

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАКТЕРИАЛЬНОЙ НАНОЦЕЛЛЮЛОЗЫ В КАЧЕСТВЕ НОСИТЕЛЯ ДЛЯ ИММОБИЛИЗАЦИИ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ



Авторы: Т.А. Обрезкова, Н.А. Шавыркина
Организации: Бийский технологический институт
(филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный
технический университет им. И.И. Ползунова» (БТИ
АлтГТУ), г. Бийск, Россия

Молочнокислые бактерии (МКБ) играют ключевую роль в производстве ферментированных молочных продуктов, таких как йогурт, кисломолочные напитки и сыры. Они улучшают пищеварение, способствуют профилактике дисбактериоза и поддержанию иммунной системы, помогают усваивать кальций и другие минералы, а также обладают антимикробными свойствами, подавляя развитие патогенных микроорганизмов.

В производстве используются чистые культуры МКБ, которые должны выдерживать хранение без потери свойств. Поэтому вопрос сохранения активности заквасок МКБ является первостепенным в технологии кисломолочных продуктов. Для этого культуры МКБ сушат сублимацией, используют метод смешивания с крахмалом и пользуются методами распыления и сублимации (лиофилизации).

Кроме обеспечения сохранения численности МКБ в закваске приоритетным будет то защитное вещество, которое способствует улучшению органолептических свойств и формированию более однородной плотной консистенции.



Рисунок 1 – Образец обезжиренного молока с добавлением 10 % БНЦ после автоклавирования

Бактериальная наноцеллюлоза (БНЦ) представляет собой уникальный биополимер, который обладает множеством достоинств, делающих его востребованным в различных областях науки и промышленности. Применение наноцеллюлозы для защиты МКБ при хранении является перспективным направлением в области пищевой технологии и биотехнологии. БНЦ, обладая высокой поверхностной площадью и уникальными механическими свойствами, способна создавать оптимальные условия для сохранения жизнедеятельности пробиотических микроорганизмов.

Во время хранения молочнокислых бактерий важно предотвратить их деградацию и обеспечить долговременную стабильность. Наноцеллюлоза, будучи природным полимером, образует вокруг клеток бактерий защитную оболочку, которая минимизирует воздействие неблагоприятных факторов, таких как кислород, влага и свет. Это, в свою очередь, способствует сохранению их метаболической активности и функциональности.

В качестве исследования выявляли влияние на жизнедеятельность молочнокислых бактерий процесса их иммобилизации в структуре БНЦ. В работе использовали закваску ацидофильной палочки на обезжиренном молоке и БНЦ, полученную статическим культивированием симбиотической культуры *Medusomyces gisevii* на полусинтетической питательной среде. Использовали три варианта сорбции: в обезжиренное молоко, предварительно размолот, вносили 3 %, 5 % и 10 % БНЦ. Затем проводили гомогенизацию образцов и их стерилизацию. При этом было отмечено, что после автоклавирования образец с добавлением 10% БНЦ расслоился, образовался плотный сгусток, из которого выделялась прозрачная сыворотка (рис. 1). Возможно, БНЦ в процессе автоклавирования образует плотную пространственную сетку, в ячейках которой заключены белки молока.

В каждый из четырех образцов вносили исходную закваску в количестве 10 %, помещали в термостат и выдерживали в течение 7 суток. В качестве контролируемых параметров были выбраны численность жизнеспособных клеток ацидофильной палочки (определяли высевом на питательную среду гидролизованное молоко с агаром методом предельных разведений) и титруемая кислотность образцов. Изменение кислотности образцов в процессе культивирования представлено на рис. 2, изменение численности бактерий – в таблице 1.

| Продолжительность культивирования, сутки | Численность микроорганизмов, КОЕ/мл | | | |
|--|-------------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| | контроль | 3% БНЦ | 5% БНЦ | 10% БНЦ |
| 0 | | | | |
| 3 | $3 \cdot 10^9$ | $3 \cdot 10^9$ | $1 \cdot 10^9$ | $1 \cdot 10^7$ |
| 5 | $2 \cdot 10^5$ | $1 \cdot 10^5$ | $1 \cdot 10^5$ | - |
| 7 | - | - | - | - |

Таблица 1 Динамика численности бактерий ацидофильной палочки

При внесении 3 % и 5 % БНЦ численность МКБ сохраняется на уровне контроля, при внесении 10 % БНЦ число клеток в образцах снижается существенно, возможно из-за структурной деформации образца

Таким образом, суммируя полученные данные, можно сделать следующие выводы:

- Внесение более 5 % БНЦ приводит к образованию сгустка уже на стадии стерилизации, поэтому следует либо вносить меньше этой дозировки, либо изменить способ внесения БНЦ.
- Иммобилизации бактерий ацидофильной палочки на БНЦ не влечет увеличения численности бактерий, но стимулирует их кислотообразование.
- Культивирование более 3 суток нецелесообразно, т.к. и кислотность, и численность микроорганизмов по истечению этого времени начинают снижаться

Планы дальнейших исследований: Выявить адгезивные качества молочнокислых бактерий, иммобилизованных на БНЦ

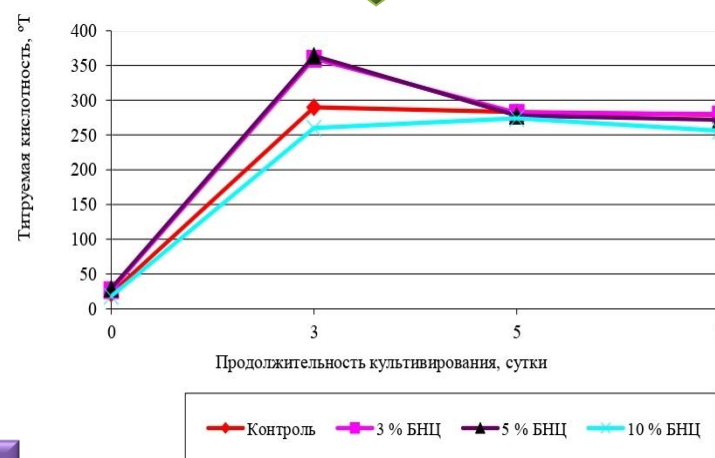


Рисунок 2 – Динамика кислотности образцов в процессе культивирования

Внесение 3 % и 5 % БНЦ способствует более активному росту кислотности, наибольшие значения наблюдаются на 3 сутки культивирования – 360 °T и 364 °T соответственно (против 290 °T в контрольном образце).

Далее кислотность во всех образцах начинает снижаться.