

УДК 664.152:637.133 (047.31)(476)

**Дымар О.В., кандидат технических наук, доцент,
Сороко О.Л., кандидат технических наук, доцент, Миклух И.В.**
РУП «Институт мясо-молочной промышленности», г. Минск, Республика Беларусь

ОСОБЕННОСТИ ГИДРОЛИЗА ЛАКТОЗЫ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ МЕЛАССЫ МОЛОЧНОЙ

При производстве молочного сахара, образуется побочный продукт – меласса, в которую переходит около 25% сухого вещества сырья, при этом она содержит значительное количество лактозы (70–80% в сухом веществе), что обуславливает ее ценность для дальнейшей переработки.

Одним из путей переработки мелассы молочной, полученной при производстве молочного сахара, является ее сгущение, что позволит улучшить хранимоспособность и использовать его как компонент в пищевой, кормовой и других отраслях промышленности. Однако при сгущении данного сырья происходит пересыщение раствора, при этом лактоза выпадает в осадок в виде кристаллов, что приводит к значительному ухудшению товарного вида и качественных показателей продукта. Гидролиз лактозы на глюкозу и галактозу позволяет предотвратить указанные пороки и создает возможность получения ряда новых продуктов с заданными функциональными свойствами (сладость, растворимость, стойкость при хранении) [1, 2].

Гидролиз лактозы мелассы был проведен после ее предварительной очистки от белковых составляющих методом ультрафильтрации (УФ), а также ее деминерализации (ДМ) методом электродиализа. При этом использовали фермент «Na-Lactase 5000», процесс гидролиза проводили в течение 12 ч при pH = 6,6, температуре 10°C. О степени гидролиза лактозы в исследуемых образцах УФ-ДМ-фильтрата мелассы судили по накоплению в продукте глюкозы, которая образуется при расщеплении лактозы (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели гидролиза деминерализованного УФ-фильтрата мелассы, %

| Наименование образцов | | Массовая доля (МВИ МН 4475–2012), % | |
|--|--------------------------------|-------------------------------------|---------|
| | | лактозы | глюкозы |
| ГП «Молочный гостинец» | УФ–ДМ–фильтрат исходный | 19,19 | не обн. |
| | УФ–ДМ–фильтрат гидролизованный | не обн. | 9,55 |
| ОАО «Березовский сыродельный комбинат» | УФ–ДМ–фильтрат исходный | 13,27 | не обн. |
| | УФ–ДМ–фильтрат гидролизованный | не обн. | 7,33 |

Примечание: не обн. – ингредиент не обнаружен при чувствительности данного метода 2,5 г/кг.

Как видно из данных, приведенных в таблице 1, гидролиз в исследуемых образцах прошел полностью, вся лактоза перешла в глюкозу и галактозу.

В ходе выполнения исследований меласса молочная, предварительно подвергнутая ультрафильтрации и электродиализу, была сконцентрирована на вакуум–выпарном аппарате с принудительной циркуляцией продукта (вакуум 700 гПа, температура 68°C) до содержания сухих веществ более 60%. При этом в образце №2 был проведен предварительный гидролиз лактозы, контрольный образец №1 был выработан без проведения гидролиза (рисунок 1).



Рисунок 1 – УФ–фильтрат мелассы деминерализованной негидролизованной (слева, образец №1) и гидролизованной (справа, образец №2).

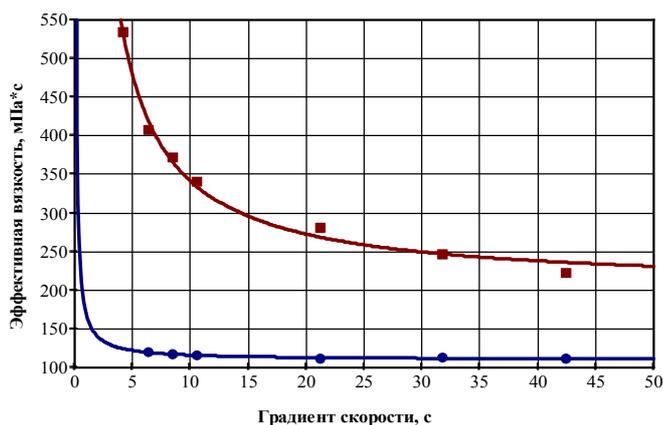


Рисунок 2 – Реограммы образцов УФ-ДМ-фильтрата мелассы сгущенного негидролизованного (■) и УФ-ДМ-фильтрата сгущенного гидролизованного (●) при температуре 20°С.

В результате сгущения мелассы, за счет уменьшения содержания влаги, а также при ее охлаждении, лактоза из растворимого состояния переходит в пересыщенное и происходит процесс ее кристаллизации. Одновременно с кристаллизацией лактозы, охлаждение сгущенной мелассы сопровождается увеличением вязкости продукта (рисунок 2).

При проведении предварительного гидролиза лактозы в сгущенном продукте мелассы (образец №2) исключается необходимость проведения процесса кристаллизации лактозы. Так в гидролизованном сгущенном продукте (образец №2) отсутствовали кристаллы лактозы, данный продукт имел консистенцию густой жидкости, прозрачной с коричневым оттенком; в негидролизованном сгущенном продукте (образец №1) имелось большое количество выпавших кристаллов лактозы, консистенция – плотная субстанция с потерей текучести, непрозрачная (рисунок 1). Вязкость (рисунок 2) сгущенного продукта негидролизованного значительно выше аналогичного гидролизованного продукта.

Вид и размер кристаллов, образовавшихся в образцах мелассы сгущенной, представлен в таблице 2. Для возможности оценки размера кристаллов лактозы, образовавшихся в образцах сгущенных продуктов, при микроскопировании с 400 кратным увеличением использовали окуляр с линейкой, а также Камеру Горяева с длиной стороны малого квадрата 50 мкм, что соответствует двум делениям шкалы окуляра. Таким образом, цена деления шкалы окуляра составляет 25 мкм.

Таблица 2 – Оценка образования кристаллов в мелассе сгущенной

| Наименование образца | Изображение (400–кратное увеличение) | Описание |
|---|--------------------------------------|---------------------------------------|
| №1 УФ-ДМ-фильтрат мелассы сгущенный негидролизованный (массовая доля сухих веществ 65,8%) | | Средний размер кристаллов 250–300 мкм |
| №2 УФ-ДМ-фильтрат мелассы сгущенный гидролизованный, (массовая доля сухих веществ 63,9%) | | Кристаллов нет |

При проведении направленной кристаллизации лактозы в сгущенной мелассе (образец №2) образуются кристаллы α-формы (треугольные), не обладающие гигроскопичностью, средний размер которых составляет 30–40 мкм.

Как видно из данных, представленных в таблице 2, в образце №1 сгущенной мелассы присутствуют кристаллы лактозы β-формы (прямоугольные), обладающие гигроскопичностью, они неоднородные, их средний размер составляет 250–300 мкм соответственно. При проведении предварительного гидролиза лактозы в сгущенном продукте (образец №4) кристаллов лактозы не обнаружено, так как она была полностью расщеплена на глюкозу и галактозу.

Использование процесса гидролиза лактозы в молочной промышленности является перспективным технологическим направлением, позволяющим осуществить полное использование лактозосодержащего сырья на пищевые цели, интенсифицировать некоторые процессы переработки молочного сырья и обеспечить молочными продуктами людей, страдающих непереносимостью лактозы [1]. Полученный глюкозо-галактозный сироп деминерализованного УФ-фильтрата мелассы может быть направлен на использование в пищевой, консервной, кондитерской, молочной промышленности.

Список использованной литературы

1. Синельников, Б.М. Лактоза и ее производные / Б.М. Синельников, А.Г. Храпцов, И.А. Евдокимов, С.А. Рябцева, А.В. Серов; науч. Ред. Акад. РАСХН А.Г. Храпцов. – СПб.: Профессия, 2007. – 768 с.
2. Whey and Lactose processing/ Chapter 10: Zadow J. G. Lactose hydrolysis / Edited by J.G. Zadow. – London – New York: Elsevier applied science, 1992. – P.361–409.

УДК 579.25.063.8(045)

Бирюк Е.Н., кандидат сельскохозяйственных наук,
Фурик Н.Н., кандидат технических наук, Будчан В.В.

РУП «Институт мясо-молочной промышленности», г. Минск, Республика Беларусь

**ВЫДЕЛЕНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ БАКТЕРИЙ РОДА *LACTOBACILLUS*,
ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СИЛОСОВАНИИ**

Бактерии рода *Lactobacillus* являются основным компонентом большинства биоконсервантов. Определяющим этапом в создании биоконсерванта является подбор эффективных штаммов микроорганизмов. Для этого выделяют новые культуры молочнокислых бактерий (в основном, традиционно используемые в силосовании – *L. plantarum*, *L. casei*, *L. rhamnosus*), которые помимо быстрого накопления в среде молочной кислоты обладают дополнительными ценными для данного процесса свойствами (например, осмолотерантностью, способностью расщеплять пентозаны и ферментировать образующиеся пентозы, расщеплять фруктаны, при ферментации углеводов не формировать декстраны, обладать способностью к редукции нитратов и т.п.), в связи с чем, существенно повышается эффективность использования микроорганизмов при силосовании.

Вторым направлением, позволяющим улучшить качество силоса, является использование в силосовании таких микроорганизмов как, например, *L. buchneri* (способствуют высокой аэробной стабильности силоса) и *L. brevis* (обладают высоким коэффициентом размножения в силосуемом сырье с относительно высоким содержанием в зеленом корме сухой массы – до 50%) [1].

Для эффективного использования бактериальной культуры в силосовании помимо биохимических свойств штамма необходимо знать и его видовую принадлежность, определенную с использованием культурально-морфологических, физиолого-биохимических и молекулярно-генетических методов. Поскольку под воздействием различных факторов многие виды лактобацилл обладают высоким уровнем фенотипической изменчивости, то для их точной идентификации необходимо использовать все перечисленные методы. В то же время молекулярно-генетические исследования являются наиболее надежными и независимыми от внешних факторов [2, 3].

Выделение молочнокислых бактерий для силосования осуществляется из различных источников (самоквасные кисломолочные продукты, растения, овощи, фрукты, и др.) и включает ряд этапов по выделению и поддержанию чистой культуры, исследование биологических свойств выделенных штаммов, их идентификацию и определение производственно-ценных свойств [4].

Исследования проводили на базе лаборатории молекулярно-генетических и биохимических исследований отдела биотехнологий РУП «Институт мясо-молочной промышленности». Объектами исследований служили природные образцы, собранные из различных регионов Беларуси (таблица 1).

Культивирование молочнокислых бактерий осуществляли на средах MRS (рН = 6,2–6,4), D–MRS (рН = 9,0) и Рогоза (рН = 4,2–4,5), с различной концентрацией агара, содержащих в качестве источника углерода глюкозу.

Из 31 природного образца было получено 25 накопительных культур. Исследования включали рассев накопительных культур и получение изолятов, изучение морфологических характеристик колоний и граммпринадлежности, а также формы и расположения клеток в микроскопическом препарате. Для дальнейших исследований были отобраны культуры, клетки которых имеют вид палочек различной длины, расположенных поодиночке, в группах, в коротких, средних или длинных цепочках. Изоляты выращивали в 10 мл среды BOM–10, и отбирали культуры, которые образовывали однородный плотный стусток с кисломолочным вкусом и запахом. Лактобациллы, являясь продуцентами молочной кислоты, способны к росту в MRS–среде с низким значением рН (рН = 4,5), и не способны к росту в D–MRS–среде с высоким значением рН (при рН = 9,0 и выше). Нами были отобраны 11 изолятов (4/5, 12/2, 18/3, 27/3–1, 27/3–5, 28/1, 29/2, 29/3, 30/9, 30/10, 31/3), которые росли в среде с низким значением рН, и не формировали колонии в среде с рН = 9,0, что позволило уже на данном этапе работы отнести исследуемые культуры к бактериям рода *Lactobacillus*.

Далее были проведены исследования по генотипической идентификации выделенных изолятов с помощью анализа нуклеотидной последовательности гена 16S рРНК. Геномную ДНК из клеток бактерий выделяли с