращена восковая моль в домашних условиях; выбраны виды пластика для дальнейших исследований; разработана методика исследования; проанализирован характер биоповреждений и биodeградации восковой молью пластика различного типа.

Объект исследования – личинки восковой моли (огневки пчелиной). **Предмет исследования** – биоповреждение и биodeградация пластика с помощью восковой моли.

Для определения массы поглощенного пластика мы использовали собственную методику, измеряя ювелирными весами с точностью измерений 0,001 г полиэтилен до погружения к личинкам и после суток нахождения в биореакторе (рис. 1). Для экспериментов мы использовали наиболее распространенные виды полиэтилена: полиэтилен низкого давления с высокой плотностью (маркировка 2), полипропилен (маркировка 5) и полиэтилен высокого давления (маркировка 4). Для определения скорости биоповреждения 1 личинкой пластика применены формулы, приведенные в работе [4].

Результаты проведения 9 экспериментов (по 3 раза с каждым видом пластика) показали, что в пересчете на 1 личинку в сутки получается, что за 24 часа 1 личинка биоповреждает 0,9 мг 2-го типа, 2,0 мг 5-го типа и 0,7 мг пластика 4-го типа. При этом значения, полученные по 5 типу полиэтилена (пакет для пищевых товаров) в пересчете на 1 личинку в сутки – 2,0 мг очень близки со значениями, полученными в работе Федерика Берточини [2], – 1,8 мг и российскими учеными в работе [4] – 1,78 мг (пакет для пищевых продуктов).

Для определения степени переработки пластика личинкой исследовали следы жизнедеятельности личинок, питающихся пластиком и черными сотами с помощью микроскопа с разрешением 900 крат (рис. 1).

Исследования под микроскопом следов жизнедеятельности показали наличие не проработанных частичек пластика у личинок, которые питались пластиком (рис. 1).



Рис. 1. Некоторые результаты исследования

Для определения способности личинок восковой моли к биодegradации пластика и способа, которым они его осуществляют (бактерия или фермент), восковая моль была перетерта в пасту и разделена на две равные части. Одна часть облучена ультрафиолетовым (УФ) излучением (поражающим живые организмы с вероятностью 99%). Далее обе консистенции нанесены на полиэтилен и оставлены на 24 часа. Воздействие УФ-излучением и первой, и второй части перетертой моли не привело к каким-либо структурным изменениям полиэтилена. Изменения во внешних признаках не выявлены.

Для определения влияния питания пластиком на развитие личинки моли исследованы две группы. Одну из них мы кормили исключительно черными сотами, а другую полиэтиленом. За всё время наблюдения за огневкой пчелиной различий во внешних признаках не было обнаружено. Явных отличий в поведении двух групп не было обнаружено, по внешним признакам личинки, которые питались полиэтиленом были идентичны с теми, которые питались черными сотами. Однако после окукливания из личинок, которые питались пластиком, бабочки так и не появились, в отличие от контрольной группы. Исследование погибших куколок показало, что процесс превращения в бабочку до конца завершен не был.

Таким образом, в ходе работы удалось определить наиболее характерные условия для обитания огневки пчелиной и с помощью изготовленного биореактора провести исследования. Результаты проведенного исследования показали, что личинки биоповреждают пластик по-разному. При этом частички пластика присутствуют в следах жизнедеятельности личинок. Биодegradация пластика, как это описано в исследованиях Федерика Берточини, при контакте с перетертыми личинками не происходит. Явных отличий в поведении личинок, питающихся только пластиком, выявлено не было. Личинки окуклились одновременно, однако личинки, питающиеся пластиком после окукливания, погибли. Исследования погибших куколок показало, что процесс превращения в бабочку до конца завершен не был. Возможная причина – недостаток питательных веществ. Вместе с тем сам факт окукливания свидетельствует о том, что личинке моли удается извлекать часть питательных веществ из пластика, а значит его биоразлагать. Другое дело что они не могут биоразложить 100% пластика, о чем свидетельствует наличие его частичек в следах жизнедеятельности.

Гипотеза о том, что личинка восковой моли может быстро биодegradировать пластик различного типа в целом подтверждена. Вместе с тем, каким образом она это может делать, осталось не изученным. Результаты данной работы можно использовать как основу для продолжения дальнейших исследований для выделения веществ, способных перерабатывать пластик.

Список литературы:

1. Geyer R., Jambeckand J.R., Law K.L. Production, use, and fate of all plastics ever made // *Science advances*. 2017. Vol. 3, iss. 7. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28776036/> (дата обращения 28.04.2021).
2. Bombelli P., Howe C.J., Bertocchini F. Polyethylene bio-degradation by caterpillars of the wax moth *Galleria mellonella* // *Current Biology*. 2017. Vol. 27, iss. 8. P. 292-293. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.02.060> (дата обращения 28.04.2021).
3. Bastian Barton Raupen der Wachsmotte haben Plastik zum Fressen gern // Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF/ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.chemie.de/news/1166662/raupen-der-wachsmotte-haben-plastik-zum-fressen-gern.html> 10.06.2020 (дата обращения 28.04.2021).
4. Васильева А.В., Медведева Я.В., Костюкова Н.М., Никитин О.В., Латыпова В.З., Кузьмин Р.С., Шуралев Э.А., Мукминов М.Н. Сравнительный анализ биоповреждения полиэтиленов разных типов личинками *Galleria mellonella* (Insecta, Lepidoptera, Pyralidae) // *Поволжский экологический журнал*. 2019. № 1. С. 17-27.
5. Гущин А. В., Колбина Л. М., Осокина А. С. Устройство для содержания и разведения большой восковой моли (*Galleria mellonella* L.). // *Биомика*. 2016. Т. 8. №. 2. С. 84-87.