

УДК 637.146.33.04

РАЗРАБОТКА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ПРИНЦИПОВ КРИОЗАМОРАЖИВАНИЯ МОЛОЧНОКИСЛЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ

О. Г. Сотченко, *С. В. Даник

УП «БЕЛНИКТИММП», г. Минск, Республика Беларусь,

*Институт физики твердого тела и полупроводников НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь

To develop the technology of cryonic frosting of germ preparations scientific and technical foundations have been created and a simulator was engineered and developed.

Необходимым элементом для производства кисломолочных продуктов являются бактериальные закваски и концентраты, представляющие собой чистые культуры или смесь культур. Микрофлора заквасок в производстве кисломолочных продуктов выполняет следующие функции: снижает pH молока, что ведет к флокуляции казеина и образованию сгустка; трансформирует различные компоненты молока, участвует в формировании структуры, консистенции и органолептических характеристик продукта; ограничивает или подавляет размножение остаточной и сопутствующей микрофлоры пастеризованного молока.

Видовой состав заквасок, используемых при производстве кисломолочных продуктов, очень разнообразен и постоянно расширяется, однако основными микроорганизмами, используемыми в составе бактериальных препаратов, являются мезофильные молочнокислые лактококки.

Наиболее широко применяемым способом консервирования микробной биомассы является сублимационное высушивание под вакуумом предварительно замороженных до -40 °С клеток. Однако при медленном замораживании до -40 °С, вследствие роста кристаллов льда происходит увеличение концентрации растворенных во внеклеточной среде веществ, что приводит к возникновению на клеточной мембране градиента осмотического давления, выходу воды из клетки во внешнюю среду. Гибель клетки происходит в результате интенсивного обезвоживания протоплазмы, дегидратации макромолекул, увеличения концентрации электролитов и других растворенных веществ, механического повреждения клетки внеклеточным льдом и т. д. [1].

Альтернативой данного способа консервирования является криозамораживание биомассы в среде низкотемпературного газа. При сверхбыстром охлаждении вода не успевает выйти из клетки, что уменьшает ее обезвоживание, структура льда становится более мелкокристаллической, уменьшается время действия гиперконцентрированных растворов солей. Повреждения, вызванные воздействием мелких кристаллов льда, являются реparable и не вызывают гибели клетки. При криозамораживании количество жизнеспособных молочнокислых микроорганизмов на 30% выше, чем при медленном замораживании [2].

Использование криозамораживания не оказывает существенного влияния на соотношение культур микроорганизмов, входящих в состав бактериальных концентратов. Наиболее криолабильны культуры *L. cremoris*, однако изменение их свойств носит обратимый характер [3]. При медленном замораживании эти культуры претерпевают морфологические изменения, заключающиеся в уменьшении длины цепочек за счет разрушения отдельных клеток, – данные повреждения носят необратимый характер.

В настоящее время во всем мире активно проводятся исследования, направленные на разработку технологии производства криозамороженных бактериальных концентратов прямого внесения в подготовленное сырье. Преимуществами таких концентратов перед лиофилизированными является мгновенное растворение в молоке и сокращение адаптационного периода у бактериальных культур, входящих в состав концентратов.

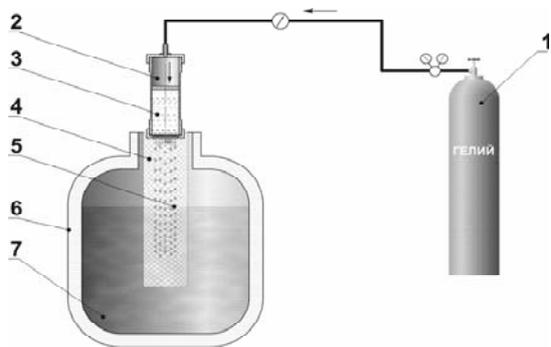


Рис. 1. Принципиальная схема установки для криозамораживания биомассы: 1 – баллон с инертным газом (гелий); 2 – камера; 3 – биомасса; 4 – сетка из нержавеющей стали; 5 – сформировавшиеся частицы биомассы; 6 – алюминиевый сосуд Дьюара емкостью 50 л; 7 – жидкий азот

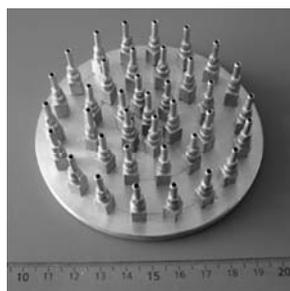


Рис. 2. Насадка с капиллярами

Биомасса помещается в камеру 2 рабочим объемом 2,5 л, соединенную с баллоном 1, содержащим газообразный гелий. При давлении гелия на биомассу $P \sim 0,1$ атм. масса продавливается через насадку, содержащую 37 капилляров диаметром $d = 2$ мм и длиной $L = 25$ мм (рис. 2), попадая затем в низкотемпературную газовую атмосферу жидкого азота.

Сосуд Дьюара 6 содержит жидкий азот 7 и накопитель в виде сетчатого цилиндра 4. При продавливании биомассы получают частицы диаметром 2,5–3,0 мм, при этом производительность установки 20–25 кг в смену в зависимости от консистенции массы. Полученные частицы расфасовываются в захлажденные контейнера для дальнейшей обработки.

Разработка данного оборудования позволит исследовать процесс криозамораживания биомассы молочнокислых бактерий с целью создания в последствии технологии криозамораживания бактериальных концентратов.

Литература

1. Криоконсервирование клеточной суспензии / Под. ред. А. А. Цуцаевой. – Киев: Навук. думка. – 1983. – 240 с.
2. Харитонов Д. В., Райдна Е. И. Изучение некоторых аспектов криозамораживания микробной биомассы // Хранение и переработка сырья. – 2003. – № 9. – С. 64–66.
3. Кробиология и биотехнология / Под. ред. А. А. Цуцаевой. – Киев: Навук. думка. – 1987. – 216 с.
4. Ладога И. В., Банникова Л. А. Получение активных и стойких замороженных бактериальных концентратов мезофильных молочнокислых бактерий // Тр. ВНИМИ. – 1979. – Вып. 50. – С. 75–80.

Можно выделить два основных метода криозамораживания микробной биомассы: в контейнерах или флаконах; путем распыления исходного продукта в среду низкотемпературного газа (получение гранулированного продукта).

Гибель клеток при замораживании порциями составляет 15–18%, тогда как при замораживании биомассы в виде гранул количество жизнеспособных клеток уменьшается только на 2–9% [4]. Криозамораживание путем непосредственного контакта гранулированного продукта со сжиженным газом позволяет обеспечивать минимальное время замораживания, что оказывает влияние на выживаемость микроорганизмов и активность получаемых бактериальных концентратов. Эти обстоятельства делают более перспективным криозамораживание биомассы микроорганизмов по второму методу.

В отделе микробиологии УП «БЕЛНИК-ТИММП» совместно с отделом криогенных исследований Института физики твердого тела и полупроводников НАН Беларуси проводится работа по созданию лабораторной модельной установки для криозамораживания микробной массы, схема которой представлена на рис. 1.

Биомасса помещается в камеру 2 рабочим объемом 2,5 л, соединенную с баллоном 1, содержащим газообразный гелий.