

УДК 637.146.35

ПРИМЕНЕНИЕ ЗАКВАСОК ПРЯМОГО ВНЕСЕНИЯ ДЛЯ ФЕРМЕНТАЦИИ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

Т.И. Шингарева, О.И. Купцова

Исследован процесс ферментации различных видов молочной сыворотки бакконцентратом ацидофильной палочки, который вносили прямым способом и активизированным. Изучена возможность применения различных сред активизации: молоко, физраствор, вода питьевая, водные растворы лактозы и лактулозы, сыворотка. Установлено, что все исследуемые среды можно использовать для активизации бакконцентрата, причем применение бакконцентрата в активизированном виде ускоряет процесс ферментации сыворотки и сокращает расход бакконцентрата до 10 раз. Получены уравнения регрессии, позволяющие оптимизировать процесс ферментации сыворотки в зависимости от ее вида и от потребностей производства. Определены значимые факторы, влияющие на процесс ферментации сыворотки, которыми являются: доза активизированного бакконцентрата, кислотность и массовая доля лактозы исходной сыворотки.

Введение

Молочная сыворотка – побочный продукт при производстве белковой продукции является перспективным сырьем для получения широкого диапазона продуктов питания различного назначения, в том числе термокислотных продуктов, к которым относятся сыры мягкие: «Адыгейский», «Свитанок», «Майский», «Могилевский», масса сырная «Хуторянка» и другие. При производстве этих продуктов в зависимости от их вида используют в качестве коагулянта молочную сыворотку кислотностью 80 – 140°Т [1,2,3,4]. Достижение требуемой кислотности сыворотки-коагулянта осуществляется, главным образом, за счет ее ферментации микрофлорой бактериальных заквасок. В процессе ферментации сыворотка обогащается полезными биологически активными веществами метаболизма микроорганизмов закваски, которые при термокислотной коагуляции переходят в сгусток, что повышает биологическую ценность продукта.

Для ферментации сыворотки, как правило, применяют бактериальные закваски термофильных молочнокислых палочек: *Lbc. bulgaricum*, *Lbc. helveticum*, приготовленные традиционным трехпересадочным способом, и практически отсутствует информация по возможности использования *Lbc. acidophilus*. В то же время продолжительность процесса ферментации сыворотки до требуемой кислотности активизированными трехпересадочным способом заквасками термофильных молочнокислых микроорганизмов увеличивается в 1,5 – 2 раза, по сравнению с молоком [5]. Кроме того, на сегодняшний день для ферментации молока все шире находят применение закваски (препараты) прямого внесения.

Целью работы явилось исследовать процесс ферментации молочной сыворотки бактериальными заквасками прямого внесения производства Белорусского научно-исследовательского и конструкторско-технологического института мясной и молочной промышленности (БелНИКТИММП) на примере бакконцентрата (БК) ацидофильной палочки (количество молочнокислых микроорганизмов – 10^{11} КОЕ/г).

Материалы и методы исследований

Объектом исследований служила сыворотка, физико-химические показатели которой представлены в табл. 1.

Таблица 1 - Показатели сыворотки

Показатели	Сыворотка			
	Подсырная	Термокислотная	Творожная	Смесь термокислотной и творожной (1:1)
Кислотность, °Т	10-25	15-35	50-80	30-50
Массовая доля лактозы, %	4,0-5,5	4,0-5,5	3,0-5,0	3,0-5,0

При проведении эксперимента пользовались стандартными методами исследований. Для получения полных сведений о процессе ферментации сыворотки и построения многофакторной регрессионной модели произведено планирование эксперимента, где использовали ротатабельный центрально-композиционный план второго порядка. Повторность опытов принята трехкратная. Экспериментальные данные обработаны методом регрессионного анализа.

Результаты исследований и их обсуждение

На первом этапе работы определяли оптимальный расход БК ацидофильной палочки для ферментации молочной сыворотки. При этом упаковку БК вскрывали, и содержимое переносили непосредственно в емкость с сывороткой. Для сквашивания молока лаборатория по производству заквасок БелНИКТИММП рекомендует использовать 0,3 Е.А. на 100л [6]. Однако сыворотка существенно отличается от молока по составу, и проведенные предварительные исследования показали, что при дозе БК 0,3 Е.А. на 100л сыворотки, она не сквашивалась. Поэтому для проведения процесса ферментации сыворотки дозу БК ацидофильной палочки увеличили в пределах 50 – 5000Е.А. на 100л сыворотки.

Процесс ферментации сыворотки контролировали по приросту титруемой кислотности через 0, 12, 24, 48ч. Конечную титруемую кислотность сыворотки приняли равной 140°Т, что соответствует верхней границе коагулянта для большинства кисломолочных сыров, вырабатываемых термокислотной коагуляцией [1, 2, 3].

Результаты исследований первого этапа представлены на рис. 1.

Установлено, что для всех исследуемых видов сыворотки кислотность 140°Т была достигнута не за 24ч, а за 48ч и при дозах БК 5000Е.А./100л сыворотки.

Таким образом, непосредственное внесение БК в молочную сыворотку требует значительно больших его расходов по сравнению с натуральным молоком, при этом процесс ее ферментации очень длителен, что экономически невыгодно для производства.

Поэтому на втором этапе работы исследовали возможность ускорения процесса ферментации сыворотки до требуемой кислотности – 140°Т и изучали возможные пути снижения расхода БК.

Известно, что одним из возможных способов сокращения расхода БК является его активизация [7]. При этом фирмы-изготовители рекомендуют использовать в качестве среды активизации натуральное цельное, обезжиренное молоко или физрастворы. Однако цельное молоко, используемое для активизации, должно иметь высокие показатели качества, что обуславливает необходимость его дополнительного контроля. Кроме того, в процессе стерилизации молока возможны изменения его составных частей и свойств, которые отрицательно сказываются на развитии молочнокислой микрофлоры. Приготовление же физраствора требует определенных затрат труда и времени. В связи с этим в наших исследованиях было принято использовать, помимо цельного молока (1) и физраствора (2), и другие среды активизации: воду (3), включая питьевую; водный 5%-й раствор лактозы (4); водный 1%-й раствор лактулозы (5); сыворотку – различные виды (подсырная (6), термокислотная (7), творожная (8), смесь термокислотной и творожной (1:1) (9)).

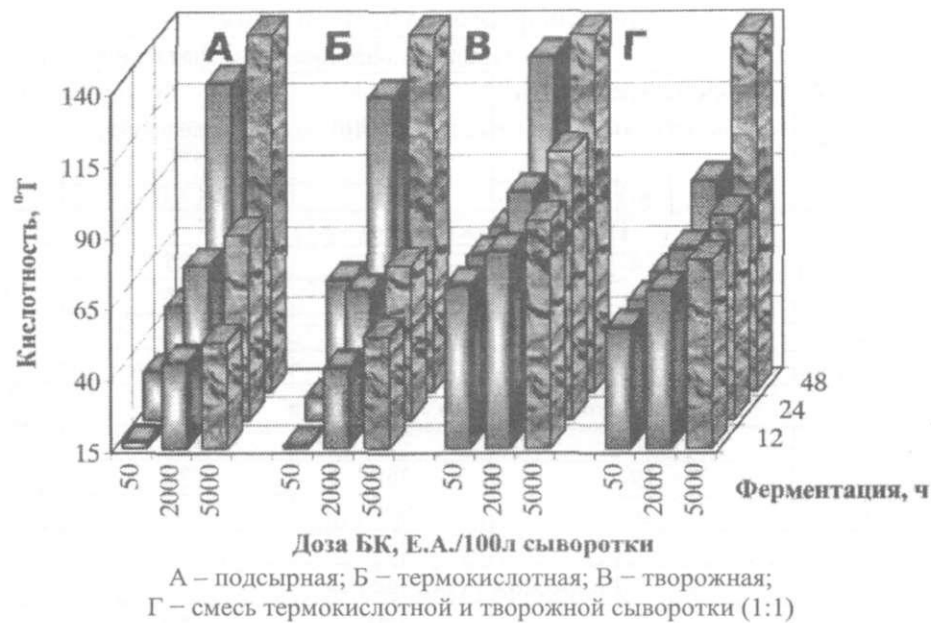


Рисунок 1 - Динамика изменения титруемой кислотности сыворотки в процессе ферментации при применении БК ацидофильной палочки без активизации

Результаты исследований второго этапа представлены на рис. 2.



Рисунок 2 - Динамика изменения кислотности творожной сыворотки при ее ферментации активизированным БК ацидофильной палочки (500 Е.А. на 100л сыворотки)

В ходе работы установлено, что при ферментации сыворотки требуемая кислотность 140°T получена менее чем за 24ч, и не зависит от среды активизации БК, то есть для ферментации сыворотки можно использовать все исследуемые среды активизации. При этом расход БК сокращается по сравнению со способом непосредственного внесения БК сразу в сыворотку без его активизации, однако он выше по сравнению с молоком.

На третьем этапе работы, с целью установления значимых факторов и оптимизации процесса ферментации различных видов сыворотки, спланирован четырехфакторный эксперимент с варьируемыми факторами, представленными в таблице 2. При этом предельная титруемая кислотность ферментируемой сыворотки составляла 140°T (Y1 – подсырная, Y2 – термокислотная, Y3 – творожная, Y4 – смесь термокислотной и творожной (1:1)).

Таблица 2 - Пределы варьирования факторов эксперимента

Уровни варьирования факторов эксперимента	Пределы варьирования факторов			
	Продолжительность ферментации, ч (X ₁)	Доза БК, Е.А./100л (X ₂)	Исходная сыворотка	
			кислотность, °Т (X ₃)	массовая доля лактозы, % (X ₄)
Подсырная сыворотка				
Верхний уровень	36	750	25	5,50
Нижний уровень	12	250	15	4,50
Основной уровень	24	500	20	5,00
Интервал варьирования	12	250	5	0,50
Термокислотная сыворотка				
Верхний уровень	36	750	30	5,50
Нижний уровень	12	250	20	4,00
Основной уровень	24	500	25	4,75
Интервал варьирования	12	250	5	0,75
Творожная сыворотка				
Верхний уровень	36	750	80	3,50
Нижний уровень	12	250	50	2,50
Основной уровень	24	500	65	3,00
Интервал варьирования	12	250	15	0,50
Смесь термокислотной и творожной сыворотки				
Верхний уровень	36	750	50	4,50
Нижний уровень	12	250	30	3,50
Основной уровень	24	500	40	4,00
Интервал варьирования	12	250	10	0,50

По результатам эксперимента были построены математические модели, которые позволили установить влияние исходной кислотности и массовой доли лактозы на процесс ферментации сыворотки. Так, кислотность сыворотки практически не оказывает влияния на процесс ферментации сыворотки, за исключением творожной. Причем если для ферментации взята творожная сыворотка кислотностью выше 76 °Т, в исследуемом интервале времени конечной кислотности 140 °Т достичь невозможно, что связано с угнетающим действием на микроорганизмы закваски молочной кислоты (рис. 3). Массовая же доля лактозы в сыворотке не оказывает влияния на процесс ферментации всех исследуемых видов сыворотки.

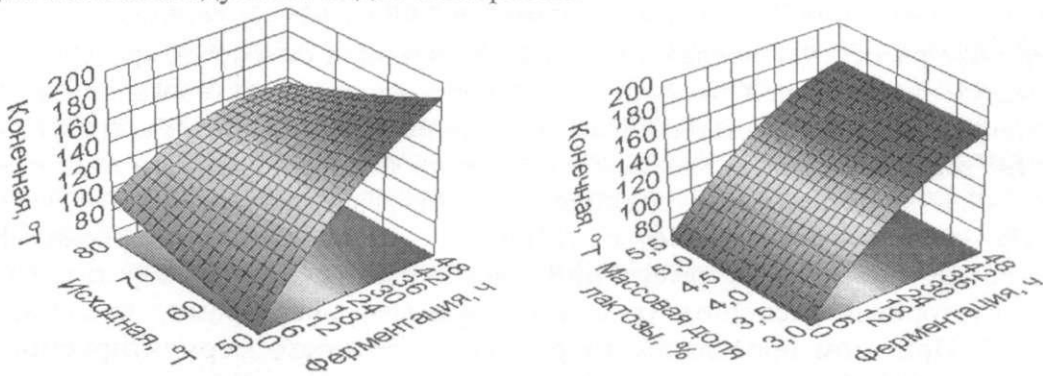


Рисунок 3 – Влияние исходной кислотности и массовой доли лактозы творожной сыворотки на процесс ее ферментации

На основании данных эксперимента получены математические зависимости (табл. 3), которые позволяют оптимизировать процесс ферментации сыворотки в зависимости от потребности производства: или экономить БК и соответственно рассчитывать при этом

продолжительность ферментации, или ферментировать сыворотку за короткий период времени, но при этом увеличивать дозу БК.

Таблица 3 - Уравнения регрессии процесса ферментации различных видов молочной сыворотки

Сыворотка	Уравнение регрессии
Подсырная	$Y_1 = 129,34 + 5,54 X_1 - 0,08 X_1^2 - 5,82 X_2 - 5,55 X_3 + 0,38 X_2 X_3$
Термокислотная	$Y_2 = 100,41 + 2,71 X_1 - 0,06 X_1^2 - 5,01 X_2 - 0,09 X_3 + 0,07 X_1 X_2 + 0,06 X_1 X_3 + 0,19 X_2 X_3$
Творожная	$Y_3 = -16,96 + 7,25 X_1 - 0,03 X_1^2 + 7,12 X_2 - 0,01 X_3^2 - 0,06 X_1 X_3 - 0,07 X_2 X_3$
Смесь термокислотной и творожной (1:1)	$Y_4 = 4,76 + 6,14 X_1 - 0,06 X_1^2 + 3,83 X_2 - 0,09 X_1 X_2$

Заключение

Установлено, что применение БК ацидофильной палочки для ферментации сыворотки-коагулянта до кислотности 140°Т без его активизации приводит к удлинению процесса ферментации до 48ч и существенному расходу БК (5000 Е.А./100л). Процесс ферментации сыворотки существенно ускоряется, если применять активизацию БК с использованием в качестве среды активизации, помимо молока и физраствора, и других сред: воды питьевой, водных растворов лактозы и лактулозы, а также сыворотки, при этом продолжительность ферментации составляет 24 ч и менее, а расход активизированного БК ацидофильной палочки сокращается до 10 раз по сравнению с применением БК без активизации. При этом на процесс ферментации различных видов молочной сыворотки не оказывают влияния массовая доля лактозы в сыворотке и ее исходная кислотность, за исключением творожной сыворотки.

Литература

- 1 Сыры мягкие без созревания. Технические условия. ТУ РБ 00028493-96. - Введ. 05.01.97. - Минск: ГП «БелНИКТИММП», 1996. - 22с.
- 2 Сыр мягкий «Майский». Технические условия. Извещение №1 об изменении ТУ РБ 700012278.097-2000. - Введ. 15.08.03. - Могилев: Мог. гос. ун-т продовольствия, 2003. - 12с.
- 3 Сыр мягкий «Могилевский». Технические условия. Извещение №1 об изменении ТУ РБ 700036606.048-2003. - Введ. 01.01.06. - Могилев: Мог. гос. ун-т продовольствия, 2005. - 8с.
- 4 Масса сырная «Хуторянка». Технические условия. Извещение №1 об изменении ТУ РБ 700036606.050-2003. - Введ. 17.01.06. - Могилев: Мог. гос. ун-т продовольствия, 2005. - 8с.
- 5 Шингарева, Т.И. Использование производственных заквасок и бакконцентратов для ферментации молочной сыворотки / Т.И. Шингарева, Т.Л. Шуляк, О.И. Купцова // Сб. науч. тр. по материалам V Междунар. науч.-техн. конф. «Техника и технология пищевых производств» / Мог. гос. ун-т продовольствия, Белорус. гос. концерн пищ. пром-сти «БЕЛГОСПИЩЕПРОМ»; редкол.: Т.С. Хасаншин [и др.]. - Могилев: МГУ им. А.А. Кулешова, 2005. - С. 42-43.
- 6 Технологическая инструкция по применению концентрата бактериального сухого ацидофильной палочки для производства молочных продуктов: утв. Правлением УП «БелНИКТИММП» 01. 08. 2002. - Минск: БелНИКТИММП, 2002. - 2с.
- 7 Технологическая инструкция по приготовлению и применению заквасок для кисломолочных продуктов на предприятиях молочной промышленности (взамен инструкции по приготовлению и применению заквасок для кисломолочных продуктов на предприятиях молочной промышленности, утвержденной Минсельхозпродом Республики Беларусь 1.01.95г.): утв. Управлением продовольствия Минсельхозпродом Республики Беларусь 01. 04. 2000. - Минск: БелНИКТИММП, 2000. - 26с.
- 8 Шингарева, Т.И. Исследование процесса ферментации молочной сыворотки / Т.И. Шингарева, О.И. Купцова // Хранение и переработка сельхозсырья. - 2006.-№1.- С. 28-31.

Поступила в редакцию 30.05.2006