

ПРОБИОТИЧЕСКАЯ ДОБАВКА БИФИДОБАКТЕРИЙ НА ОСНОВЕ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

Т.И. Шингарева, А.А. Ажанилок

Исследована возможность интенсификации роста бифидобактерий в молочной сыворотке за счет введения различных факторов роста, таких как лактулоза и натрий лимоннокислый. Максимальный рост клеток исследуемой микрофлоры отмечается при использовании сыворотки, обогащенной лактулозой на стадии ее получения. Последняя может быть рекомендована в качестве пробиотической добавки для обогащения молочной продукции микроорганизмами бифидобактерий.

Введение

В настоящее время в условиях актуальности проблемы рационального питания во всем мире наблюдается повышенный интерес к пищевым продуктам пробиотического назначения, содержащим живые микроорганизмы из числа полезной микрофлоры желудочно-кишечного тракта человека. В молочной промышленности в качестве пробиотических микроорганизмов широко используются бифидобактерии, которые обладают высокой антагонистической активностью против широкого спектра патогенных и условно-патогенных микроорганизмов кишечника и в целом нормализуют пищеварительную и защитную функции кишечника, активизируют обменные процессы [1–5].

Бифидобактерии являются облигатными анаэробами. Молоко и сыворотка для их роста не являются оптимальной средой [1, 2]. Традиционно на биофабриках при культивировании бифидобактерий для повышения скорости развития применяют питательные среды, обогащенные факторами роста, такими как дрожжевой автолизат, кукурузный экстракт, гидролизованное молоко и др. [5]. Однако в промышленных условиях при получении ферментированной молочной продукции такие способы обогащения нерациональны по причине своей трудоемкости, материалозатратности и, что немаловажно, высокой стоимости используемых ингредиентов. С другой стороны, развитие бифидофлоры интенсифицируют пребиотики [1–3], среди которых широкое применение в молочной промышленности получила лактулоза. Сегодня ее вносят при производстве молочной продукции, как правило, в виде пищевых добавок: сироп лакто–лактuloзы («Лактусан») и др. В то же время авторами ранее разработан более дешевый способ обогащения лактулозой молочной сыворотки, полученной при производстве мягких сыров на основе термокислотной коагуляции, что позволяет обеспечить содержание лактулозы в сыворотке до 0,2 % [6].

Учитывая потребность в расширении ассортимента молочной продукции на основе вторичного сырья, обладающей высокими потребительскими свойствами и функциональной направленностью, представляло интерес разработать менее затратный способ обогащения молочной продукции бифидофлорой.

Целью работы явилось создание функциональной пробиотической добавки бифидобактерий на основе молочной сыворотки.

Результаты исследований и их обсуждение

В работе изучали влияние различных сред ферментации на развитие бифидобактерий. При этом в качестве молочной основы применяли сыворотку, полученную от производства мягких сыров на основе термокислотной коагуляции белков молока (типа адыгейского и др.).

Сыворотку обогащали факторами роста, такими как натрий лимоннокислый, сироп лактулозы, вводимые в отдельности или совместно. При этом натрий лимоннокислый, выполняющий функцию фактора роста бифидобактерий, вносили в количестве, обеспечивающем повышение рН среды до $(6,50 \pm 0,10)$ ед., то есть до оптимального для бифидофлоры уровня. Обогащение сыворотки лактулозой проводили до ее количественного содержания $(0,2 \pm 0,02)$ %. Кроме того, использовали сыворотку, предварительно обогащенную лактуло-

зой, за счет внесения в свежеполученную горячую термокислотную сыворотку при температуре не ниже 85 °С натрия лимоннокислого до рН среды (6,50±0,10) ед. и выдержки в течение 15 минут (патент РБ 14308) [6].

Таким образом, объектами исследований явились следующие среды: образец 1 (сыворотка+лактозула) – сыворотка молочная, обогащенная на стадии ее получения лактулозой; образец 2 (сыворотка+сироп лактулозы) – сыворотка молочная и сироп лактулозы; образец 3 (сыворотка+натрий лимоннокислый) – сыворотка молочная и натрий лимоннокислый; образец 4 (сыворотка+натрий лимоннокислый+лактозула) – сыворотка молочная, натрий лимоннокислый и сироп лактулозы. Контролем (сыворотка) служила сыворотка молочная без внесения факторов роста (рН среды 5,85±0,05 ед.).

Сыворотку перед обогащением факторами роста предварительно пастеризовали при температуре (87±2) °С в течение 15 минут, при этом уровень остаточной микрофлоры после термообработки составил $(8,5±2,5) \cdot 10^2$ КОЕ/см³.

В качестве заквасочной микрофлоры для ферментации сыворотки применяли бактериальную закваску бифидобактерий прямого внесения глубокомороженную (*DVS BB-12*, «Chr. Hansen», Дания). Количество инокулята, вносимого в среду ферментации, составило $5 \cdot 10^4$ КОЕ/см³ бифидобактерий. Процесс ферментации осуществлялся при температуре (37±1) °С в течение 36 ч. При проведении исследований использованы стандартные методы определения физико-химических и микробиологических показателей [8–10].

Известно, что внесение факторов роста в сыворотку, а также обеспечение оптимального значения рН среды культивирования может активизировать жизнедеятельность не только заквасочных микроорганизмов бифидобактерий, но и остаточной микрофлоры сыворотки (пережившей пастеризацию) [1–3]. По этой причине в процессе ферментации проводили количественное определение содержания в сыворотке не только бифидофлоры, но и общего количества бактерий. Результаты исследований развития исследуемой микрофлоры отражены на рисунках 1 и 2.

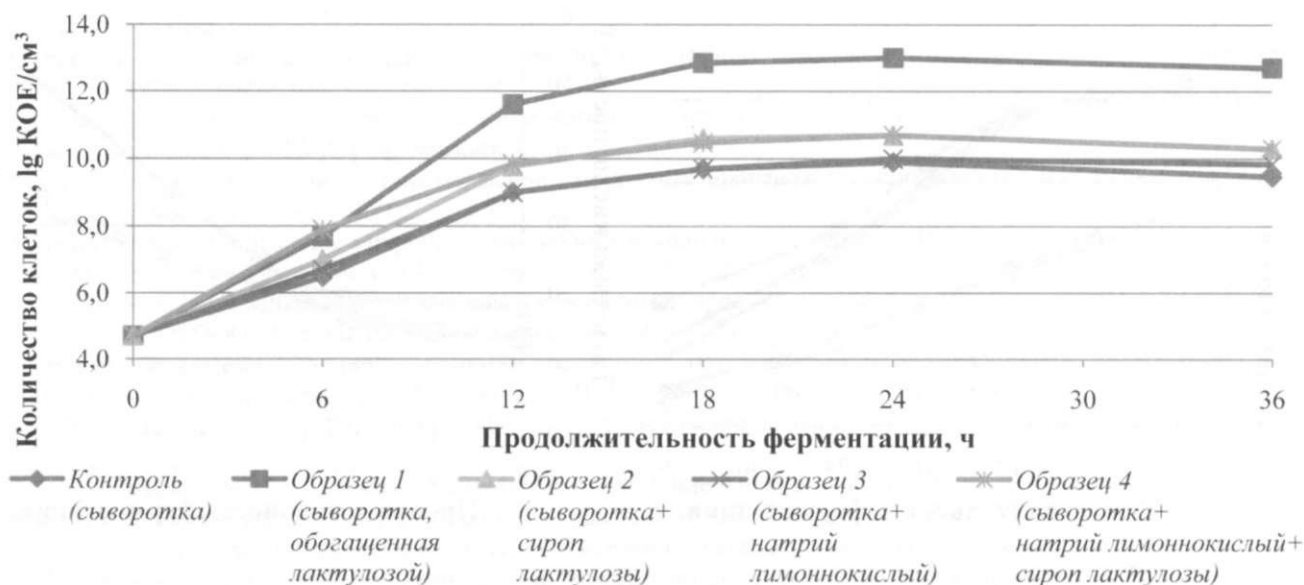


Рисунок 1 – Динамика изменения количества бифидобактерий при ферментации сыворотки, обогащенной различными факторами роста

Как видно из рисунка 1, наиболее интенсивный рост клеток бифидобактерий отмечен в образце 1, где сыворотку предварительно обогащали лактулозой на стадии ее получения. Здесь через 18–24 ч ферментации отмечается максимальное увеличение клеток бифидофлоры – на 8 порядков. В образце 2 (сыв+лакт) и образце 4 (сыв+натрий л/к+лакт) накопление биомассы бифидобактерий протекало не так интенсивно. Так, через 18–24 ч количество бифидобактерий в данных средах увеличилось только на 6 порядков. Наименьший рост клеток бифидофлоры отмечен в контроле (сыв) и образце 3 (сыв+натрий л/к) – через 18–24 ч куль-

тивирования увеличение количества клеток на 5 порядков.

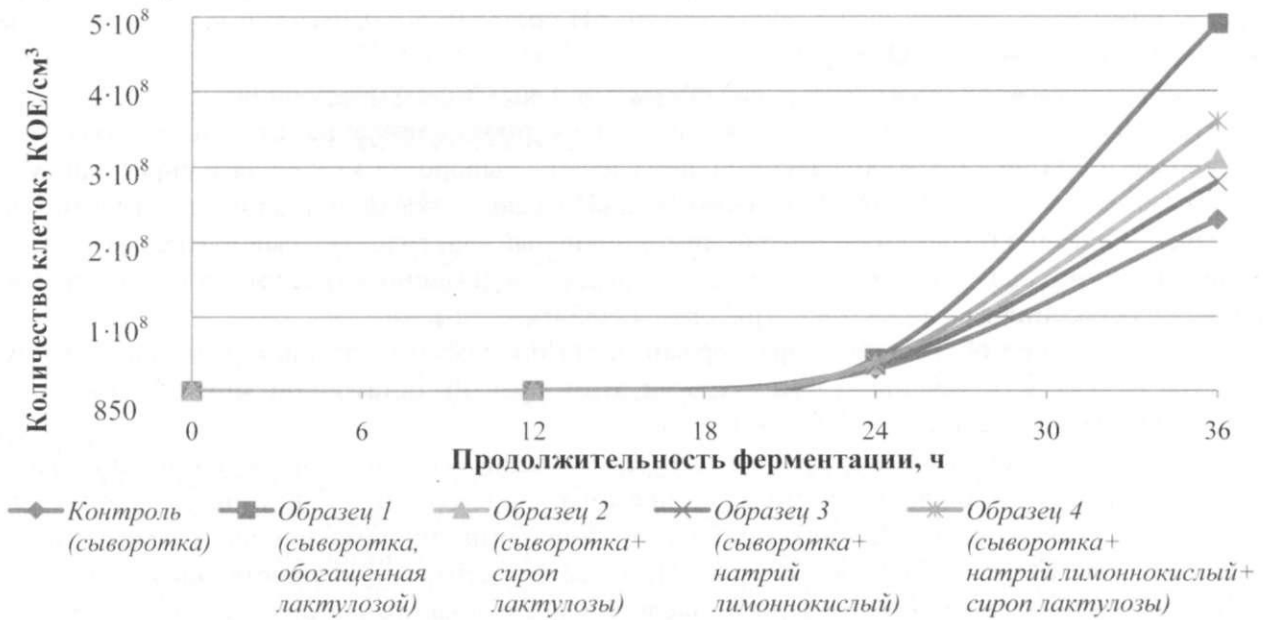


Рисунок 2 – Динамика изменения общего количества бактерий при ферментации бифидофлорой сыворотки, обогащенной различными факторами роста

Таким образом, выявлено, что введение в молочную сыворотку таких факторов роста, как лактулоза, вводимая в виде сиропа, а также натрий лимоннокислый как отдельно, так и в совокупности, обеспечивают не достаточно высокое накопление биомассы клеток бифидобактерий по сравнению с сывороткой термокислотной, обогащенной лактулозой на стадии ее получения (образец 1).

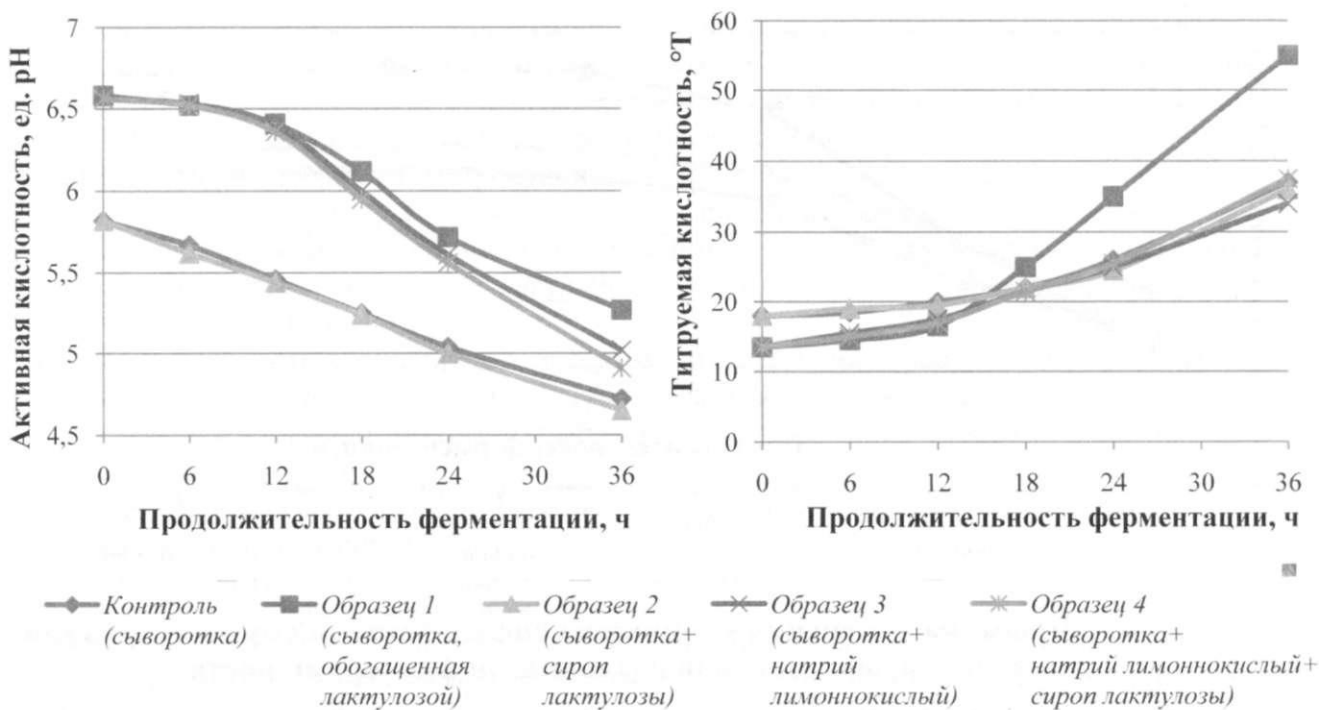


Рисунок 3 – Динамика изменения активной и титруемой кислотности при ферментации бифидофлорой сыворотки, обогащенной различными факторами роста

Определено (рисунок 2), что в сыворотке при ее ферментации бифидобактериями, помимо последних, развивается и остаточная микрофлора. При этом активный рост последней начинается спустя 24 ч ферментации. Наиболее интенсивный прирост клеток характерен для об-

разца 1 (сыв+лакт). Возможно, это обусловлено тем, что в процессе изомеризации лактозы в лактулозу в молочной сыворотке происходит частичный гидролиз белков с образованием низкомолекулярных азотистых веществ, которые являются дополнительными источниками питания для микроорганизмов [7]. В то же время при микроструктурном анализе ферментированной сыворотки отмечено большое количество лактобацилл. Это можно объяснить использованием микрофлоры *Lbc. bulgaricus* или *Lbc. helveticus* для ферментации сыворотки-коагулянта, используемой для выработки термокислотных сыров, от производства которых использовали данный вид сыворотки [11, 12].

Развитие остаточной микрофлоры подтверждает динамика изменения активной и титруемой кислотности сыворотки в процессе ферментации ее бифидофлорой, так как последняя в молочных средах медленно сбрасывает лактозу с образованием молочной кислоты [1–3]. Полученные результаты представлены на рисунке 3.

Как видно из рисунка 3, в процессе ферментации исследуемых сред на основе молочной сыворотки в течение 36 ч происходит постепенное снижение уровня pH на 1,1–1,6 ед. Максимальный прирост титруемой кислотности на 42 °Т отмечен в образце 1, а в других образцах ее значение после 36 ч ферментации увеличилось на 18–20 °Т.

Заключение

Установлено, что при внесении инокулята клеток бифидобактерий в сыворотку, обогащенную факторами роста, такими как сироп лактулозы и/или натрий лимоннокислый, отмечен прирост клеток бифидобактерий на 5–6 порядков через 18–24 ч ферментации, что ниже в сравнении с сывороткой, обогащенной лактулозой на стадии ее получения, где прирост клеток данных микроорганизмов составил 8 порядков. Сыворотка, обогащенная лактулозой на стадии ее получения, после ферментации бифидофлорой может быть рекомендована в качестве пробиотической добавки для получения молочной продукции функционального назначения.

Литература

- 1 Королев, С. А. Основы технической микробиологии молочного дела / С.А. Королев. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 344 с.
- 2 Мюих, Д. Микробиология продуктов животного происхождения / Д. Мюих., Х. Зауре., М. Шрайтер [и др.] Перевод с немецкого. – М.: Агропромиздат, 1985. – 592 с.
- 3 Банникова, Л.А. Микробиологические основы молочного производства: справочник / Л.А. Банникова [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1987. – 400 с.
- 4 Королева, Н.С. Санитарная микробиология молока и молочных продуктов / Н.С. Королева, В.Ф. Семенихина. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 256 с.
- 5 Степаненко, П.П. Микробиология молока и молочных продуктов: учебник для вузов / П.П. Степаненко. – Сергиев Посад: ООО «Все для Вас-Подмосковье», 1999. – 412 с.
- 6 Способ обогащения молочной сыворотки лактулозой: пат. 14308 Респ. Беларусь, МПК7 А23С 21/00 / Т.И. Шингарева, О.И. Купцова, А.А. Ажанилок, В.В. Автушенко; заявитель Мог. гос. ун-т продовольствия. - № а 20091612; заявл. 16.11.09; опубл. 30.04.11 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 2. – С. 45.
- 7 Синельников, Б.М. Лактоза и ее производные / Б.М. Синельников, А.Г. Храмцов, И.А. Евдокимов, С.А. Рябцева, А.В. Серов; науч. ред. акад. РАСХН А.Г. Храмцов. – СПб.: Профессия, 2007. – 768 с.
- 8 Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности: ГОСТ 3624-92. – Введ. 01.01.94. – Минск: Гос. комитет по стандартизации Республики Беларусь: Госстандарт, 2007. – 8 с.
- 9 Молоко. Метод измерения pH: ГОСТ 3624-92. – Введ. 01.01.87. – Минск: Гос. комитет по стандартизации Республики Беларусь: Госстандарт, 2007. – 2 с.
- 10 Молоко и молочные продукты. Методы микробиологического анализа: ГОСТ 9225-84. – Введ. 01.01.86. – Минск: Гос. комитет по стандартизации Республики Беларусь: Госстандарт, 2007. – 14 с.
- 11 Смирнова, И.А. Биотехнологические аспекты производства термокислотных сыров / И.А. Смирнова. – Кемерово, 2002. – 208 с.
- 12 Давыдова, Е.А. Разработка технологии производства сыра с термокислотной коагуляцией белков гомогенизированного молока: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04 / Е.А. Давыдова. – Могилев, 2004. – 223 с.

Поступила в редакцию 17.06.2014