СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY

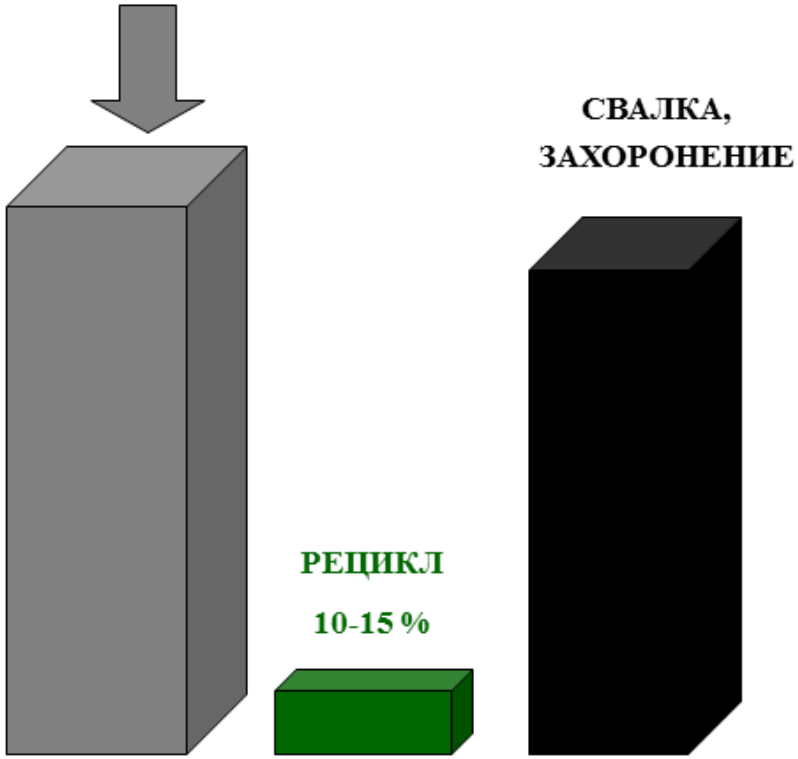
ИБФ СО РАН

РАЗРУШАЕМЫЕ БИОПЛАСТИКИ В КАЧЕСТВЕ АНАЛОГА НЕРАЗРУШАЕМЫМ ПОЛИОЛЕФИНАМ

“Either humanity will reduce its wastes or the wastes will reduce human population on Earth!”

John Button

ВЫПУСК СИНТЕТИЧЕСКИХ ПЛАСТИКОВ ДОСТИГ 300 МЛН ТОНН/ГОД; ИХ НАКОПЛЕНИЕ В БИОСФЕРЕ СТАНОВИТСЯ ГЛОБАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОБЛЕМОЙ



Синтетические термопластические полимеры

- 1. **Полиолефины** (полиэтилен и полипропилен)
- 2. **Полистирол**
  3. **Поливинилхлорид**
- 4. **Полиэтилентерефталат**
- 5.**Найлон**
- 6. **Поликарбонат**
- 7. **Поливинилацетат**

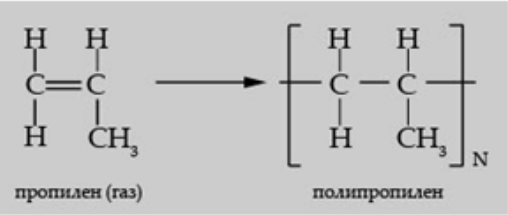
Полиолефины – основной упаковочный материал

50 % пластиков

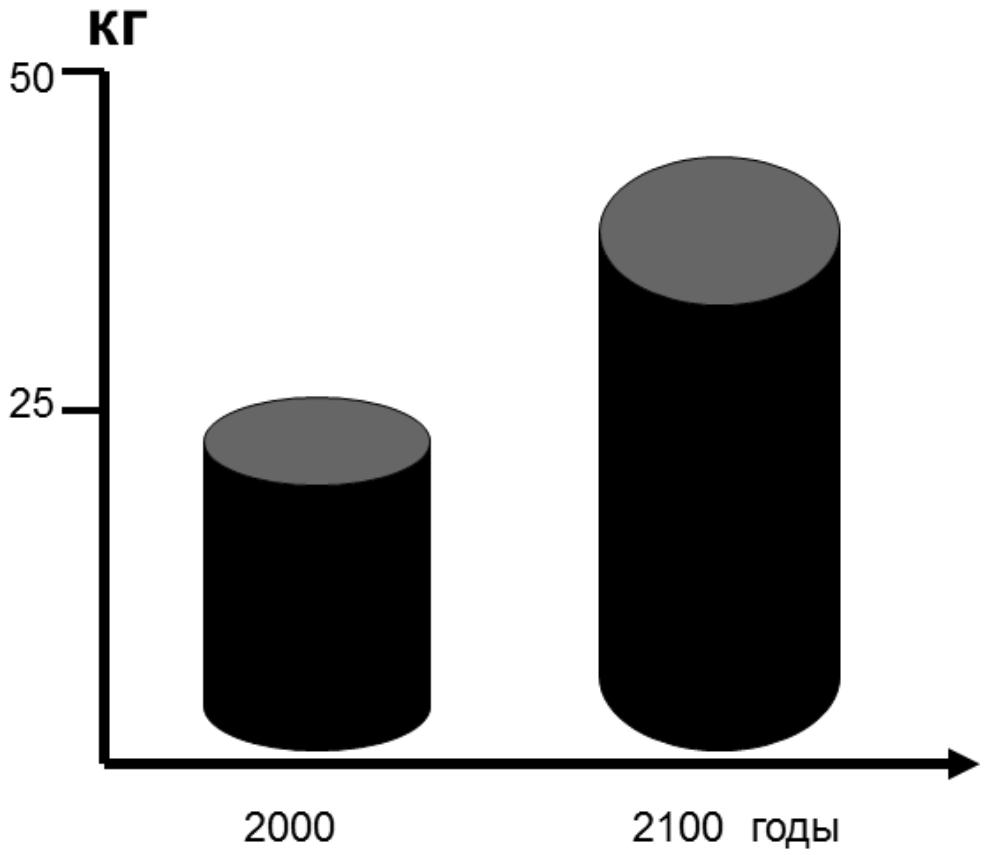
упаковка и тара

40 % упаковка пищи и напитков

Динамика потребление полипропилена на душу населения



Свойства полипропилена:
ММ = (60-300)*103; показатель текучести расплава (2300С/2,16кг, г/10 мин) 0,2-55; температура стеклования (температура размягчения) от -10 до -20 град.С; температура плавления 160-176 град. С; термическая деструкция начинается при 30 град.С;
Химические свойства:
устойчив в воде (вплоть до 130^{0}С); устойчив к кислотам и щелочам

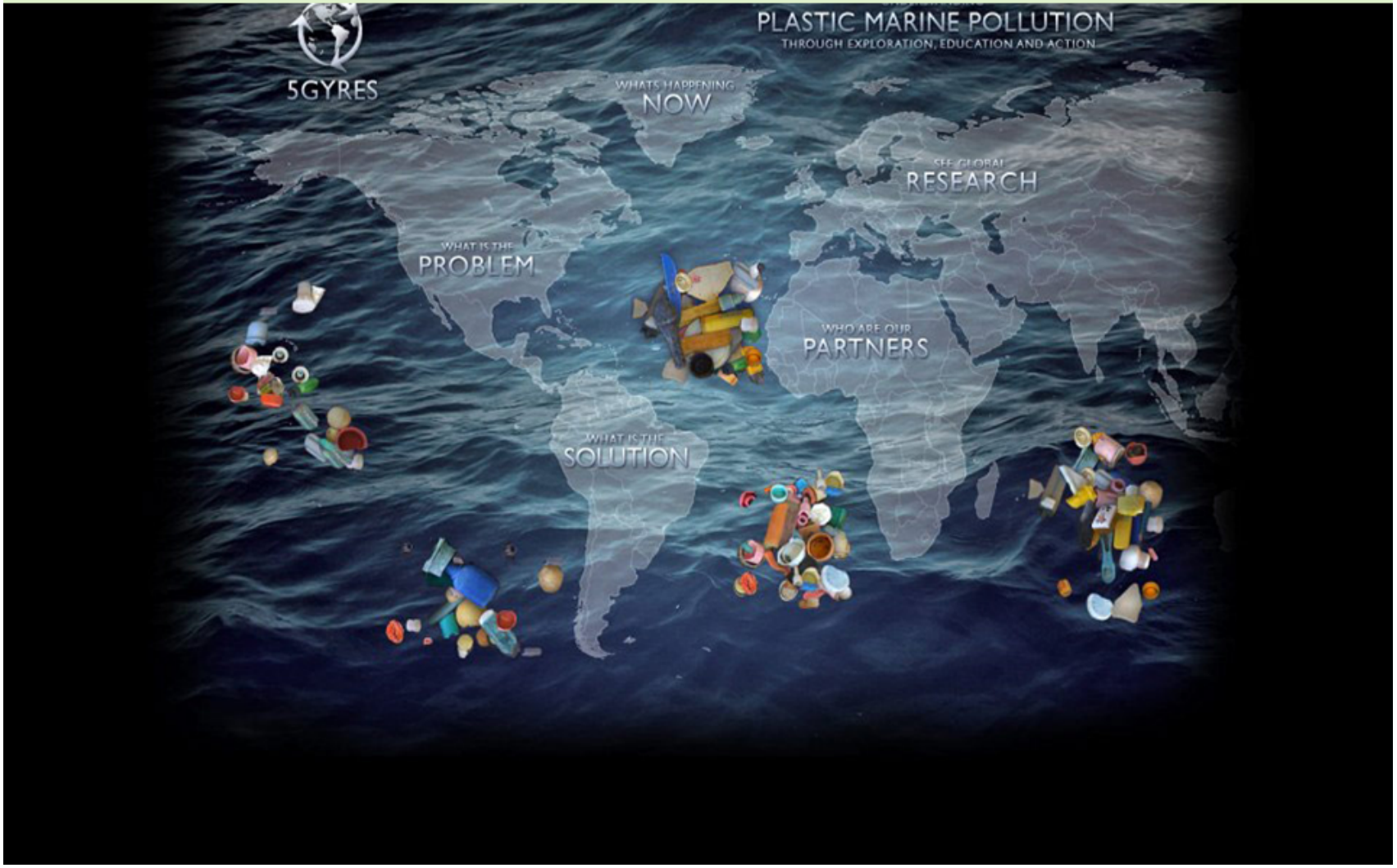


http://felbert.livejournal.com/1618508.html

Горный курорт Багио (Филиппины) - мусорный «тайфун», пробил ограждение свалки и разнес его по улицам города; унес жизни 26 человек, 1000 остались без крова

ПЛАСТИКОВЫЕ «ОСТРОВА» В МИРОВОМ ОКЕАНЕ

http://felbert.livejournal.com/1618508.html



http://felbert.livejournal.com/1618508.html

"Великий тихоокеанский мусорный остров" (Great Pacific Garbage Patch),

"Восточный мусорный остров" Тихоокеанский мусороворот" (Pacific Trash Vortex)

http://felbert.livejournal.com/1618508.html

http://felbert.livejournal.com/1618508.html

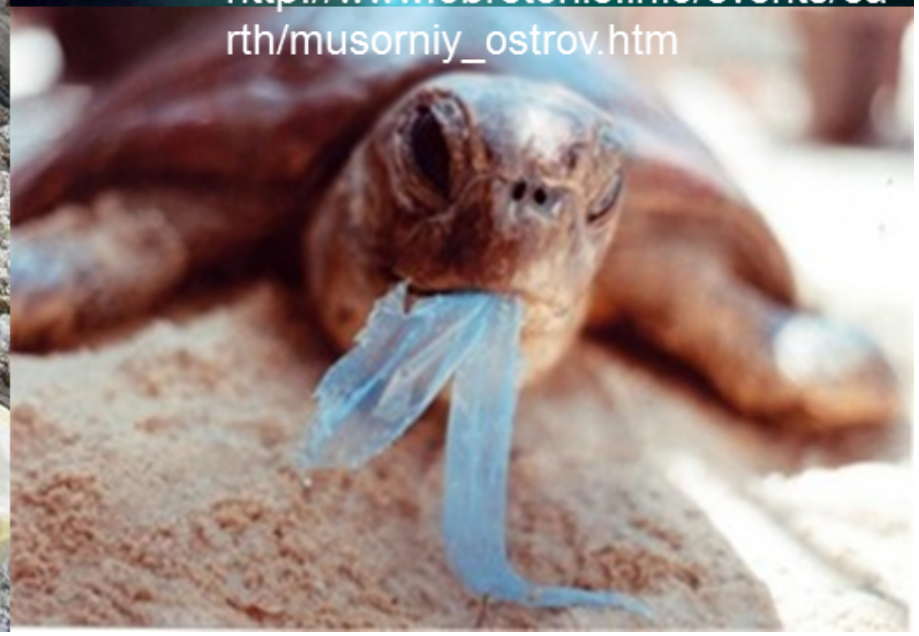
pronowosti.ru

http://felbert.livejournal.com/1618508.html

http://felbert.livejournal.com/1618508.html

http://felbert.livejournal.com/1618508.html

http://www.obretenie.info/events/earth/musorniy_ostrov.htm



Первый искусственный остров из пластиковых бутылок был построен в 1998 году на Карибском побережье Мексики

Было собрано в мешки 25 000 бутылок; размеры острова - 20 х 16 метров ; второй остров вместил 100 000 бутылок

http://vse-sam.ru/9638-ostrov-iz-butylok.html

В Голландии обсуждается «проект» сбора мусора и создание в океане островов для строительства городов

В Риме в рамках проекта, направленного на сохранение пляжей Европы, построен отель из мусора «Corona Save The Beach Hotel», собранного с пляжей

ПУТИ ЛИКВИДАЦИИ ПЛАСТИКОВЫХ ОТХОДОВ:

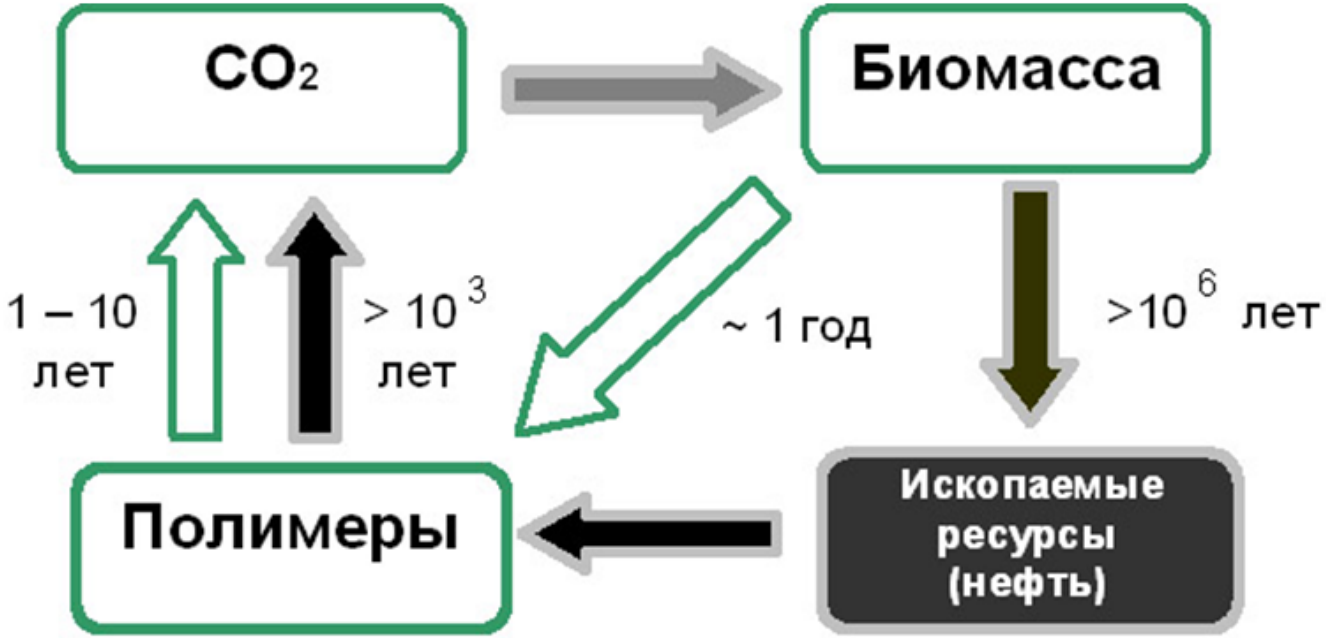
ЗАХОРОНЕНИЕЕ И СКЛАДИРОВАНИЕ → 80%

СЖИГАНИЕ, ПИРОЛИЗ → 5%

РЕЦИКЛ → 15%

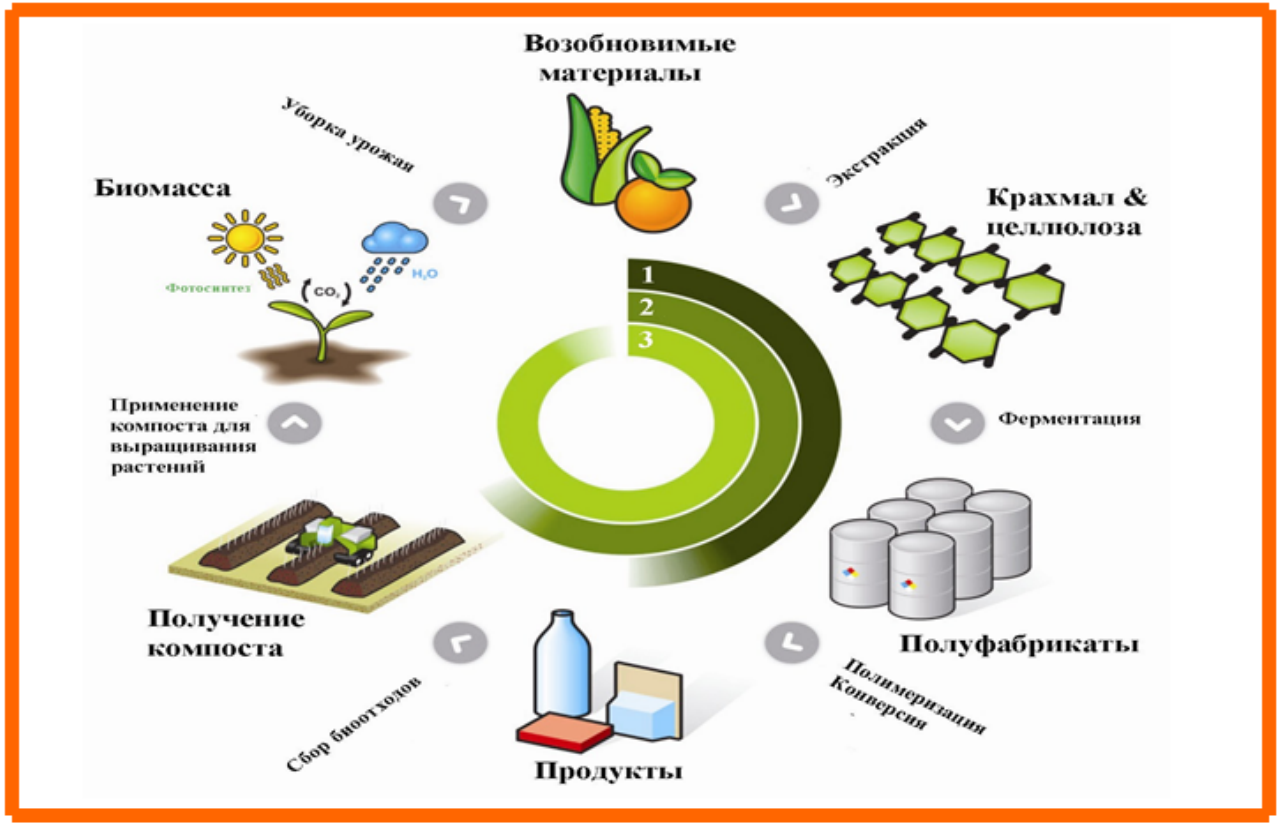
Динамика мировых цен на полиолефины 2000-2012 гг.

Цикл углерода синтетических полимеров и разрушаемых биополимеров:



Путь возобновляемых ресурсов (белые стрелки); путь ископаемых (не возобновляемых) ресурсов (черные стрелки); путь возобновляемых и не возобновляемых ресурсов (серая стрелка).

Схема продукции, потребления и утилизации биополимеров, полученных из возобновляемых источников, включающая стадию компостирования



1 – путь от сбора урожая до получения продукта
2 – путь от сбора урожая до утилизации биополимеров
3 – путь от сбора урожая до сбора урожая

Принцип компостирования:

Домашние условия

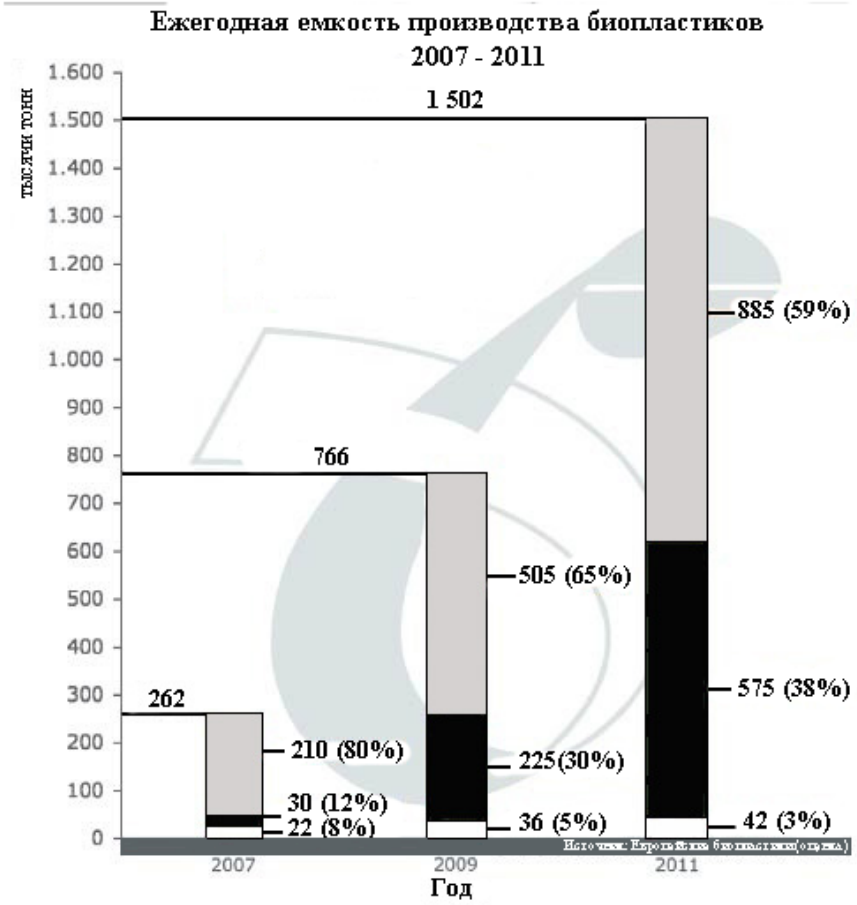
Промышленное компостирование

В 2000 г. ЕС приняла стандарт EN 13432, регламентирующий требования к рециклу упаковки вместо сжигания; директива № 94/62/WE

ПУТИ ПЕРЕХОДА НА БИОДЕГРАДИРУЕМЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ:

- получение пластиков на основе воспроизводимых природных полимеров,
- придание биоразлагаемости высокомолекулярным синтетическим материалам,
- химический и биологический синтез биоразрушаемых полиэфиров гидроксикарбоновых кислот

Прогноз развития рынка потребления различных типов пластиков



синтетические разрушаемые

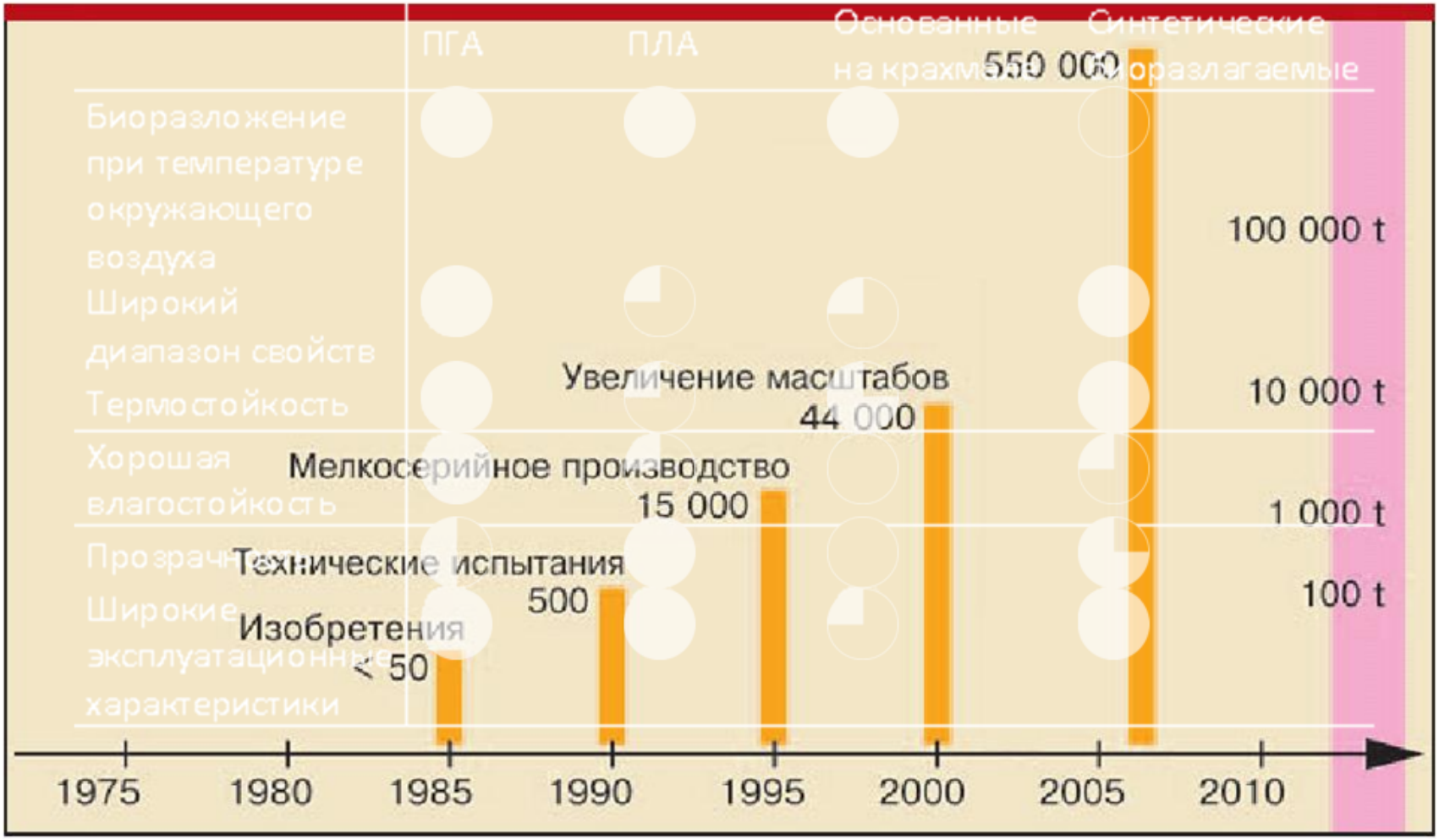
биоразрушаемые биопластики

синтетические неразрушаемые

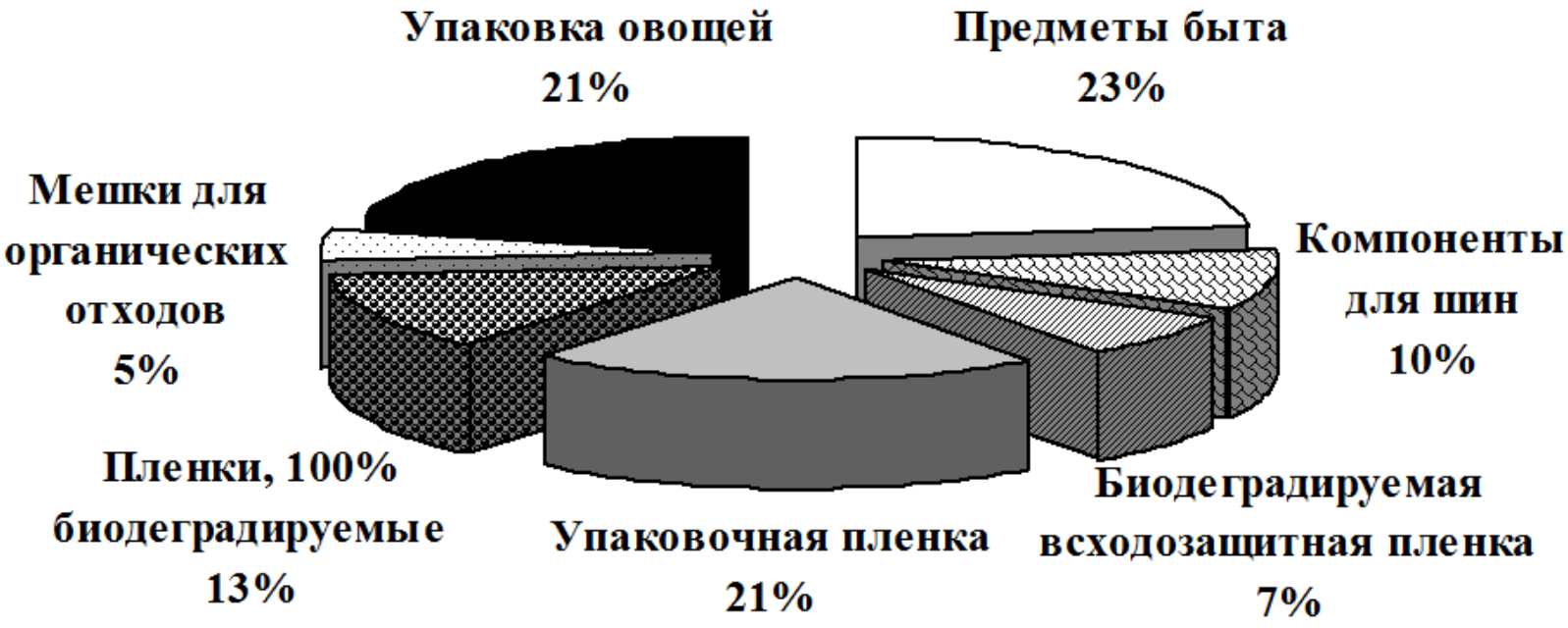
СОПОСТАВЛЕНИЕ ПЛАСТИКОВ

	ПГА	ПЛА	Основанные на крахмале	Синтетические биоразлагаемые
Биоразложение при температуре окружающего воздуха	●	●	●	○
Широкий диапазон свойств	●	◔	◔	●
Термостойкость	●	◔	◕	●
Хорошая влагостойкость	●	◔	○	◔
Прозрачность	◕	●	○	◕
Широкие эксплуатационные характеристики	●	●	◔	●

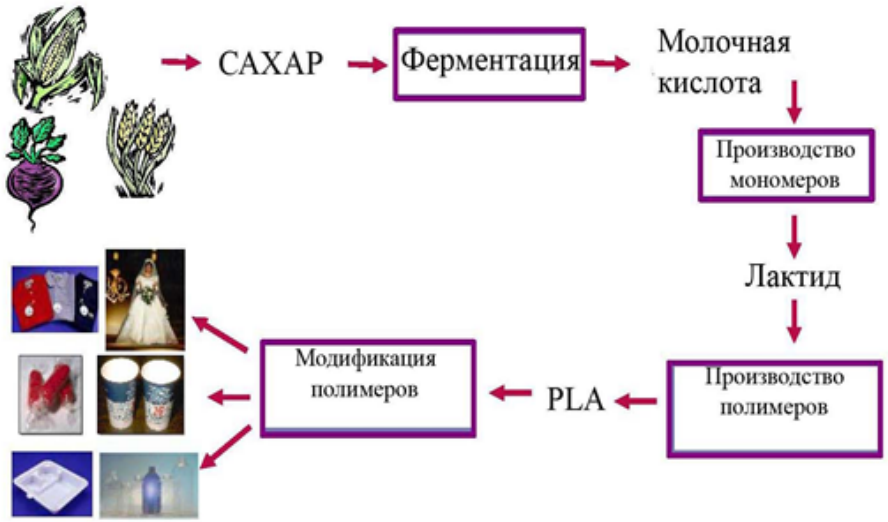
ПРОГНОЗ НАРАЩИВАНИЯ ОБЪЕМОВ БИОПЛАСТИКОВ



Потенциальный объем рынка биопластиков



ПОЛИЛАКТИД – наиболее распространенный биопластик



	Полимер на основе полимолочной кислоты*	Метод ASTM
Физические свойства		
Удельный вес, г/куб. см	1,24	D792
Показатель текучести, г/10 мин. (190 °C/2,16 K)	4–8	D1238
Прозрачность	Прозрачный	ISO 527
Механические свойства		
Сопротивление разрыву при растяжении, фунтов/кв. дюйм (МПа)	7 700 (53)	D882
Предел текучести при растяжении, фунтов/кв. дюйм (МПа)	8 700 (60)	D882
Модуль упругости при растяжении, тыс. фунтов/кв. дюйм (ГПа)	500 (3,5)	D882
Удлинение при растяжении, %	6,0	D882
Ударная прочность по Изоду с надрезом, фут-фунт/дюйм (Дж/м)	0,24 (12,81)	D256
Усадка аналогичная ПЭТ		

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОИЗВОДСТВА:

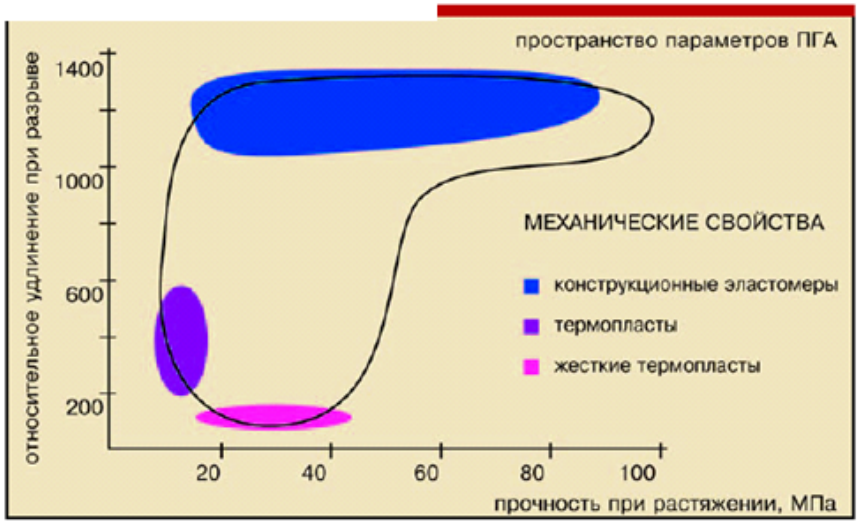
Nature Works 140 тыс. т/год

Cargill Inc» 50-150 тыс т/год - до 2.5 $/кг

Mitsui Toatsu 1 000 т/год

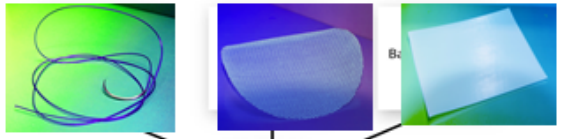
Россия - производство отсутствует

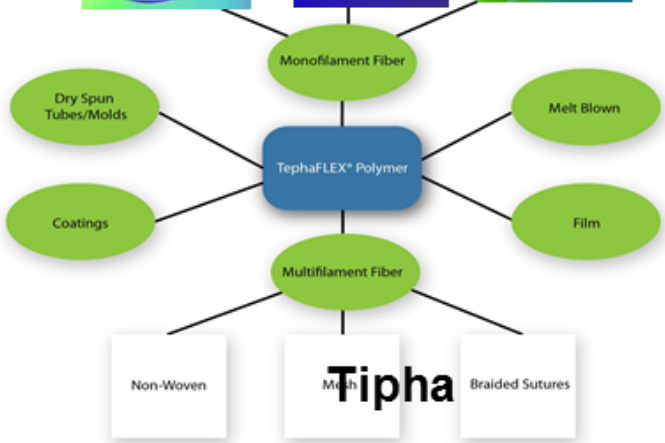
ПОЛИГИДРОКСИАЛКАНОАТЫ



ПРОДУКЦИЯ ИЗ PHA

P&G





Tipha

Преимущества полигидроксиалканоатов:

- вариабельность химической структуры: состав мономеров от C_4 до C_{12} позволяет иметь спектр материалов с различными свойствами;
- возможность переработки доступными методами из различных фазовых состояний;
- высокая биосовместимость (масляная кислота – естественный продукт обмена);
- возможность управления скоростью биоразрушения, длительность биорезорбции

ПРОИЗВОДСТВА ПГА

Фирма	тип ПГА	объемы	применение
Biomers фармакология	ПЗГБ	неизвестно	упаковка,
BASF Ecoflex	ПЗГБ; ПЗГБ/ГВ	пилотное	композиты с
Metabolix +ADM	различные типы	50 000 т	упаковка
Tepha	различные типы	неизвестно	медизделия
P&G	среднецепочечные	неизвестно	упаковка
Monsanto	ПЗГБ; ПЗГБ/ГВ	завод	полимер-сырье
Kaneka	различные типы	неизвестно	упаковка
Mitsubishi	ПЗГБ	10 т	упаковка
Bio-On	ПЗГБ	10 000 т	сырье
Zhejiang Tian	ПЗГБ/ГВ	2 000 т	сырье
Yikeman	различные ПГА	3 000 т	сырье
Biocycles	ПЗГБ	100 т	сырье
Tianjing Green	ПЗГБ/4ГБ	10 000 т	сырье, упаковка

Россия - производство отсутствует

ИССЛЕДОВАНИЯ ПГА В РОССИИ:

- ИБФ СО РАН
- МГУ
- ИБФМ РАН
- ИБ им. АН Баха РАН
- ИНМИ им. СН Виноградского РАН

БИОПЛАСТОТАН-

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

СВИДЕТЕЛЬСТВО

на товарный знак (знак обслуживания)

№ 315652

БИОПЛАСТОТАН

Правообладатель: *Институт биофизики Сибирского отделения Российской академии наук, 660036, г.Красноярск, Академгородок, 50, стр.50 (RU)*

Заявка № 2006703271
Приоритет товарного знака 15 февраля 2006 г.
Зарегистрировано в Государственном реестре товарных знаков и знаков обслуживания Российской Федерации *24 октября 2006 г.*
Срок действия регистрации истекает 15 февраля 2016 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам

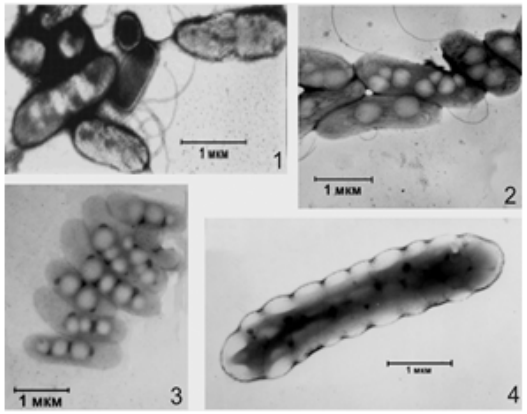
Б.П. Симонов

торговая марка биоматериала и полимерных изделий

ИБФ СО РАН-СФУ - Красноярск

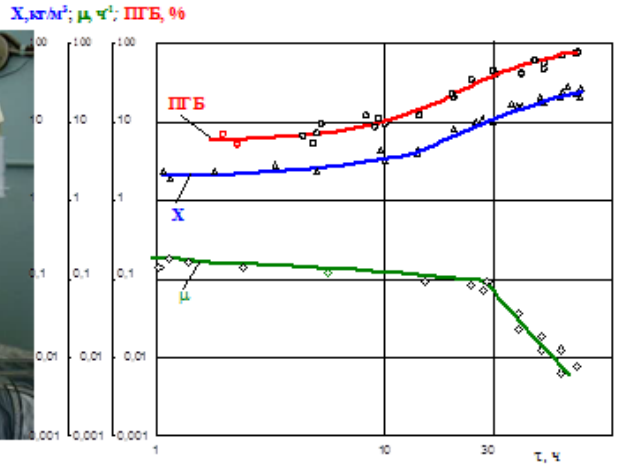
БИОПЛАСТОТАН-

семейство биоразрушаемых полимеров, образованных мономерами масляной и других жирных кислот, синтезируемых микробиологическим способом в специализированном режиме



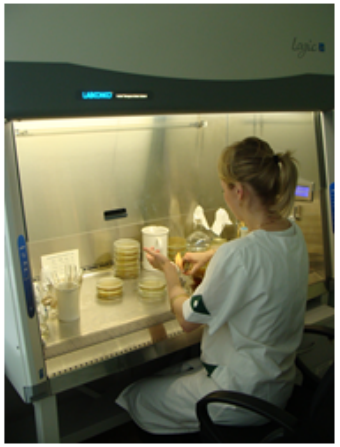
Клетки с содержанием полимера до 90%

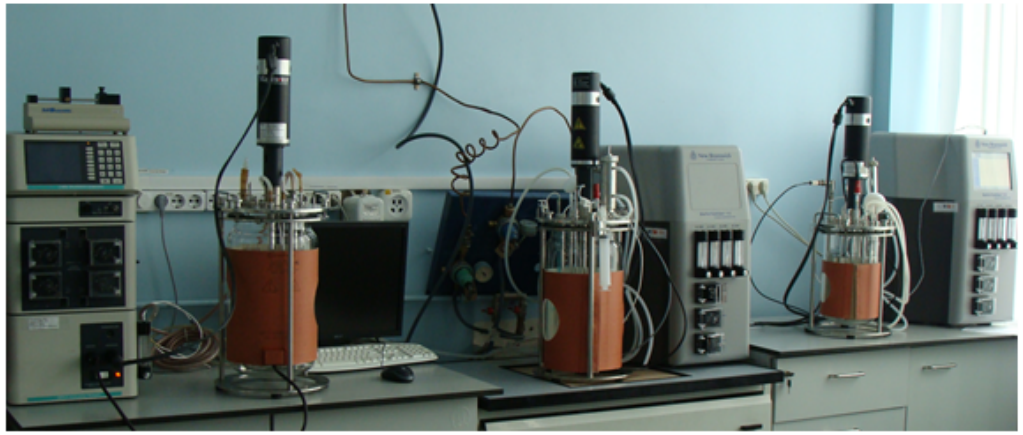
Автоматизированный комплекс Bio-Flo



Штатный режим биосинтеза

Лабораторный процесс получения Биопластотана





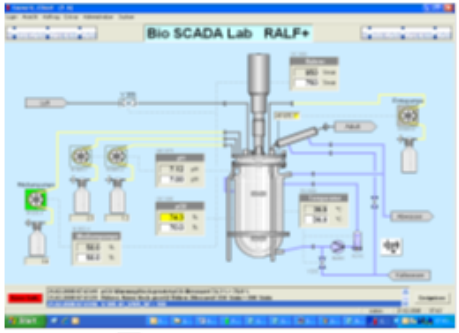
ПИЛОТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО БИОПЛАСТОТАНа

В рамках мега-проекта (Пост. Правительства РФ № 219) создается опытное производство на основе автоматизированной ферментационной линии Bioengjneering (Швейцария)

Инокулятор,V= 30 л

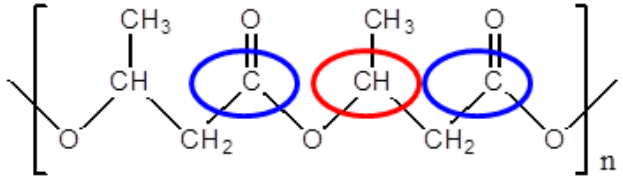
Производственный ферментер, V=150 л

Блок газообеспечния

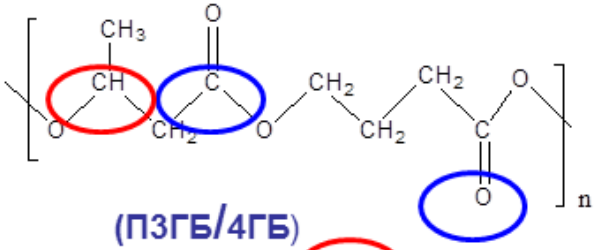


Программа управления

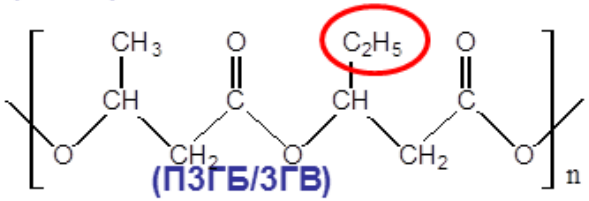
РАЗРАБОТАНЫ И РЕАЛИЗОВАНЫ ПРОЦЕССЫ СИНТЕЗА БИОПЛАСТОТАНА РАЗЛИЧНОГО ХИМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ



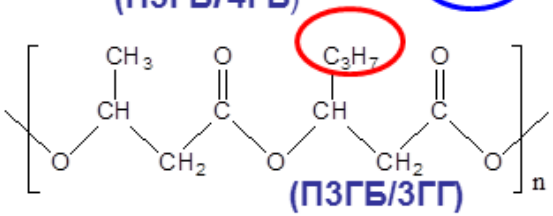
(ПЗГБ)



(ПЗГБ/4ГБ)

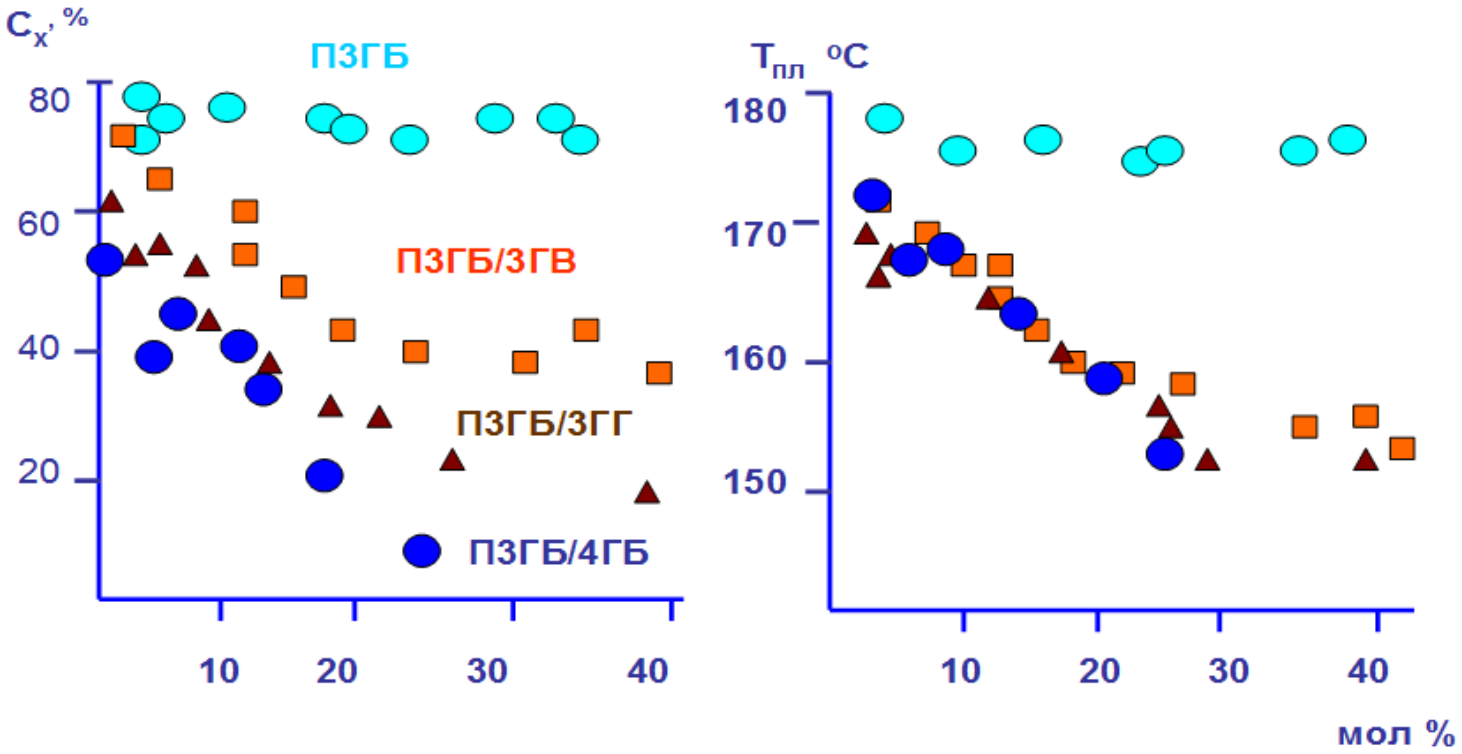


(ПЗГБ/3ГВ)



(ПЗГБ/3ГГ)

СЕМЕЙСТВО ПОЛИМЕРОВ С РАЗЛИЧНЫМИ СВОЙСТВАМИ – ОТ ЖЕСТКИХ ТЕРМОПЛАСТОВ ДО КОНСТРУКЦИОННЫХ ЭЛАСТОМЕРОВ



влияние фракции второго мономера на степень кристалличности (Сх) и температуру плавления (Тпл) полимеров

РАЗРАБОТАНЫ И ЗАРЕГИСТРИРОВАНЫ В ГОССТАНДАРТЕ РФ ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА СЕРИЮ ПОЛИМЕРОВ РАЗЛИЧНОГО СОСТАВА

СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

ОКП 22 0000

Группа Л27

УТВЕРЖДАЮ

ПОЛИМЕР ГИДРОКСИМАСЛЯНОЙ КИСЛОТЫ

Технические условия

ТУ 2200-003-03533441-2005

СОГЛАСОВАНО

РАЗРАБОТАНО

СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

ОКП 22 0000

Группа Л27

Утверждаю

СОПОЛИМЕР ГИДРОКСИМАСЛЯНОЙ И ГИДРОКСИВАЛЕРИАНОВОЙ КИСЛОТ

Технические условия

ТУ 2200-001-03533441-2004

Согласовано

Разработано

СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

ОКП 22 0000

Группа Л27

УТВЕРЖДАЮ

СОПОЛИМЕР ГИДРОКСИМАСЛЯНОЙ, ГИДРОКСИВАЛЕРИАНОВОЙ И ГИДРОКСИГЕКСАНОВОЙ КИСЛОТ

Технические условия

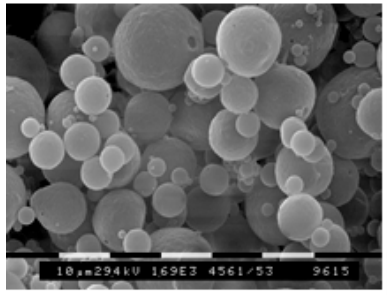
ТУ 2200-004-03533441-2005

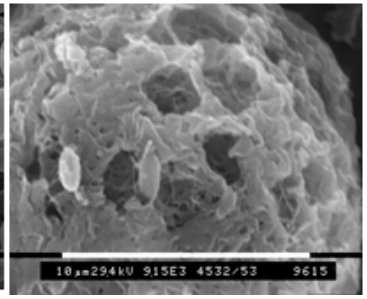
СОГЛАСОВАНО

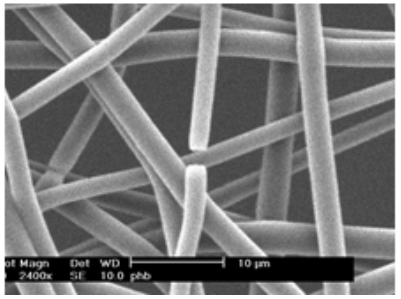
РАЗРАБОТАНО

в качестве полимерной основы для депонирования лекарственных препаратов (ЛП), матриц культивирования клеток (МКК), хирургических материалов (ХМ), хирургических биоимплантов (ХБИ) и эндопротезов (ЭП), полимерных покрытий (ПП), упаковочного материала (УМ), упаковочной тары (УТ).

РАЗРАБОТАНО И ИССЛЕДОВАНО СЕМЕЙСТВО ПОЛИМЕРНЫХ ИЗДЕЛИЙ







Биодеградация ПГА в природе?????

Бугач

Лесное

Freshwater lakes-Suberia

О.Шира

Salt lake-Shira

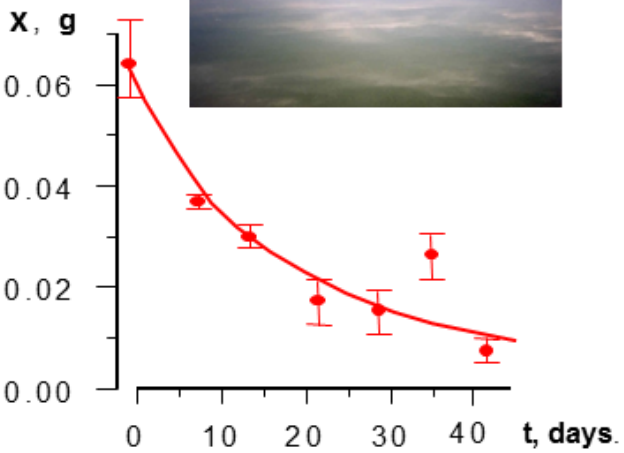
Южно-Китайское море

Почвы-Красноярск

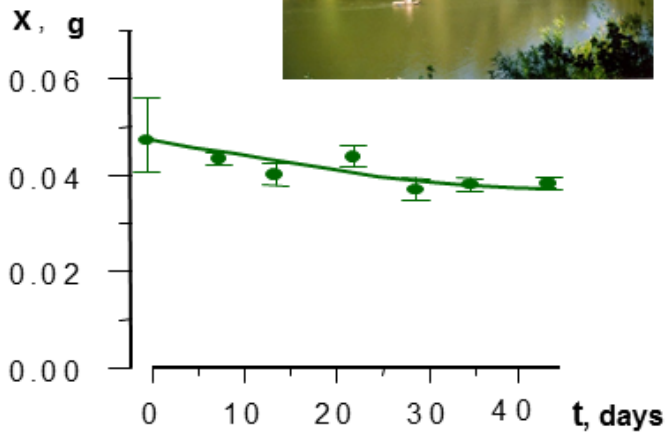
Почвы-тропики

Polymer decomposition in fresh water ecosystems

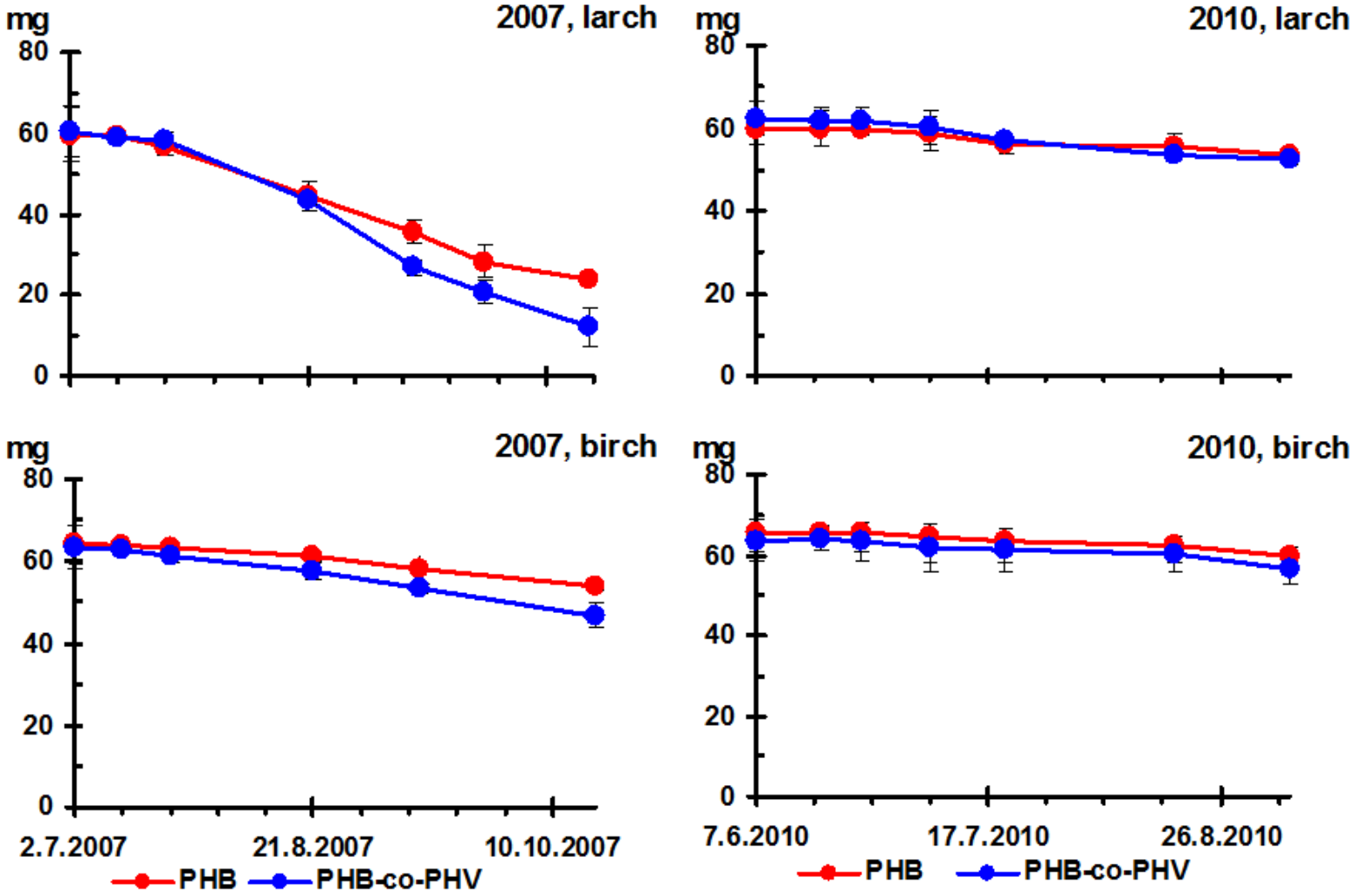
BUGACH lake ***(56°03′ N.Lat. 92°43′E.Long.) is a secondary confluen of r. Yenisei***



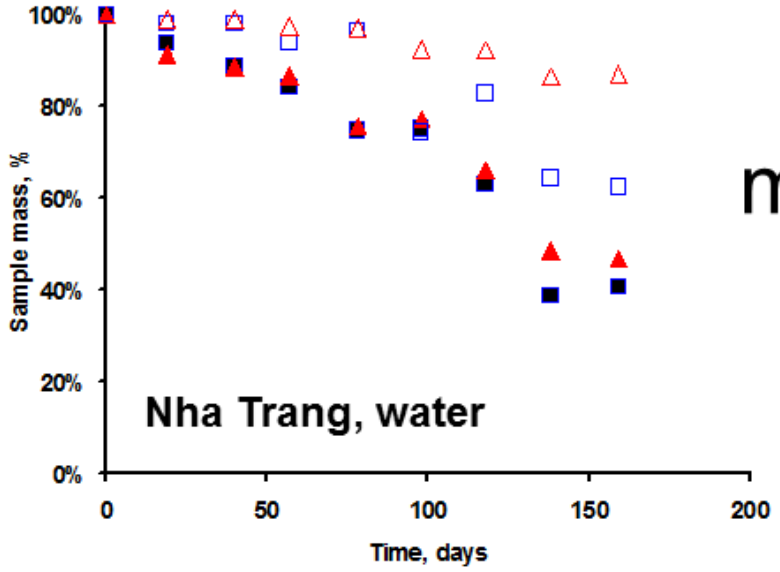
Lesnoe lake ***(56°00′ N.Lat., 92°44′ E.Long.) is situated on stream, falling into r. Bugach***

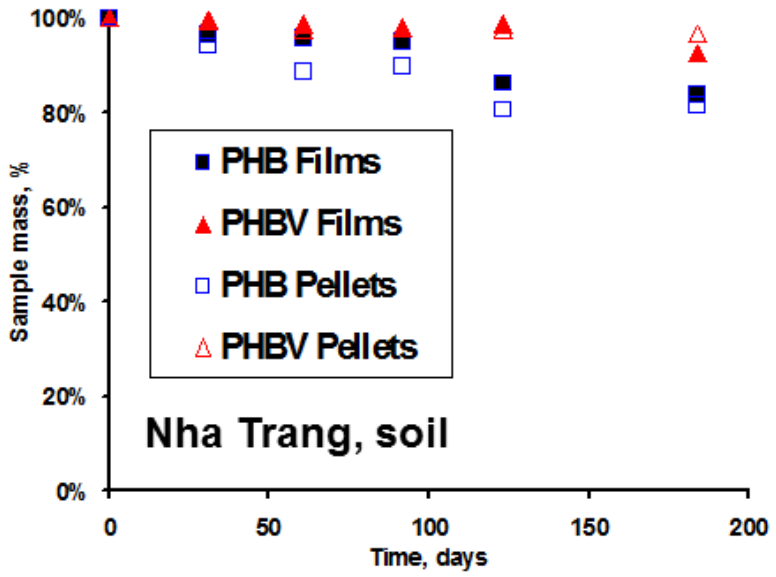


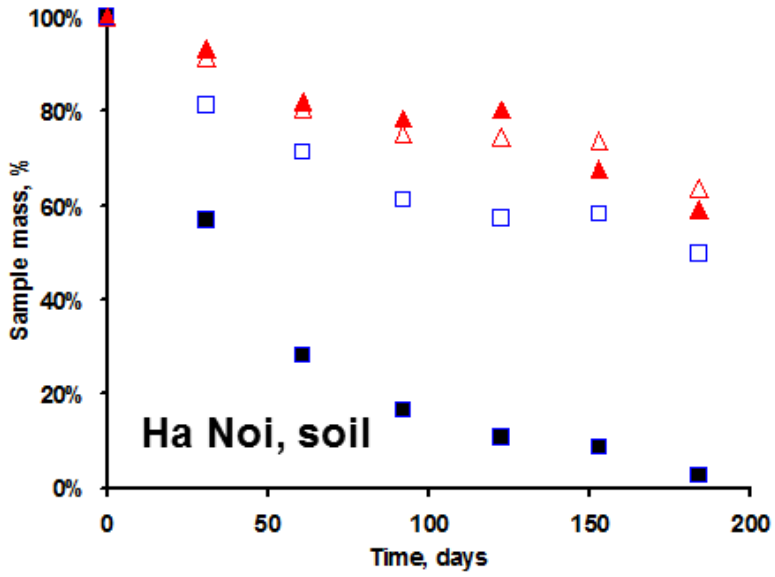
Changing specimen mass during exposition in Siberian soil



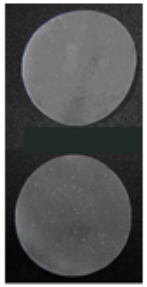
Changing specimen mass during exposition in Vietnamese environments (2011)



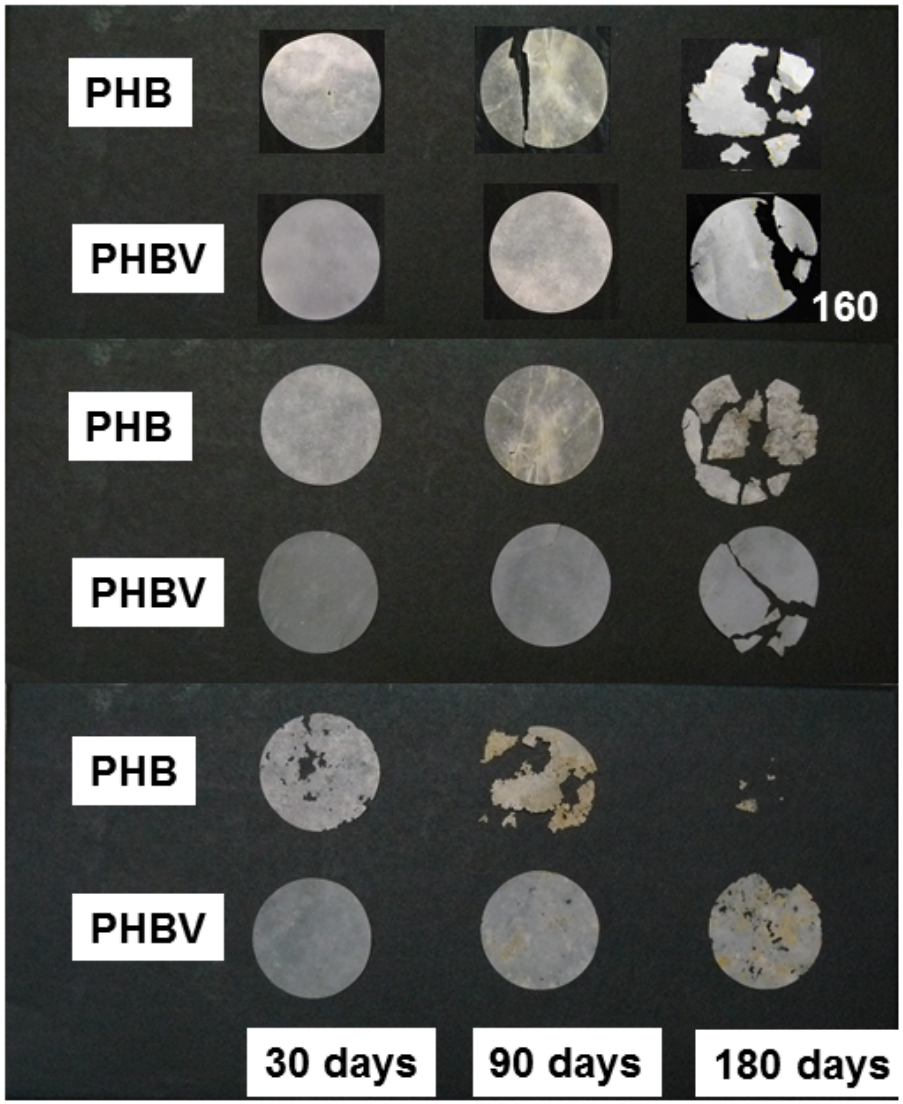




PHA film specimens after exposure



Initial



Nha Trang, water

Nha Trang, soil

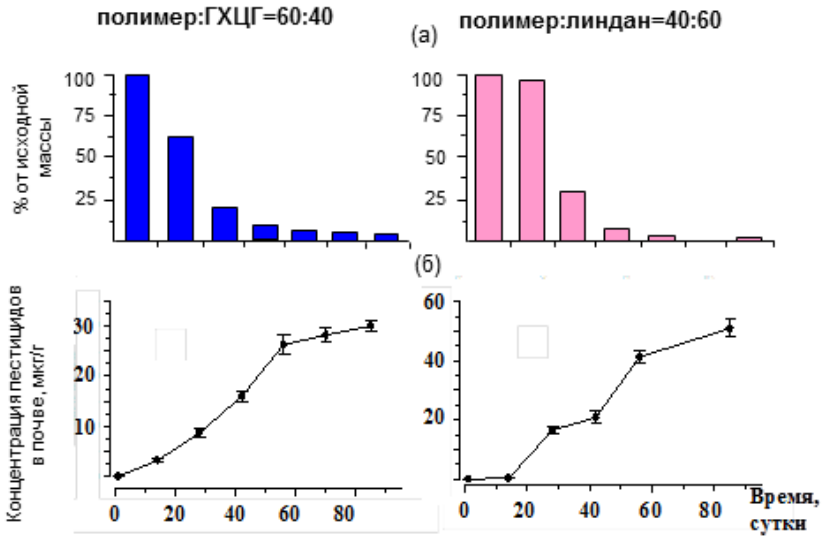
Ha Noi, soil

PHA degrading microorganisms from different environments

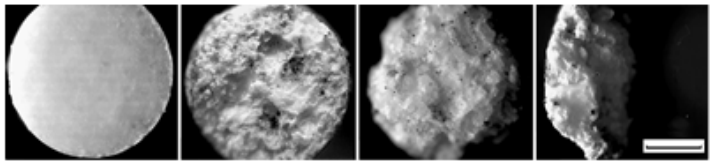
Viet Nam, marine water	**Viet Nam, soil**	**Krasnoyarsk, soil**
Bacteria *Enterobacter* *Bacillus* *Gracilibacillus*	**Bacteria** *Burkholderia* *Alcaligenes* *Bacillus* *Mycobacterium* *Streptomyces*	**Bacteria** *Variovorax* *Stenotrophomonas* *Acinetobacter* *Pseudomonas* *Bacillus* *Xanthomonas*
	Micromycetes *Gongronella* *Paecilomyces* *Penicillium* *Trichoderma*	**Micromycetes** *Paecilomyces* *Penicillium* *Acremonium* *Verticillium* *Zygosporium*

Использование ПГА в качестве матрикса для депонирования пестицидов

Динамика разрушения в почве полимера, % (а) и выхода пестицидов, мкг/г почвы (б)

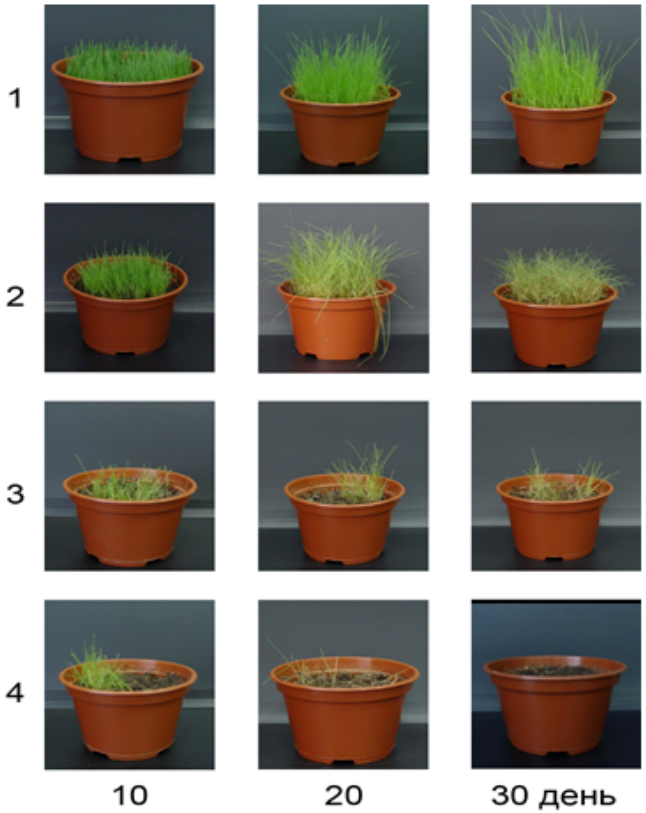


Фотографии прессованных форм из ПГА и линдана в процессе разрушения полимерного матрикса в почве (Маркер 1 мм)



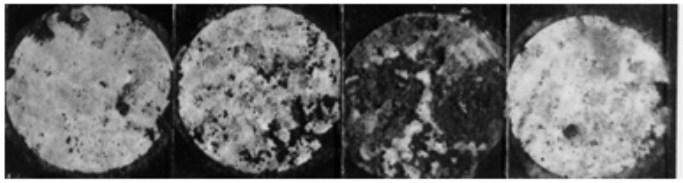
исходная 28 сут 42 сут 70 сут

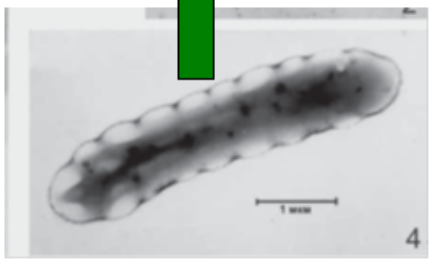
Эффективность действия гербицида зеллек на тест-растение *Agrostis stolonifera* L.



1 – контроль (без внесения препаратов)
2 - опрыскивание раствором
3 – включение в полимер (гранулы)
3 – включение в полимер (пленки)

БИОТЕХНОЛОГИЯ ЗАЩИТИТ БИОСФЕРУ И СПАСЕТ НАС !!!





ВОПРОСЫ