# Разработка технологического процесса получения биоразлагаемых полимеров на основе молочной кислоты

**Поскольку полимерная упаковка является удобной, дешевой, эстетичной, то ожидать ее полной замены на бумажную, стеклянную, тканевую или из других безвредных материалов бесперспективно.**

**В связи с этим актуальна и необходима разработка промышленных процессов получения новых высокомолекулярных соединений, которые сохраняли бы все физико-механические и эксплуатационные свойства выпускаемых в настоящее время многотоннажных пластиков, но вместе с тем были бы способны к биоразложению в условиях окружающей среды в течение непродолжительного промежутка времени.**

**Полимолочная кислота - полиэфир на основе молочной кислоты - соответствует этим требованиям, обладая высокими потребительскими свойствами и способностью к биоразложению под (воздействием влаги, света и соответствующих микроорганизмов.**

**Еще одно достоинство полимолочной кислоты, как альтернативы традиционным полимерам, заключается в том, что исходным сырьем для ее получения служат возобновляемые растительные продукты, главным образом глюкоза (сорговый мед как источник самого дешевого сырья).**

**При получении пластиков на основе полимолочной кислоты с высокими физико-механическими свойствами используется оптически чистая молочная кислота, представляющая собой L - или D-изомеры.**

**Производство L-лактида и этиллактата из соргового концентрата**

**1.Усредненный состав соргового концентрата.**

Сорговый концентрат получают путем концентрирования на вакуум выпарной станции очищенного сока сахарного сорго, полученного методом прямого отжима, продукта экстракции первичного жома горячей водой или их смеси.

Состав концентрата значительно варьирует от способа получения, сорта сорго и условий его культивирования. Сорговый концентрат представляет собой сиропообразную жидкость, зеленовато-коричневого цвета с карамельным ароматом и приторно сладким вкусом. Количество сухих веществ составляет 76-82% ,в том числе углеводов 65-73%. В состав углеводов входит: сахароза 40-60%;глюкоза15-25%;фруктоза15-25%, прочие моно и дисахариды 1-6%;крахмал 3-10%;гемицеллюлозы 3-7%; камеди 3-7%.

В состав концентрата помимо углеводов входят: Белки и аминокислоты 3-5%; Жиры 0.3-1%; Минеральные вещества 4-7% (преимущественно соли калия, натрия, магния, кальция а также микроэлементы); Витамины и витамино-подобные вещества;

**2.Хранение соргового концентрата и подача его на производство**

Сорговый концентрат хранят в резервуарах выполненных из нержавеющей стали либо покрытых эмалью, допускается хранение в емкостях изготовленных из стали Ст. 3 обработанных анти коррозийным покрытием. Учитывая высокую вязкость концентрата при низких температурах, емкости оборудуют системой подогрева. Подача на производство осуществляется винтовым насосом, по трубопроводам, выполненным из коррозионно-стойких материалов.

**3.Приготовление питательной среды**

Сорговый концентрат поступающий с резервуара хранения, разводится горячий водой с производства, до содержания сбраживаемых углеводов 50-52% нагревается до температуры 80-85\*С и выдерживается в течении 2 часов. Пастеризованный концентрат с помощью насоса дозатора подается в ферментативный аппарат (бродильный чан), сюда же задается раствор глюкоамилазы (количество рассчитывается по содержанию крахмала в концентрате). Учитывая высокую чувствительность молочнокислых бактерий к уровню pH среды, проводится коррекция кислотности среды введением раствора аммиака (10-14% раствором, полученным с оросительной колонны установки получения этиллактата). Температура среды поддерживается на уровне температурного оптимума для данного штамма микроорганизма.

**4.Сбраживание**

В процессе сбраживания образующееся молочная кислота нейтрализуется аммиаком с образованием хорошо растворимого в воде лактата аммония. При достижении концентрации аммонийной соли 22-25%, раствор подается на сепарацию. Время брожения зависит от используемого штамма микроорганизма.

**5.Очистка и концентрирование раствора лактата аммония.**

Очистка раствора лактата проводится путем сепарации культуральной жидкости с целью отделения биомассы молочнокислых бактерий и белковых взвесей. Осадок с сепаратора влажностью 65-70% подается на сушку. Количество гидратированного осадка составляет 3-6% от массы подаваемой на сепарацию жидкости. Сухой осадок представляет собой продукт светло коричневого цвета с содержанием сырого протеина 60-70%,норматив выхода 30-50кг на тонну введенного в производство концентрата.После сепарации раствор лактата концентрируется на вакум выпарной станции до содержания сухих веществ 75%,после чего подаётся на гидроцикон с целью оттделения осадка минеральных солей и остаточного колличества денатурированых белковых веществ.Очишенный сконцентрированный раствор лактата аммония поступает кубовую часть установки по производству этиллактата.Минерально белковый концентрат,отбираемый с конуса гидроциклона используется для минерализации комбикормов.

**6.Материальный баланс по образованию лактата аммония.**

В 1тонне соргового концентрата в среднем содержится 680 кг. сбраживаемых углеводов. Нормативный выход молочной кислоты по отрасли составляет 85% от массы углеводов. Коэффициент перевода молочной кислоты в лактат аммония – 1.19. Нормативный выход лактата аммония с тонны соргового концентрата 687килограмм, помимо этого образуется 30-50 белкового и 10-16кг минерально-белкового концентрата.

**7.Экономика производства на этапе получения концентрированного (75%) очищенного раствора лактата аммония.**

Целевым продуктом первого этапа производства является частично очищенный раствор содержащей 220-250 кг лактата аммония на тонну. Затраты на производство 1 тонны лактата аммония (1.3 тонны раствора) составят по сырью: Соргового концентрата-1456кг; Глюкоамилазы- (на 70кг крахмала) ; Раствора аммиака 25% (потери в производстве приняты10%)-63кг.

По энергоносителям: Электроэнергия 34-50квт. Тепловая энергия –на концентрирование раствора затрачивается 1.3т.пара (эквивалентно 104м3 природного газа),в остальных процессах используется вторичные тепловые ресурсы с аппарата ректификации. Трудозатраты 8 чел час.

**Итого: 9000 руб**

**8.Получение и очистка этиллактата.**

Расттвор лактата аммония поступает в кубовую часть установки получения этиллактата.В ней за счет закрытого теплообмена, раствор лактата поддерживается в режиме стационарного кипения.В нижнию зону кубовой части,через систему дифузоров подается этанол,с ректифиекационной колонны.Пары с куба содержщие смесь этанола,этилактата ,воды и аммиака поступают в разделительную колонну(можно переоборудовать эпюрациооную).Задачей данного устройства являеся деление парового потока на фракции.

 Фракция обогощенная этилактатом поступает в кубовую часть ректификационной колонны. С нижних тарелок отбирается этиллактат(зона отбора сивушного масла),с верхних этанол, в середине колонны отбирается вода.Этанол возвращается в зону реакции,вода идет на производство. Фракция с приемуществеенным содержанием этанола возвращается в кубовую часть. Вода с примесью этанола в бражную колонну. Пары аммиака поступают в промывную колонну (аналог спиртоловушки в бродильном цехе) и в виде 10-12% раствора возвращаются на производство.С цель очиски от следов воды и спирта полученный этиллактат (сырец)перегоняяется по вакумом (940па) при температуре 42\*С. **Очищенный этиллактат является самостоятельным товарным продуктом,а также сырьем для получении L-лактида,высокочистой молочной кислоты,пишевых ,фармацевтических и особо чистых лактатов(натрия,калия,магния).**

**9.Экономика производства на этапе получения этиллактата.**

Сырьё с учетом потерь :лактат аммония- 986кг.(1.3тонны раствора),этанола-410кг(510 литров) Энергоресурсы :пар-2.6 тонны (экивалент208м3 природного газа),электороэнергия -24 квт. Трудозатраты -2 чел.часа.

**Итого: 11 000 руб**

**10.Производство L-лактида.**

 **10.1 Получение олигомера.**

В кубовую част установки подают очищенный этиллактат в смеси с катализатором-октоатом олова из рассёта 8кг на тонну . Нагрев ведут до температуры кипения смеси 150-160\*С. Паровая фаза поступает в разделительную колонну где пары этанола отделяются от этиллактата.Этанол возвращается на стадию производства этиллактата а сконденсированный этиллактат в кубовую часть установки. В куби происходит накопления олигомера полимолочной кислоты и её этиловых эфиров.

**10.2Получение L-лактида(сырца).**

После прекрашения выделения этанола и этиллактата и достижения температуры 170\*С,с куба аппарата отбирают смесь олигомера полимолочной кислоты , её этиловых эфиров и направляют на установку получения лактида сырца .В кубе установки синтеза лактида поддерживают температуру 200-210\*С .В этих условиях происходит накопление в среде лактида .Паровая фаза помимо L-лактида,содержит этанол и этиллактат.Сконденсированный лактид сырец поступает на установу очистки,этанол и этиллактат на производство,кубовый остаток содержащий катализатор возвращают на установку получения олигомера.

**10.3Очистка L-лактида.**

Лакдид сырец очищают перегонкой и зонной кристализацией.Для перегонки лактида можно использовать колонну окончательной очиски или разгонную колонну.

**10.4 Гранулирование и упаковка.**

Товарный L-лактид гранулируется с размером гранул 3-5мм диаметр 3мм. Упаковка проводится в герметичные полимерные мешки .

**11**.**Экономика получения и очистки L-лактида.** (в рассчете на 1 тонну)

Сырьё – этиллактат 2100кг, катализатор-0.16кг(потери катализатора).

Образуещейся этанол-700кг возвращается на стадию производства этиллактата

Энергоресурсы пар-5.2т.(эквивалени 440м3) электроэнергия -65квт.

Трудозатраты- 6чел.час.

**Итого: 24 000 руб**

**12.Рассчет ресурсов на завод мощьностью 10 000 тонн L-лактида в год( Спирт завод мощностью 3000 Дл в сутки)**

Площадь посадок сорго 3500 га

Количество соргового концентрата 32 тысячи тонн

Количество получаемого товарного L-лактида-10000 тонн

Количество получаемой травяной муки 1 сорта-32000тонн (рыночная цена 12 тысяч тонна)

Количество зерен с метелками (сухих)-3000тонн (крахмал 60%)

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Краткая справка**

* **Средняя мировая цена на биоразлагаемый пластик L-Лактид 7-10€/кг**

**В нашем случае 0,57 €(себестоимость)**

* **Средняя цена на био-неразлагаемые гранулы для производства упаковки1-1,5 €/кг**

**Дополнительный доход от реализации травяной муки с содержанием протеина до 50% и зерна сахарного сорго с крахмалом 60% в год 300 000 000 рублей.**