

кристаллизаторе-охладителе. Продукт расфасовывают в пищевую тару. Готовый продукт – концентрат ГОС отвечает всем требованиям разработанной нормативно-технической документации. ВЭЖХ опытно-промышленных образцов идентичен препарату Vivinal GOS®.

Результаты экспериментальных исследований и технико-экономических расчетов подтверждают высокий инновационный потенциал технологии концентратов галактоолигосахаридов. Теперь дело за инвестором и организацией промышленного производства. Альтернатива – полная импортозависимость!

Список литературы

1. Гаврилов, Г.Б. Справочник по переработке молочной сыворотки. Технологии, процессы и аппараты, мембранное оборудование/ Г.Б. Гаврилов, А.Ю. Просеков, Э.Ф. Кравченко, Б.Г. Гаврилов. – СПб: ИД Профессия, 2015. – 176 с.
2. Пат. 2379903 Российская Федерация, МПК А 23 С 21/00, А 23 L 1/30. Способ получения концентрата галактоолигосахаридов (варианты) / А.Г. Храмцов, А.Б. Родная, И.А. Евдокимов, С.А. Рябцева, А.Д. Лодыгин, Ю.В. Дикунова. – Опубл. 27.01.2010, Бюл. № 3. – 4 с.
3. Родная, А.Б. Разработка биотехнологии концентратов галактоолигосахаридов из лактосодержащего сырья / Дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04 – Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств 05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ // А.Б. Родная. – Ставрополь: СевКавГТУ, 2011. – 145 с.
4. Храмцов, А.Г. Тенденции развития способов получения галактоолигосахаридов / А. Г. Храмцов, А. Б. Родная, А. Д. Лодыгин, С. А. Рябцева // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 2011. – № 2 – 3. – С. 5 – 8.
5. Храмцов, А. Г. Феномен молочной сыворотки / А.Г. Храмцов. – СПб. : Профессия, 2011. – 804 с.

НОВЫЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТА БЕТА-ГАЛАКТОЗИДАЗ ДРОЖЖЕЙ И МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ

Рябцева С. А., Скрипнюк А. А., Котова А. А., Храмцов А. Г.,
Родная А. Б., Лодыгин А. Д., Мартак А. А.

Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь,
ryabtseva07@mail.ru

Описаны процессы получения комбинированного ферментного препарата β-галактозидаз дрожжевого и бактериального происхождения, имеющего расширенный pH и температурный диапазон действия. Полученный по предлагаемой технологии фермент имеет низкую стоимость за счет применения для культивирования микроорганизмов вторичного

молочного лактозосодержащего сырья и интенсификации процессов культивирования. Предусмотрено использование лактозосбраживающих дрожжей и термофильных молочнокислых бактерий, применяющихся в производстве пищевых продуктов.

Фермент β -галактозидаза способен отщеплять концевой нередуцированный остаток β -D-галактозы в β -галактозидах с образованием свободных моносахаридов. Благодаря этому свойству фермент применяется для производства молочных продуктов с пониженным содержанием лактозы, глюкозо-галактозных сиропов и фармпрепаратов для лечения лактазной недостаточности. Кроме того, β -галактозидаза может переносить остаток β -D-галактозы на молекулы β -D-галактозидов с образованием олигосахаридов, которые являются пребиотиками [1]. Доказано, что галактоолигосахариды способствуют развитию полезной микрофлоры, подавлению роста патогенных микроорганизмов, способствуют усвоению кальция и магния, проявляют иммуномодулирующее и гипохолестеринемическое действие, снижают риск развития опухолей [2].

К основным направлениям совершенствования технологии β -галактозидаз относятся проведение генно-инженерных работ с целью повышения активности продуцентов; поиск продуцентов ферментов с расширенным диапазоном действия; разработка новых методов иммобилизации клеток и ферментов [1, 3].

На кафедре прикладной биотехнологии СКФУ проводятся исследования морфологических, культуральных и биохимических свойств лактозосбраживающих дрожжей, направленные на упрощение и интенсификацию способов получения и применения β -галактозидаз. В частности, проведен анализ способов получения галактоолигосахаридов с использованием дрожжей-продуцентов β -галактозидаз, выявлены их достоинства и недостатки [4]. Изучено влияние массовой доли сухих веществ в сыворотке и ее кислотности на культивирование дрожжей *K.marxianus* и *S.kefyr* в чистых и смешанных с молочнокислыми микроорганизмами культурах, описаны закономерности, установлены оптимальные параметры процессов. Исследованы процессы гидролиза и трансгликозилирования лактозы с использованием автолизатов дрожжей *K. marxianus* и *S.kefyr*. Установлено, что внесение *Str. thermophilus* после культивирования дрожжей *Kl. marxianus* перед началом процесса автолиза позволяет сократить как время автолиза, так и время синтеза галактоолигосахаридов [5].

Результаты исследований стали основой разработки способа получения комбинированного ферментного препарата бета-галактозидаз, который в настоящее время запатентован [6].

Технический результат предлагаемого способа заключается в получении комбинированного ферментного препарата β -галактозидаз разного происхождения (дрожжевого и бактериального), имеющего расширенный рН

и температурный диапазон действия. Полученный по предлагаемой технологии фермент имеет низкую стоимость за счет применения дешевого вторичного молочного лактозосодержащего сырья, интенсификации процессов культивирования и исключения энергоемкого процесса гомогенизации. Для достижения этого результата предложено в качестве продуцентов ферментов использовать лактозосбраживающие дрожжи и термофильные молочнокислые бактерии, применяющиеся в производстве пищевых продуктов и способные синтезировать β -галактозидазы с разными температурными и рН диапазонами действия. Кроме того, эти микроорганизмы на первом этапе культивирования в лактозосодержащих средах стимулируют развитие друг друга, за счет чего достигается интенсификация процесса культивирования, а на втором – создают условия для лизиса клеток и извлечения ферментов, что позволяет исключить гомогенизацию. Благодаря тому, что в технологии используются заквасочные микроорганизмы с доказанной безопасностью, не требуется сложной очистки продукта от токсичных продуктов их метаболизма.

В качестве сырья и питательной среды для культивирования микроорганизмов используется вторичное молочное сырье (например, молочная сыворотка), содержащее лактозу, азотистые и минеральные вещества, необходимые для развития лактозосбраживающих дрожжей и молочнокислых микроорганизмов. При использовании молочной сыворотки, как правило, ее очищают от остатков молочного жира и казеиновой пыли на специальных сепараторах. Температурная обработка сырья проводится при 72 – 76 °С, продолжительностью 15 – 20 секунд, для уничтожения микроорганизмов, которые могут влиять на качество готового продукта.

Важным для данного способа является то, что массовая доля лактозы в исходном растворе должна составлять от 3 до 15 %. 3% - это минимальное содержание лактозы в натуральной творожной сыворотке, кроме того, если в среде будет меньше 3 % лактозы, то микроорганизмы-продуценты бета-галактозидазы будут плохо развиваться из-за недостатка углеводов. Повышение массовой доли лактозы может достигаться путем подсушивания или растворения сухого сырья, причем концентрация лактозы свыше 15 % будет способствовать подавлению развития дрожжей и молочнокислых микроорганизмов.

В подготовленную лактозосодержащую среду вносятся закваски заранее активированных микроорганизмов лактозосбраживающих дрожжей и молочнокислых бактерий. Культивирование проходит при $(30\pm 2)^\circ\text{C}$, это оптимальная температура развития дрожжей, при более низкой или высокой они развиваются медленнее. При этой температуре термофильные молочнокислые бактерии сначала развиваются медленно, подкисляя среду, что стимулирует рост дрожжей. Повышение температуры культивирования приведет к ускоренному росту термофильных молочнокислых бактерий, кислотность быстро нарастет, что может подавлять развитие дрожжей. На

втором этапе культивирования продукты жизнедеятельности дрожжей, такие как витамины и аминокислоты, будут стимулировать рост молочнокислых микроорганизмов, что позволит достичь достаточно высокой концентрации клеток и кислотности среды. Культивирование проводят в течение 7-16 ч, время зависит от аэрации среды.

Для получения ферментного препарата могут использоваться любые лактозосбраживающие дрожжи и термофильные молочнокислые бактерии, применяющиеся в пищевой промышленности и способные продуцировать фермент бета-галактозидазу. Целесообразно использовать применяющиеся в молочной промышленности для производства кисломолочных продуктов смешанного брожения (кефир, айран, кумыс и др.) дрожжи *Kluuveromyces marxianus*, *Saccharomyces lactis*, *Saccharomyces kefyri*, *Candida kefyri*, *Kluuveromyces lactis*, и молочнокислые термофильные микроорганизмы *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus helveticus*, *Streptococcus thermophilus* и другие.

После культивирования проводится извлечение ферментов из клеток дрожжей и молочнокислых микроорганизмов. Процесс извлечения ферментов из биомассы проводится путем автолиза клеток при температуре $(50 \pm 5)^\circ\text{C}$ в течение 6-12 часов. Процесс автолиза клеток микроорганизмов при указанных температурах протекает эффективно благодаря кислой среде, которая образовалась в результате молочнокислого брожения. При температуре ниже 45°C скорость автолиза уменьшается, при температурах выше 55°C может происходить снижение активности ферментов.

Очистка суспензии от остатков клеток микроорганизмов и белков лактозосодержащего сырья осуществляется при помощи ультрафильтрации. Концентрирование очищенного раствора ферментов может быть осуществлено методами низкотемпературного сгущения или сушки, позволяющими сохранить свойства ферментов. Процессы ультрафильтрации и концентрирования используются в известных способах получения ферментов и не являются отличительным признаком изобретения.

Процесс может быть проведен на существующем и широко используемом в молочной промышленности и биотехнологии оборудовании, при этом используются заквасочные микроорганизмы, что уменьшает затраты на очистку продукта от токсичных продуктов метаболизма, а следовательно и себестоимость продукта.

В результате вышеописанных операций получается недорогой комбинированный ферментный препарат бета-галактозидаз, имеющий расширенный диапазон действия (рН от 5 до 7,5 и температура от 30 до 55°C) за счет наличия бета-галактозидаз двух типов – дрожжей и молочнокислых микроорганизмов.

Полученный препарат может быть использован для гидролиза лактозы в молочном сырье, в частности, для получения низколактозных молочных

продуктов и глюкозо-галактозных сиропов пищевого назначения из вторичного молочного сырья.

Список литературы:

1. Panesar P.S. Microbial production, immobilization and applications of β -D-galactosidase / Panesar P.S. et al. // J. Chem. Technol. Biotechnol. – 2006. – Vol. 81, № 4. – P. 530–543.
2. Torres D. P. Galacto-oligosaccharides: production, properties, applications, and significance as prebiotics / D. P. Torres, M. Gonçalves, J. A. Teixeira, L. R. Rodrigues // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. – 2010. – V. 9, № 5. – P. 438 – 454.
3. Скрипнюк А.А. Рябцева С. А. Современные методы получения β -галактозидаз // Наука. Инновации. Технологии – Ставрополь.: Издательство СКФУ, 2014 – С. 208 – 214.
4. Храмцов А.Г. Применение дрожжей – продуцентов бета-галактозидаз для получения галактоолигосахаридов из лактозосодержащего сырья / Храмцов А.Г., Рябцева С.А., Панфилова А.А., Родная А.Б., Лодыгин А.Д. // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2012. – №8. – С. 36 – 39.
5. Котова А.А. Исследование процесса синтеза галактоолигосахаридов с использованием лактозосбраживающих дрожжей и молочнокислых микроорганизмов / А.А. Котова, С.А. Рябцева, А.Д. Лодыгин, А.А. Скрипнюк, А.Б. Родная // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2015. – № 5-6. – С. 14-18.
6. Патент RU 2622078, С1, МПК С12N 9/14. Способ получения комбинированного ферментного препарата бета-галактозидаз // С.А. Рябцева, А.А. Скрипнюк, А.А. Котова, А.Г. Храмцов, А.Б. Родная, А.Д. Лодыгин, А.А. Мартак. – Оpubл. 9.06.2017, бюл.№ 316.

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВАРЕННЫХ СГУЩЕННЫХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ ГИДРОЛИЗОВАННОЙ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

Соколовская Л.Н.¹, Сороко О.Л.¹, Дымар О.В.²

¹ РУП «Институт мясо-молочной промышленности», г Минск

² АО «МЕГА» (Чешская республика) в Республике Беларусь, г. Минск,

В работе приведены анализ физико-химических характеристик сладких вареных сгущенных молочных продуктов изготовленных на основе гидролизованной ферментом β -галактозидаза молочной сыворотки. Проведено аналитическое сравнение качественных показателей новых сладких вареных сгущенных молочных консервов с пониженным содержанием дисахаридов «Варюша» с классическим молоком сгущенным с сахаром вареным «Лакомка». Описаны особенности и преимущества