

**ПРОМЫШЛЕННЫЕ  
ПРОЦЕССЫ С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
ИММОБИЛИЗОВАННЫХ  
ФЕРМЕНТОВ**

# Содержание

1. Промышленные процессы с использованием иммобилизованных ферментов:
  - 1.1. Получение безлактозного молока
  - 1.2. Получение сахаров из молочной сыворотки
  - 1.3. Получение 6-аминопеницилановой кислоты
  - 1.4. процессы на уровне опытных установок

# Получение безлактозного молока

Лактоза, или молочный сахар, содержится в достаточно больших количествах в молоке и молочной сыворотке. Этот сахар характеризуется малой сладостью и низкой, растворимостью, и именно из-за его присутствия происходит кристаллизация мороженого и других молочных изделий и продуктов, которая иногда случается и приводит к малоприятным вкусовым ощущениям.

Молекулы лактозы состоят из глюкозы и галактозы и распадаются на них при гидролизе под действием лактазы или  $\beta$ -галактозидазы. Молоко после такой обработки приобретает новые диетические качества, поскольку определенная часть населения не может употреблять молоко именно из-за наличия в нем лактозы.

# Получение сахаров из молочной сыворотки

Первый промышленный процесс гидролиза лактозы в молочной сыворотке с помощью иммобилизованной лактозы был реализован в 1980 г. совместно английской, французской и американской организациями одновременно в Англии и Франции.

Перед введением в колонный реактор с иммобилизованным ферментом сыворотку пастеризуют, подвергают ультрафильтрации и пропускают через ионообменник, таким образом ее деминерализуют. Мощность установки составляет около 1000 л/ч при степени конверсии лактозы 80%. Установка полностью автоматизирована.

# Получение 6-аминопеницилановой кислоты

Деацилирования бензилпенициллина, обычно являющегося исходным сырьем для получения 6-аминопеницилановой кислоты (6-АПК), представляет трудную задачу из-за наличия в его молекуле чрезвычайно лабильного  $\beta$ -лактамного кольца. Поэтому в промышленности до недавнего времени обрабатывали бензилпенициллинбактериальной массой *E. coli*, содержащей фермент пенициллинамидазу, который специфически и без побочных реакций расщеплял именно ту амидную связь, которая необходима для образования 6-АПК.

# процессы на уровне опытных установок

Пока разрабатываются на уровне опытных установок.

В первую очередь следует упомянуть процесс получения глюкозы из крахмала. Как известно, он состоит из ряда последовательных реакций с участием двух ферментов —  $\alpha$ -амилазы и глюкоамилазы.  $\alpha$ -Амилаза атакует крахмал и расщепляет его на отдельные фрагменты (олигосахариды) по беспорядочному типу действия. Глюкоамилаза реагирует с образовавшимися олигосахаридами, отщепляя концевые остатки глюкозы. При этом именно второй фермент применяют в иммобилизованном виде, пропуская частичные гидролизаты крахмала через колонну с иммобилизованной глюкоамилазой. Этот процесс достаточно отработан и обсуждается целесообразность его крупномасштабного применения.

Получение инвертного сахара (почти эквивалентной смеси глюкозы и фруктозы) из пищевого сахара, или сахарозы, производят с помощью фермента инвертазы. Однако в связи с интенсивным развитием промышленного процесса ферментативной изомеризации глюкозы интерес к прикладному применению иммобилизованной инвертазы упал и процесс получения инвертного сахара из сахарозы был осуществлен пока только на опытном уровне.