

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г.
Чернышевского

Биологический факультет

Проект: «Стартап как диплом»

**«Фотоиндуцированное повышение
эффективности биодеструкции
полипропиленов»**

Участники: Морозова Е. С., Савельев Г. К.

Научный руководитель: канд. биол. наук, доцент Тучина Е.С.

Цель проекта:

разработать способ

- ✓ эффективной
- ✓ безотходной
- ✓ безопасной

деструкции полипропилена с использованием оптического излучения и микроорганизмов



Задачи проекта:

- ✓ увеличить степень хрупкости, ослабить связи внутри молекул полимера за счет воздействия ультрафиолетового излучения
- ✓ увеличить скорость разложения за счет фотостимуляции роста микроорганизмов-деструкторов полипропилена



Мировые исследования, на которых основывается проект:

1 часть: Воздействие излучения на пластик

Рядом исследователей показано, что полипропиленовые материалы лучше подвергаются биодеструкции после воздействия УФ-излучением с длинами волн 220-270 нм.

Группа авторов (Aravinthan et al., 2014) использовала для обработки полипропилена УФ-излучение 225 нм в течении 6 дней. В качестве биодеструкторов были выбраны *Bacillus flexus*, *B. subtilis* и *Pseudomonas azotoforman*. Итогом исследования являлся тот факт, что разложение полипропилена, обработанного УФ излучением, происходило более эффективно. Наблюдалась гравиметрическая потеря веса полипропилена на 1,45 - 1,95% .

[Aravinthan et al. Synergistic growth of Bacillus and Pseudomonas and its degradation potential on pretreated polypropylene // Preparative Biochemistry and Biotechnology. 2014. Vol. 8 (11). P.3-4.]

Исследование Dogan (2021) показало, что облучение УФ приводит к уменьшению толщины пластика на 12%

[Dogan M. Ultraviolet light accelerates the degradation of polyethylene plastics // Microscopy research and technique. 2021. Vol. 1 (84). P. 2-9].

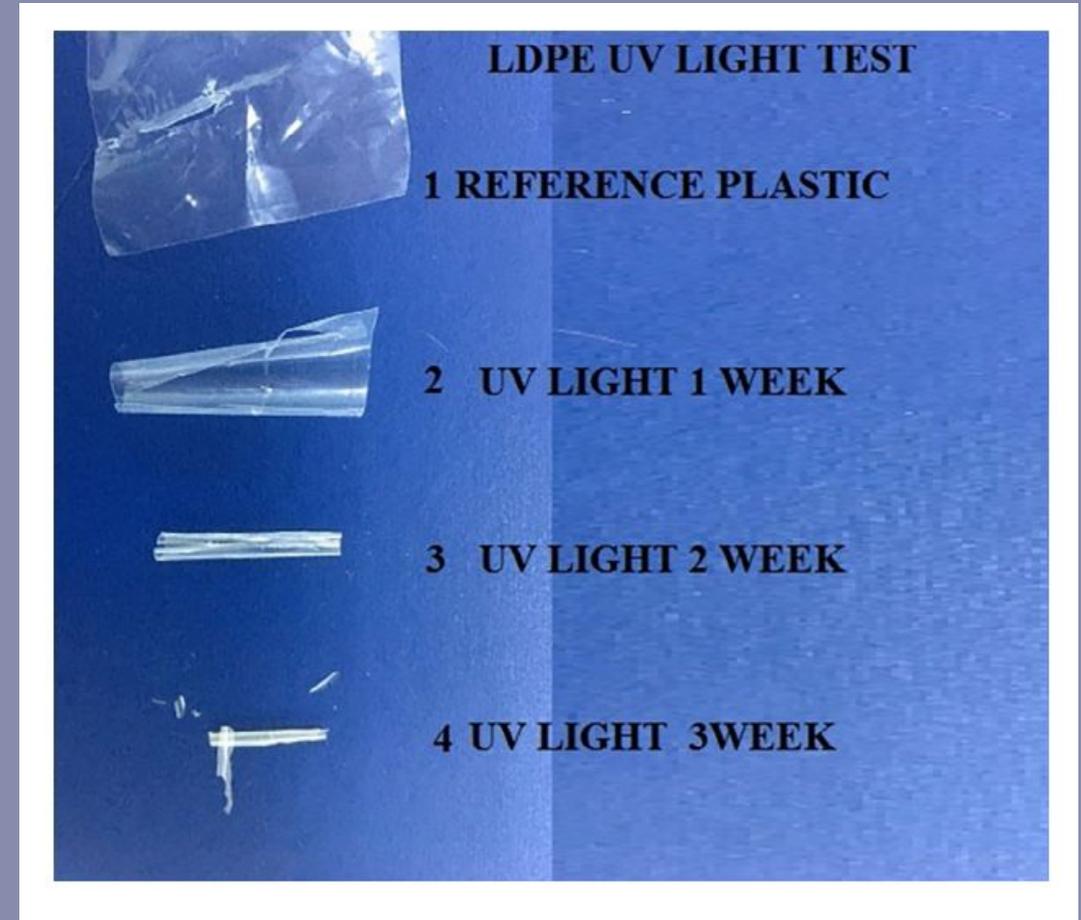


Рисунок 1. Биодеградация полипропилена после облучения УФ (Aravinthan et al., 2014)

Мировые исследования, на которых основывается проект:

2 часть: воздействие излучения на рост бактерий

1. Thi Mai Hoa Ha, Derrick Yong, Elizabeth Mei Yin Lee обнаружили, что численность популяций *Bacillus pumilus* увеличивается в ответ на облучение колоний рентгеновским излучением дозами ниже 13 Гр, энергией 50, 100 и 150 кэВ (причем чем больше энергия, тем больше эффект); Исследователи объясняют это активацией спор бактерий вызванной изменениями в проницаемости мембраны, что способствует притоку питательных веществ [Thi Mai Hoa Ha et al. Activation and inactivation of *Bacillus pumilus* spores by kiloelectron volt X-ray irradiation // PLoS One. 2017. Vol. 12. P.8-12].

2. Imran Khan исследовал микробиоту кишечника мышей и обнаружил, что дальнейшее инфракрасное излучение с длиной волны 1420 нм со средним коэффициентом излучения 85,61% и уровнем энергии фотонов 12,4 МэВ–1,7 эВ активировало рост некоторых бактерий [Khan I. et al. Far infrared radiation induces changes in gut microbiota and activates GPCRs in mice // Journal of Advanced Research. 2020. P.147-151].

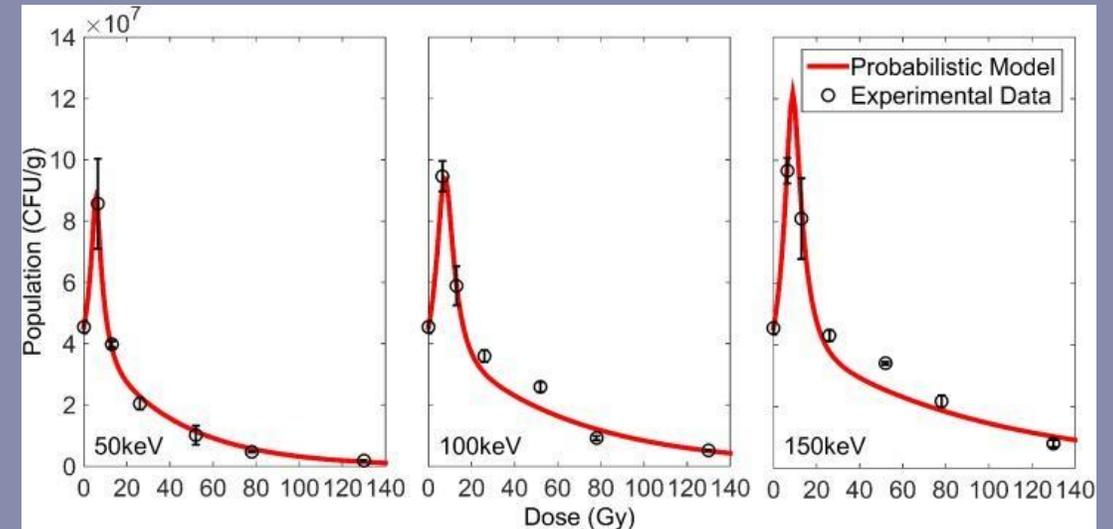


Рисунок 2. Стимуляция роста *Bacillus pumilus* под действием излучения (Hoа Ha et al., 2017)

Технологическая идея проекта:

Основываясь на данных литературы и сведениях, полученных нами в предыдущих экспериментах, можно предложить следующую схему для достижения максимально эффективной, быстрой и безотходной биodeградации полипропиленов.

Шаг 1 Обработка УФ-излучением

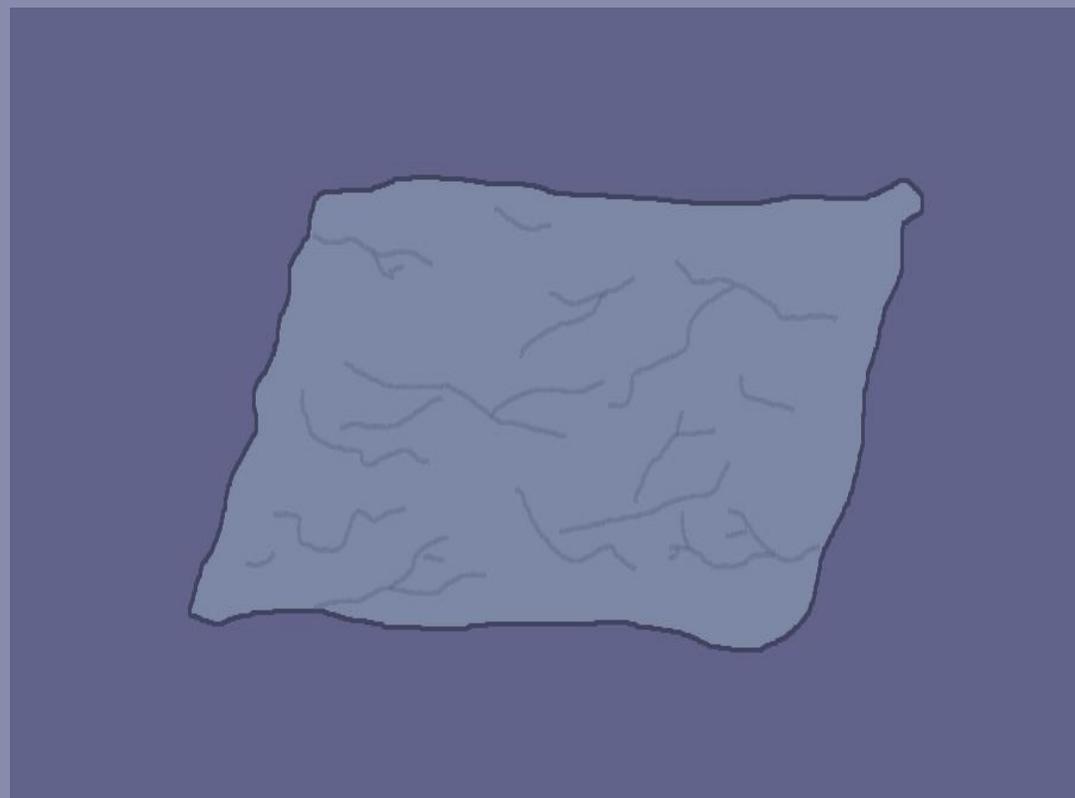
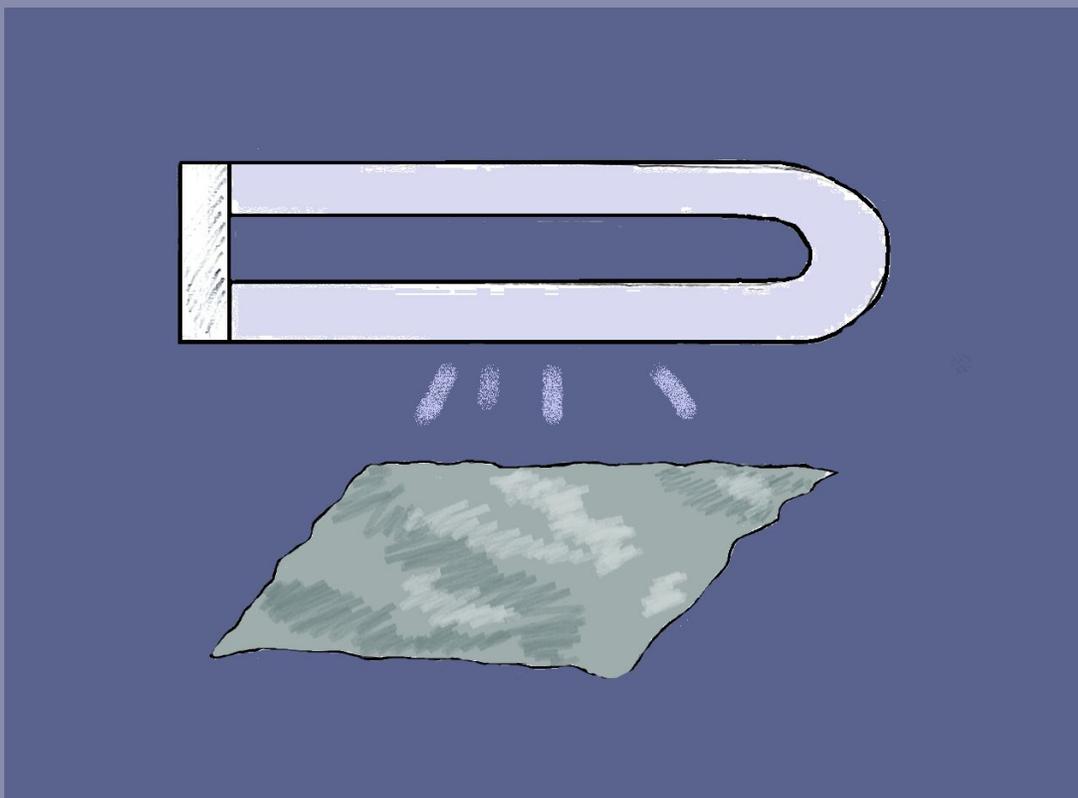
- Обеззараживание полученных с пунктов сбора вторсырья или отходов производства полипропиленовых материалов
- Коррозия полипропиленовых материалов под воздействием УФ-излучения

Шаг 2 Стимуляция активности микроорганизмов-деструкторов

- Активация метаболических процессов в клетках микроорганизмов под действием ИК-излучения
- Повышение гидрофильности фрагментов разрушенного полипропилена для дальнейшего растворения в воде и последующей полной деструкции

Экспериментальная часть

1. Полимерный материал облучается УФ-излучением с длиной волны 225-270 нм, вследствие чего химические связи в молекуле полипропилена становятся менее прочными



Экспериментальная часть

2. Полипропилен помещается на среду с бактериями-деструкторами

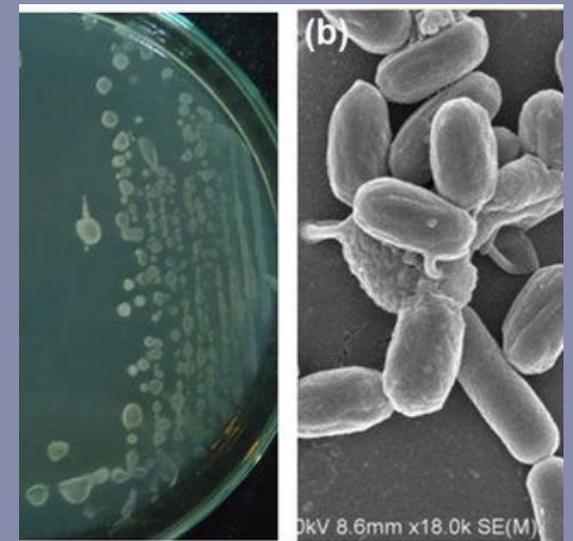
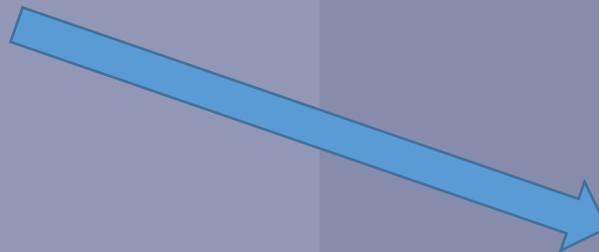
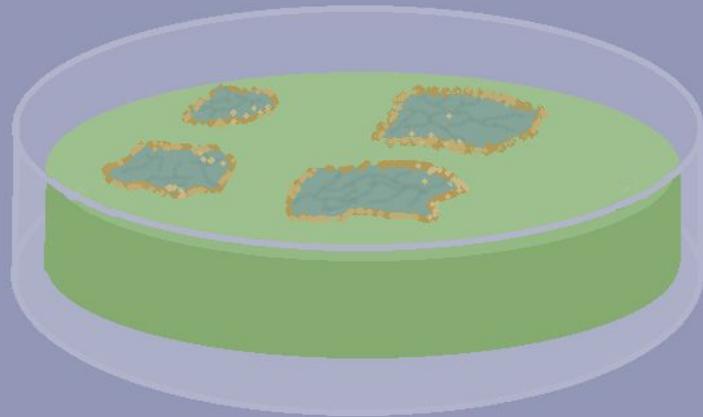
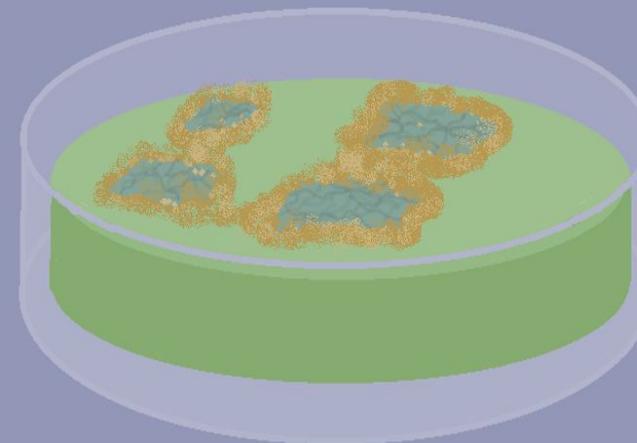
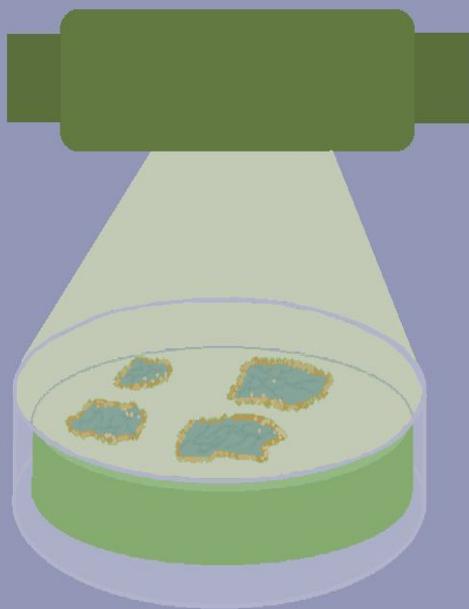


Рисунок 3. Рост микроорганизмов рода *Bacillus* на среде с присутствием

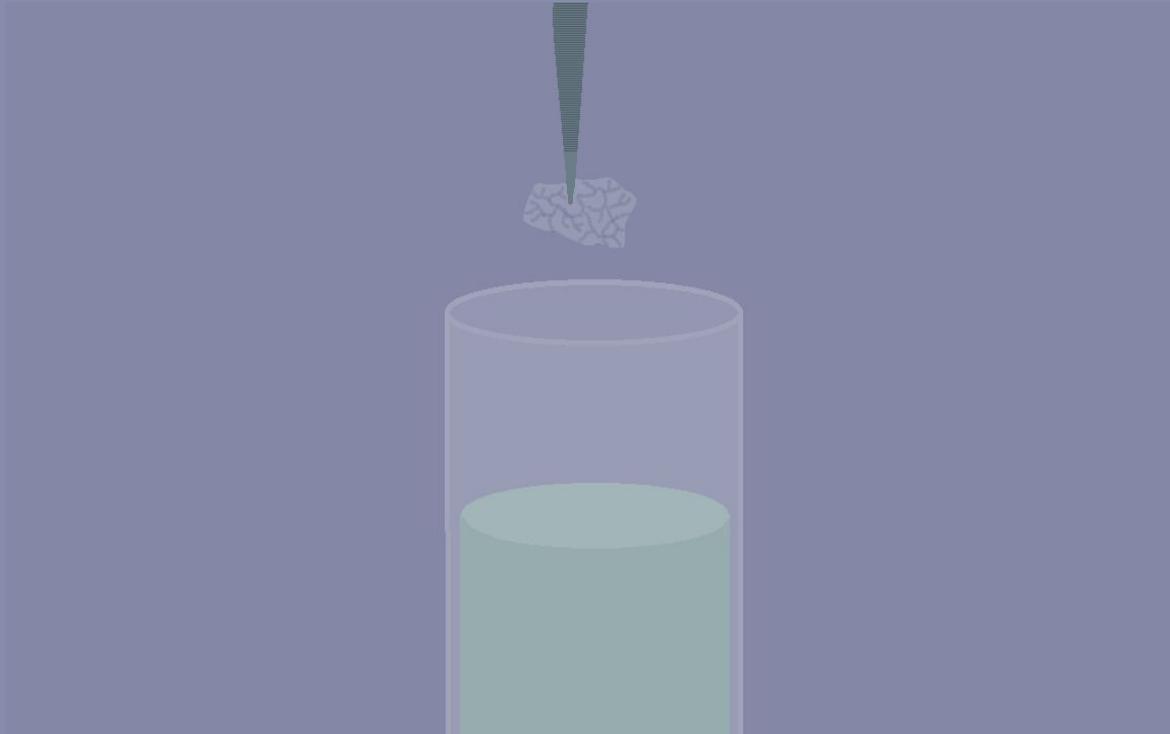
Экспериментальная часть

3. Под воздействием ИК-излучения (800-1000 нм) происходит активация метаболизма бактерий, увеличивается их численность, что ускоряет разложение полимера



Экспериментальная часть

4. Повышение гидрофильности будет способствовать максимально полной деструкции полипропилена. Очищенная от микроорганизмов среда может быть использована, поскольку будет безопасна как с биологической, так и с химической точки зрения.



Экономические преимущества проекта:

- Низкая себестоимость излучателей
- Возможность проведение обработки большого объема сырья
- Возможность установки излучателей и биореакторов на мусороперерабатывающих предприятиях
- Высокая скорость роста бактерий и степень деструкции полимера
- Безопасность метода, поскольку используются микроорганизмы – представители естественных биоценозов почвы

Сохраним Планету вместе!

