

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФЕРМЕНТАЦИИ КЕФИРНОЙ ЗАКВАСКОЙ ВТОРИЧНОГО МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ НА ОСНОВЕ СЫВОРОТКИ

Т.И. Шингарева, А.А. Ажанилок, О.И. Скокова

Исследован процесс ферментации кефирной заквасочной микрофлорой вторичного молочного сырья на основе обезжиренного молока и сыворотки, полученной от производства белковых продуктов термокислотной коагуляцией. Определен оптимальный компонентный состав среды ферментации. Оптимизированы технологические параметры процесса ферментации, которые положены в основу разработки технологического регламента получения нового вида ферментированного напитка.

Введение

Принимая во внимание широкий круг возможностей переработки вторичного молочного сырья, включая сыворотку, одним из рациональных способов его использования является создание различного рода напитков. Однако молочная сыворотка содержит в большом количестве углеводы – молочный сахар. Выявлено, что увеличение доли ди- и моносахаридов в питании четко коррелирует с частотой атеросклероза. Простые сахара, постоянно поступая в организм в большом количестве, помимо изменений в метаболизме углеводов могут нарушать и липидный обмен. В этой связи представляют интерес ферментированные напитки на основе молочной сыворотки, применение которых приоритетнее, так как в них основной углеводов – лактоза в значительной степени подвергается гликолизу молочнокислой микрофлорой, в результате чего образуется молочная кислота, положительное влияние которой в молочных продуктах на здоровье человека сегодня общеизвестный факт [1].

В последние годы все большую популярность у потребителя приобретают ферментированные молочные напитки, полученные с применением заквасочной микрофлоры, обеспечивающей смешанное брожение: молочнокислое и спиртовое. Известно, что последние за счет более полного распада белков на простые азотистые соединения обладают более высокой усвояемостью, благотворно влияют на секреторную деятельность желудка и кишечника, подавляют гнилостную микрофлору кишечника и т.п. Однако сегодня в Беларуси сегмент рынка ферментированных продуктов смешанного брожения на основе вторичного молочного сырья практически свободен. В России, особенно в южных регионах, популярными являются такие напитки на основе вторичного молочного сырья, как тан и айран. При их получении в качестве заквасочной микрофлоры применяют *Lbc. bulgaricum*, *Str. thermophilus* и дрожжи.

С другой стороны, среди заквасочной микрофлоры, обеспечивающей смешанный вид брожения, выгодно отличается кефирная закваска – естественный симбиоз молочнокислых, уксуснокислых микроорганизмов и дрожжей, используемая сегодня в основном для производства продукта массового потребления – кефира. Поэтому ее применение для получения ферментированных напитков не потребует дополнительных инвестиций на приобретение данной закваски.

Таким образом, расширение ассортимента перечня ферментированных молочных напитков смешанного брожения с применением вторичного сырья и при использовании в качестве заквасочной микрофлоры кефирной закваски является актуальным и представляет интерес, как для производителя, так и потребителя.

При создании конкурентоспособной продукции важным аспектом является использование недорогого сырья, а также сокращение производственного цикла получения продукции. Однако применение вторичного молочного сырья, включающего молочную сыворотку, как среды для развития заквасочной микрофлоры (ферментации), в сравнении с натуральным молоком, является менее эффективным [2], так как микрофлора, попав в такую среду, дольше

приспосабливается к ней, при этом прирост титруемой кислотности протекает значительно медленнее, кроме того, органолептические характеристики по окончании процесса ферментации не так выразительны.

С другой стороны, известно, что пребиотики обладают избирательной способностью стимулировать рост и/или метаболическую активность бактерий, обитающих в толстом кишечнике [3]. Опираясь на это, можно ожидать, что введение пребиотика в среду ферментации на основе вторичного молочного сырья может положительно сказаться на интенсификации роста кефирной заквасочной микрофлоры.

Сегодня в молочной промышленности в качестве пребиотика широко применяется лактулоза, которую вводят в молочные продукты, как правило, в виде пищевой добавки: сиропа лакто-лактозулы. Собственные исследования, проведенные в этом направлении, позволили разработать менее затратный способ обогащения молочной сыворотки лактулозой за счет частичной изомеризации лактозы в лактулозу на стадии получения сыворотки при производстве мягких сыров на основе термокислотной коагуляции. При этом снижаются энергоемкость и материальные затраты процесса [4].

Целью данной работы являлось исследование процесса ферментации кефирной заквасочной микрофлорой вторичного молочного сырья на основе сыворотки и оптимизация технологических параметров данного процесса для возможности получения новых видов ферментированных напитков.

Результаты исследований и их обсуждение

В работе изучали влияние различных сред ферментации с варьируемым соотношением термокислотной сыворотки, предварительно обогащенной лактулозой, и ОБМ на развитие кефирной заквасочной микрофлоры.

В опытах объектами исследований явились следующие среды ферментации:

образец 1 – сыворотка, обогащенная лактулозой, массовая доля лактулозы 2,2 %;

образец 2 – сыворотка, обогащенная лактулозой : обезжиренное молоко (далее – ОБМ) – 3:1, массовая доля лактулозы 1,6 %;

образец 3 – сыворотка, обогащенная лактулозой : ОБМ – 1:1, массовая доля лактулозы 1,1 %.

Контролем служила термокислотная сыворотка, не обогащенная лактулозой.

При получении термокислотной сыворотки проводили изомеризацию части лактозы в лактулозу, согласно ранее разработанному способу (за счет введения реагента лимоннокислого натрия в горячую сыворотку при температуре не менее 85 °С) [4]. Пастеризацию ОБМ осуществляли по общепринятым режимам.

При исследовании параметров ферментации исследуемых образцов в качестве аналога были приняты технологические параметры получения кефира, процесс ферментации которого включает две фазы: сквашивание (температура 18 °С – 25 °С, продолжительность 8–12 ч) и созревание (температура 12 °С – 16 °С, также допускается при 2 °С – 6 °С, продолжительность 8–12 ч).

В эксперименте при ферментации исследуемых сред температурный диапазон сквашивания расширили в радиусе 15 °С – 30 °С а созревание осуществляли при температуре 2–6 °С, так как такой режим позволяет проводить данный процесс в камерах хранения готовой продукции и тем самым более эффективно использовать технологическое оборудование.

По окончании процесса ферментации исследуемых образцов проводили их органолептическую оценку по нижеприведенной условной балльной шкале (таблица 1).

Каждый показатель: вкус и запах, внешний вид и консистенция, газообразование – оценивали по 5-балльной шкале, отражающей уровень качества, с учетом коэффициента значимости. Полученные по отдельным органолептическим показателям баллы умножали на коэффициент их значимости и далее получали суммарную балльную оценку.

Известно [1], что на органолептические показатели кисломолочных продуктов влияет компонентный состав молочной основы, вид используемой заквасочной микрофлоры и интенсивность ее развития, о чем можно судить по приросту титруемой кислотности, что и бы-

ло взято за основу в дальнейших исследованиях.

В ходе проведения органолептической оценки исследуемых образцов после завершения процесса ферментации установлено, что опытный образец 1, в состав которого не входило ОБМ, имел ярко выраженный сывороточный вкус, а в опытном образце 3 с соотношением сыворотки и ОБМ 1:1 наблюдалось большое количество крупных белковых хлопьев, что в том и другом случае снижает потребительские свойства продукции. С точки зрения органолептических характеристик лучшим оказался опытный образец 2, где был отмечен легкий кисломолочный привкус, а консистенция была однородной и гомогенной.

Таблица 1 – Условная балльная шкала органолептической оценки

Оценка, баллы	Показатель		
	Вкус и запах	Внешний вид и консистенция	Газообразование
	Коэффициент значимости		
	0,5	0,3	0,2
5 (отлично)	чистый, кисломолочный, слегка щиплющий, ароматный	однородная, гомогенная	наличие небольшого количества пузырьков газа, при встряхивании небольшое пенообразование
4 (хорошо)	недостаточно выраженный, слегка кисломолочный, щиплющий	слегка неоднородная, допускается небольшое количество белковых хлопьев, исчезающих после перемешивания	наличие достаточного количества пузырьков газа, при встряхивании формирование устойчивой пены
3 (удовлетворительно)	невыраженный кисломолочный или кислый, острый	неоднородная, массовое присутствие белковых хлопьев	значительное газообразование, при встряхивании интенсивное пенообразование или практическое отсутствие газо- и пенообразования
2 (неудовлетворительно)	пресный или излишне кислый, сброженный	неоднородная, с наличием осадка или белковой взвеси	интенсивное газо- и пенообразование или их полное отсутствие даже при интенсивном встряхивании

При этом органолептические характеристики исследуемых образцов хорошо коррелировали с их титруемой кислотностью. Так у образцов, получивших согласно таблице 1 максимальную балльную оценку (5 усл. бал.), титруемая кислотность составляла 65–75 °Т.

На основании вышеизложенного в дальнейших исследованиях направленных на оптимизацию технологических параметров процесса ферментации кефирной заквасочной микрофлорой молочной основы было принято решение применять в качестве среды ферментации смесь термокислотной сыворотки, обогащенной лактулозой, и ОБМ в соотношении 3:1 – образец 2.

Для установления оптимальных режимных параметров ферментации исследуемой среды (образец 2) был спланирован полный факторный эксперимент типа 2³. Выбрана методика рототабельного центрально-композиционного планирования. Условия планирования эксперимента и уровни варьирования факторов приведены в таблице 2.

В качестве критерия оптимальности Y рассматривалась титруемая кислотность среды после завершения процесса ферментации.

В качестве контроля служила молочная основа, включающая термокислотную сыворотку, не обогащенную лактулозой, и ОБМ в соотношении 3:1.

Для математической обработки результатов эксперимента применяли пакет Statistica, с помощью которого были построены карты Парето оценки значимости исследуемых факто-

ров, анализ которых показал, что существенно влияющими на прирост титруемой кислотности являются параметры процесса сквашивания (температура X_1 и продолжительность X_2), в то время как продолжительность созревания X_3 влияния на характер изменения титруемой кислотности не оказывает (рисунок 1).

Таблица 2 – Пределы варьирования факторов эксперимента

Уровни варьирования факторов эксперимента	Пределы варьирования факторов эксперимента		
	Температура сквашивания, °С (X_1)	Продолжительность сквашивания, ч (X_2)	Продолжительность созревания, ч (X_3)
Верхний уровень	30	12	12
Нижний уровень	15	4	0
Основной уровень	22,5	8	6

В результате статистического анализа получены уравнения регрессии, описывающие процесс ферментации исследуемых сред, что представлено в виде формул (1) и (2), а также поверхности отклика (рисунок 1).

Контроль:

$$Y = 15,23 \cdot X_1 - 0,31 \cdot X_1^2 + 3,86 \cdot X_2 - 170,11; \tag{1}$$

Опыт 2:

$$Y = 16 \cdot X_1 - 0,34 \cdot X_1^2 + 4,36 \cdot X_2 - 158,51; \tag{2}$$

где Y – титруемая кислотность готового продукта, °Т;

X_1 – температура сквашивания, °С;

X_2 – продолжительность сквашивания, ч.

Установлено, что уравнения регрессии являются адекватными, коэффициент вероятности для исследуемых моделей выше 75 %.

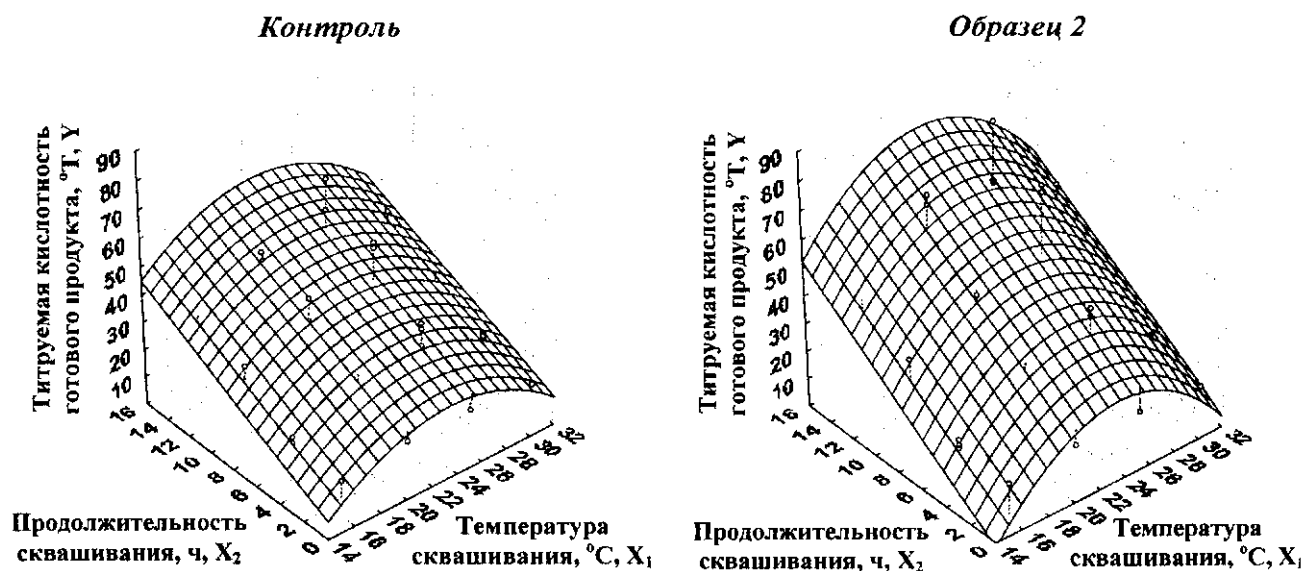


Рисунок 1 – Зависимость титруемой кислотности продукта от исследуемых факторов

Из рисунка 1 видно, что для достижения в процессе ферментации исследуемых сред титруемой кислотности 65–75 °Т, обеспечивающей высокие органолептические свойства ферментированного продукта, требуется температура сквашивания в диапазоне

22 °С – 26 °С, при этом продолжительность процесса составляет 8–10 ч. При повышении или понижении данной температуры продолжительность сквашивания увеличивается.

Исходя из уравнений регрессии (1) и (2) следует, что достижение в процессе ферментации титруемой кислотности 65–75 °Т при одинаковой температуре сквашивания в опытном образце происходит в 1,5–2 раза быстрее в сравнении с контролем, где применяли сыворотку, необогащенную лактулозой. Интенсификация развития заквасочных микроорганизмов может быть связана с накоплением наряду с лактулозой ряда побочных веществ, в частности продуктов гидролиза белков, что приводит к образованию более доступных для микроорганизмов источников азота [3].

Полученные результаты исследований положены в основу разработки технологического регламента получения нового вида ферментированного напитка на основе вторичного молочного сырья, где в качестве заквасочной микрофлоры используется естественный симбиоз микроорганизмов – кефирная закваска, что позволяет обогатить продукт ее ценными метаболитами и обеспечить высокое качество продукции.

Заключение

В результате проведенных исследований установлено, что обогащение термокислотной сыворотки лактулозой на стадии ее получения за счет предварительной изомеризации части лактозы в лактулозу позволяет в 1,5–2 раза интенсифицировать развитие микрофлоры кефирной закваски. Оптимизированы технологические параметры процесса ферментации молочной среды на основе вторичного сырья, включающего сыворотку и ОБМ в соотношении 3:1, что явилось основой для разработки технологического регламента получения нового вида ферментированного молочного напитка, обладающего повышенной пищевой и биологической ценностью.

Литература

- 1 Крусь, Г.Н. Технология молока и молочных продуктов: учебник для вузов/ Г.Н. Крусь [и др.]; под ред. А.М. Шалыгиной. – М.: Колос, 2007. – 456 с.
- 2 Шингарева, Т.И. Ферментация сыворотки заквасками прямого внесения / Т.И. Шингарева, О.И. Купцова // Молочная промышленность. – 2006. – №6. – С. 32.
- 3 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.
- 4 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.

Поступила в редакцию 28.11.2011