

## **Технологические решения при получении обогащённой витамином В<sub>12</sub> молочной сыворотки**

Шершенков Б.С.  
shersh-brain@mail.ru  
Сучкова Е.П.  
silena07@bk.ru

*Институт Холода и Биотехнологий НИУ ИТМО*

***Одной из основных проблем современной молочной промышленности по-прежнему остаётся переработка молочной сыворотки. В работе рассматриваются вопросы реализации процесса направленного микробного синтеза витамина В<sub>12</sub> на сгущенной молочной сыворотке, позволяющего с минимальными затратами производить обогащённые функциональными компонентами продукты для лечебного и специального питания.***

***Ключевые слова:*** молочная сыворотка, витамин В<sub>12</sub>, ультразвуковая обработка.

Молочная сыворотка образуется как побочный продукт при изготовлении сыров и творога и получении казеина и казеинатов, при этом её объём составляет около 80% от массы исходного сырья [3]. Темпы роста производства сыворотки значительно превышают темпы её переработки, поэтому настоящее время объёмы молочной сыворотки, не подвергающейся утилизации, по-прежнему очень значительны и составляют 75-78% от общего объёма выработки.

В настоящее время на первый план выходят биотехнологии глубокой переработки сыворотки и её компонентов, из которых наибольший интерес представляет направленный микробиологический синтез комплексных высокомолекулярных соединений [3,4], позволяющий с минимальными затратами обогащать функциональными компонентами продукты на основе молочной сыворотки для лечебного питания и удовлетворения потребности человека в определённых полезных веществах.

Примером может служить витамин В<sub>12</sub> – группа кобальтсодержащих биологически-активных корриноидов, известных как кобаламины, участвующих в различных биокаталитических реакциях организма [2]. В природе они синтезируются исключительно микроорганизмами и содержатся только в пище животного происхождения, поэтому зачастую в рационе может наблюдаться недостаток этих соединений, который приводит к различным заболеваниям.

Направленный химический синтез витамина В<sub>12</sub> отличается сложностью и затратностью, поэтому в промышленных условиях его получают исключительно биосинтетическим путем.

С помощью специальных штаммов пропионовокислых бактерий *Propionibacterium freudenreichii subsp. shermanii*, синтезирующих высокоактивный витамин В<sub>12</sub> и хорошо сбраживающих лактозу, на молочных предприятиях может быть налажено производство различных обогащённых витамином В<sub>12</sub> продуктов на основе молочной сыворотки [4].

При этом с целью экономии производственных площадей и времени обработки возможно использование для сбраживания концентрированной молочной сыворотки.

При определении оптимальных значений концентрации сухих веществ в сгущенной сыворотке по показателю активности воды (не менее 0,98), что позволит осуществлять направленный синтез витамина В<sub>12</sub> пропионовокислыми бактериями в благоприятных условиях, нами было проведено исследование подготовленных образцов. Был определен оптимальный диапазон концентрации сухих веществ в сыворотке, предельный уровень которых составил 15%. (Рис. 1).

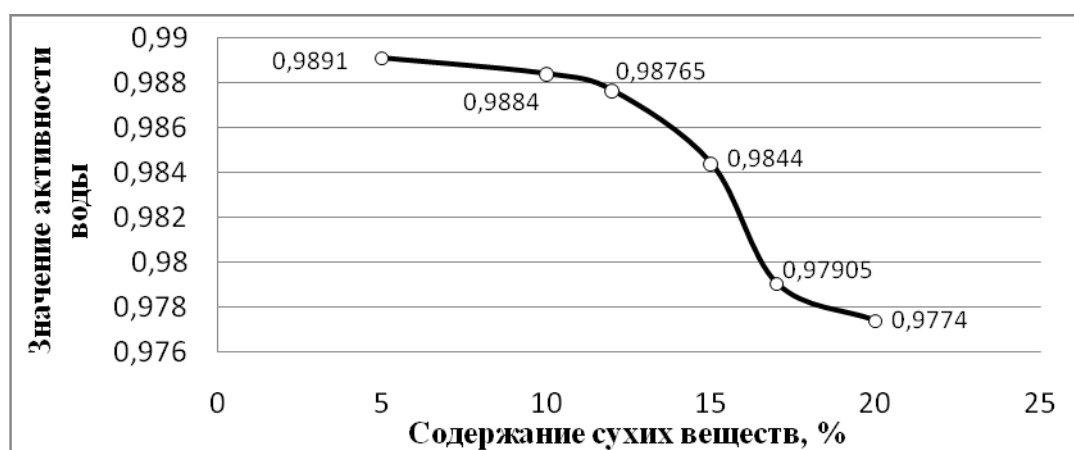


Рис1. График зависимости среднего значения активности воды от количества сухих веществ в образце

Синтез витамина на молочной сыворотке по известной методике [4], дал сравнительно невысокие результаты культивирования – содержание витамина колебалось от 5,97 до 6,03 мг/л среды [5]. Кроме того такой метод микробиологического получения витамина требует длительного многоступенчатого процесса синтеза витамина, высокотемпературной обработки клеточной суспензии для его высвобождения, а также использования для стабилизации и экстракции витамина таких опасных и токсичных веществ, как цианиды и фенол, применение которых на пищевом предприятии недопустимо.

Технологической альтернативой этим методам может служить применение ультразвуковой обработки клеточной суспензии. Ультразвук – это упругие колебания и волны с частотами приблизительно от 15-20 КГц и до 1 ГГц, оказывающие сильное воздействие на биологические системы вследствие явления кавитации [1]. В недавнее время ультразвук использовался лишь в нескольких биотехнологических процессах, например с целью разрушения

клеток для высвобождения внутриклеточных ферментов и органелл. В настоящее время известно, что ультразвук способен ускорять обмен между клетками и питательной средой, уменьшать длительность ферментного гидролиза и поддерживать активность некоторых ферментов, что позволяет увеличить эффективность множества ферментационных процессов [1].

Эффекты ультразвуковой обработки одной частоты и интенсивности различаются для разных видов бактерий вследствие различий в их строении и размерах. Исходя из этого для работы с пропионовокислыми бактериями нами была выбрана частота в 20 КГц, так как известно, что обработка ультразвуком этой частоты увеличивает скорость роста и выход биомассы цианобактерий, близких к ним по размерам и строению, а также эта частота используется для активизации процессов брожения.

При увеличении интенсивности звукового облучения можно добиться разрушения клеток и высвобождения внутриклеточных веществ, что может использоваться вместо тепловой деструкции и как более щадящий режим позволяет избежать стадии стабилизации витамина цианистыми соединениями. Для этой цели оптимально использовать частоту в 20 КГц, так как это позволяет использовать одну установку с постоянным генератором ультразвука, а также вследствие того, что ультразвук более высокой частоты может вызывать инактивацию высокомолекулярных биологически активных веществ [1], к которым относится витамин В<sub>12</sub>.

Согласно вышеприведённым данным была спроектирована и собрана на базе лаборатории пищевой биотехнологии на кафедре ТМиПБТ культивационная установка (Рис. 2):

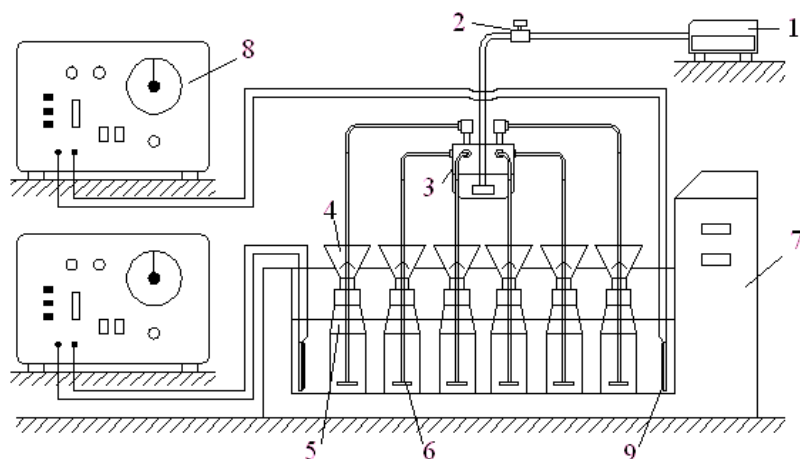


Рис. 2. Культивационная установка с применением ультразвуковой обработки

1. Воздушный компрессор для аэрации среды
2. Клапан для регулировки подачи воздуха
3. Воздухораспределитель с водным фильтром
4. Пеногасительные воронки
5. Колбы с питательной средой
6. Аэрирующе-перемешивающие устройства
7. Водяной термостат
8. Генератор звуковой ГЗ-34, динамический диапазон 20-20000 Гц
9. Пьезодинамики, динамический диапазон 20-20000 Гц

Применение установки данной конструкции позволит проводить ультразвуковую обработку клеточной суспензии, находящейся в колбах, различной длительности и интенсивности на различных этапах синтеза витамина и исследовать влияние ультразвука частотой до 20 КГц на накопление клеточной массы и метаболическую активность при развитии пропионовокислых бактерий на питательных средах на основе сгущенной молочной сыворотки. Это в дальнейшем позволит повысить эффективность и рентабельность процесса синтеза витамина В<sub>12</sub> и получения обогащённой витамином молочной сыворотки для дальнейшего использования в качестве биологически активной пищевой добавки.

### Список литературы

1. Акопян Б.В., Ершов Ю.А. Основы взаимодействия ультразвука с биологическими объектами: Учеб. пособие / Под ред. С. И. Щукина. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 224 с.
2. Беликов В.Г. Фармацевтическая химия. В 2 ч.: Учебн. пособие. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: МЕДпресс-информ, 2007. – 624 с.
3. Евдокимов И.А., Храмцов А.Г., Нестеренко П.Г. Современное состояние переработки молочной сыворотки. /Молочная промышленность, №11, 2008, с.36-40
4. Залашко М.В. Биотехнология переработки молочной сыворотки. – М.: Агропромиздат, 1990. - 192 с.
5. Шершенков Б.С. Производство витаминизированных продуктов на основе молочной сыворотки. – Сборник трудов молодых учёных. Ч. I: Сб. тр., с. 3-6. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2012. - 89 с.
6. Timothy J. Mason, John Philipp Lorimer. Applied sonochemistry: Uses of Power Ultrasound in chemistry and processing. – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. – 2002

## **Technical decisions in laboratory-scale production of milk whey enriched by B12 vitamin.**

Shershenkov B.S.

shersh-brain@mail.ru

Suchkova E. P.

silena07@bk.ru

*Institute of Refrigeration and Biotechnologies NRU ITMO*

***One of the most important dairy industry present-day problems is still the milk whey utilization. This study discusses problems of realization of the B<sub>12</sub> vitamin direct microbial synthesis process on the condensed milk whey, which allow to produce food products enriched by the functional components for medical and special nutrition with minimal costs.***

***Key words:*** milk whey, B<sub>12</sub> vitamin, ultrasound treatment.