

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА СОЗРЕВАНИЯ СЫРОВ

Ключевые слова: *молокозвертывающие ферментные препараты, прегастральная липаза, липолические процессы, интенсификация процесса созревания, качество сыра.*

В рационе здорового питания важное место занимают сыры, являющиеся продуктом сложной биотехнологической переработки молока, вследствие которой происходит концентрация его основных компонентов с последующей их ферментацией. Обладая уникальными пищевыми и биологическими свойствами, сыр становится одной из основных составных частей рациона питания всех категорий населения. В первую очередь возрастающим спросом пользуются классические натуральные сыры, имеющие хорошо развитый, правильный рисунок, пластичную консистенцию, выраженный, характерный для каждого вида сыра вкус и аромат. Выпуск продукции высокого качества – залог успешной работы любого предприятия [1].

Значительный объем производства на отечественных сыродельных предприятиях занимает выработка полутвердых сыров. Причем в ассортименте основные позиции занимают сыры с низкой температурой второго нагревания, созревающие от 30 до 75 суток. Такой длительный цикл производства приводит к замораживанию денежных средств предприятия, что ухудшает его экономическое состояние. Поэтому проблема ускорения созревания сыров является актуальной. Выработка сыров с непродолжительным сроком созревания при сохранении органолептических показателей продукта позволит увеличить объемы их производства и улучшить экономические показатели предприятий.

Созревание продукта в технологии производства полутвердых натуральных сыров занимает одно из основных мест. Созревание – это длительный процесс, во время которого часть составных компонентов молока претерпевает глубокие

изменения, приводящие к формированию органолептических показателей продукта. Общими признаками созревания сыров являются: протеолиз белков до полипептидов и аминокислот, гидролиз молочного жира до свободных жирных кислот, окисление продуктов протеолиза и липолиза до карбонильных соединений и многочисленные другие реакции, которые связаны с формированием качественных показателей продукта.

Одним из важнейших элементов технологии производства натуральных сыров является преобразование молочной смеси в сгусток под действием сычужного фермента. Протеолиз под действием химозина вызывает начальное размягчение структуры сырного теста, дальнейшее ее изменение происходит в результате комбинированного воздействия молокозвертывающих ферментов и протеиназной системы заквасочной микрофлоры [2, 3]. В зависимости от используемого молокозвертывающего ферментного препарата можно получать сыры, различные по интенсивности и типу протеолиза, консистенции, процессу созревания и качеству.

Молочный жир наряду с казеином является одним из компонентов сыра и в зависимости от вида его содержание, чаще всего, составляет 40-50%. Липолитические процессы наряду с протеолизом относятся к ключевым биохимическим реакциям в созревающем сыре [4]. Появление коммерческих препаратов липаз на отечественном рынке открыло возможность влиять на формирование органолептических показателей и видовых особенностей сыров, продолжительность их созревания.

Активизация липолитических и протеолитических процессов способствует интенсификации созревания полутвердых сыров. Оптимальный процесс созревания сыров и формирование необходимых органолептических показателей можно обеспечить путем подбора необходимого спектра ферментных препаратов.

Нами были проведены исследования особенностей гидролиза казеина под влиянием различных композиций МФП, влияния прегастральной липазы телят на интенсификацию липолитических процессов и формирование органолептических показателей в сырах, формуемых насыпью. Сыры вырабатывали из пастеризованного молока по действующей нормативно-технической документации на ООО «Экспериментальный сыродельный завод» (Барнаул) с применением в качестве молокосвертывающего препарата сычужного фермента (Calf rennet Clerici 96/4, Италия) и смесевой композиции, содержащей химозин и пепсин с соотношением 1:1 (Clerici 50/50, Италия). В смесь для выработки экспериментальных сыров (опыт) дополнительно вносился препарат прегастральной липазы телят Calf lipase производства фирмы «Caglificio Clerici SPA» (Италия) [5]. При выработке контрольных вариантов сыров липаза не применялась.

Анализ липидных компонентов сыров производили методом одномерной восходящей тонкослойной хроматографии, содержание летучих жирных кислот определяли методом дистилляции [4, 6]. Относительный состав азотистых фракций производили методом Къельдаля [6]. Органолептическая оценка контрольных и опытных сыров проводилась после 30 суток их созревания комиссией, состоящей из специалистов СибНИИ сыроделия и ООО «Экспериментальный сыродельный завод».

Основным показателем созревания сыра, степени его зрелости, а также отражением протеолитических процессов является растворимый азот и его фракции. Доля азотистых веществ, принадлежащих к растворимым соединениям, в процессе созревания сыра непрерывно увеличивается (табл. 1).

К тридцатидневному возрасту накопление общего растворимого азота в сырах, при выработке которых использовали смесевую композицию 50/50, проходило более интенсивно по сравнению с сырами, выработанными с использованием препаратов сычужного фермента. При этом содержание общего растворимого азота в этих сырах было выше приблизительно на 12% (табл. 1).

Известно, что в процессе созревания сыров параказеин подвергается ферментативному распаду, и, в зависимости от

вида сыра, до 60% его может переводиться в растворимую форму.

В силу своих функциональных особенностей фракция небелкового азота, содержащая низкомолекулярные пептиды, представляет большой интерес. Так, в исследуемых сырах прослеживается зависимость накопления небелкового азота от доли пепсина в составе использованного при выработке сыра молокосвертывающего фермента. Содержание этой фракции в сырах, выработанных при использовании сычужного фермента, было ниже приблизительно на 22% по сравнению с сырами, при выработке которых использовали смесевую композицию 50/50 (табл. 1).

Интересно отметить, что в сырах, при выработке которых применялась прегастральная липаза телят, отмечалась тенденция к более интенсивному гидролизу растворимого белка и пептидов. Может ли быть эта тенденция результатом действия липазы на липопротеиновые компоненты молока или ответной реакцией усиления метаболизма микрофлоры сыров на продукты липидного обмена, образующихся при действии прегастральной липазы, или реакцией на неизбежные небольшие отличия в физико-химических показателях при выработке сыра, пока сказать трудно. По крайней мере, существование определенной зависимости между липазной и протеолитической активностями было показано М.С. Уманским при исследовании бактериальных заквасок с различной липолитической активностью. Высказано предположение, что это может быть связано с возможной комплементарностью протеолитических и липолитических ферментов, как продуктов микробного биосинтеза. Так, в сырах с энергичным гидролизом триацилглицеринов отмечалось наличие более активных протеолитических процессов. В них содержалось больше низкомолекулярных азотистых соединений и свободных аминокислот, что является следствием более интенсивного гидролиза белка [4].

Увеличение содержания фракции небелкового азота в сырах, при выработке которых применяли сычужный фермент и липазу, составляло 16,7%, в сырах со смесевой композицией 50/50 и липазой 14,3%, по сравнению с образцами, выработанными без добавления прегастральной липазы (табл. 1).

Содержание фракций азота в контрольных и опытных сырах

Ферментная композиция		Содержание азота, % от общего				
		общий растворимый	растворимых белков	небелковый	полипептидов	аминокислот, аминов и аммиака
Clerici 96/4	Опыт	16,90	8,43	8,47	5,08	3,39
	Контроль	16,95	6,78	10,17	5,08	5,09
Clerici 50/50	Опыт	18,97	8,63	10,34	1,72	8,62
	Контроль	18,97	6,91	12,06	1,72	10,34

В зависимости от типа использованного препарата спектр образуемых фрагментов изменяется в сторону накопления более низкомолекулярных продуктов. Количество азота свободных аминокислот и аммиака дают представление о глубине и степени протеолиза. Установлено, что в процессе созревания сыров непрерывно увеличивается суммарное количество аминокислот [2, 7].

В накоплении аминного азота в период созревания наблюдалась прямая зависимость интенсивности протеолитических процессов от доли пепсина, входящего в состав молокосвертывающего фермента.

Молочнокислые бактерии имеют ограниченный набор протеолитических ферментов, находящихся внутри клетки, большая часть этих ферментов является вводимыми и синтезируется в клетке по мере необходимости и при наличии соответствующего субстрата. Поэтому при расширении спектра низкомолекулярных продуктов протеолиза под действием молокосвертывающего ферментного препарата, содержащего в своем составе высокую долю пепсина, становится очевидной возможность усиления микробиологических процессов. Эта возможность возникает в связи с появлением легкодоступного для бактериальной клетки азотистого питания в виде низкомолекулярных пептидов. За счет изменения конструктивного обмена в клетках развивающихся в сырной массе молочнокислых бактерий и синтеза ими дополнительных протеолитических ферментов интенсифицируются про-

теолитические процессы в сыре [2]. Под воздействием аминопептидаз, синтезируемых молочнокислой микрофлорой, происходит непрерывный рост азота свободных аминокислот.

Наиболее интенсивное накопление азота аминокислот наблюдалось в сырах, выработанных с использованием смеси композиции 50/50. Содержание этой фракции было выше на 70% по сравнению с сырами, выработанными с применением сычужного фермента (табл. 1).

Накопление фракции свободных аминокислот также протекало более интенсивно в сырах, выработанных с прегастральной липазой. Прирост этой фракции при использовании смеси композиции 50/50 составил 16,6%, сычужного фермента – 33,4% по сравнению с сырами, выработанными без применения липазы (табл. 1).

Тенденция к более глубоким преобразованиям азотистых соединений в сырах сопровождалась улучшением органолептических характеристик продукта (табл. 2). Так, сыры, выработанные с применением смеси композиции 50/50 с добавлением прегастральной липазы, имели более выраженный сливочный, пряный вкус по сравнению с сырами, выработанными с использованием сычужного фермента.

По сравнению с контрольными сыры, выработанные с добавлением прегастральной липазы, обладали более выраженным, чистым, сливочным, слегка пряным вкусом и эластичной консистенцией.

Таблица 2

Органолептическая оценка зрелых сыров, баллы

Показатели	Варианты сыров			
	Calf rennet Clerici 96/4		Clerici 50/50	
	опыт	контроль	опыт	контроль
Вкус и запах	44,0	41,0	45,0	42,0
Консистенция	25,0	22,0	25,0	22,5
Рисунок	10,0	10,0	10,0	10,0
Цвет и упаковка (условно)	20,0	20,0	20,0	20,0
Общий балл	99,0	93,0	99,5	94,5

Отмеченные отличия в органолептических показателях сыров могут быть связаны с более активным гидролизом липидных компонентов в опытных образцах, выработанных с применением липазы (табл. 3).

В опытных сырах, выработанных с применением мококвертывающего фермента с высоким содержанием химозина, относительное увеличение деградации триацилглицеринов по сравнению с контролем составило около 12%. При этом в результате более активного гидролиза липидных компонентов повышалось содержание в них моно- и 1,2-диацилглицеринов на 12%, а свободных жирных кислот с 1,3-диацилглицеринами – на 28%. Важно отметить, что накапливающиеся наряду со свободными жирными кислотами диацилглицерины играют роль пластификаторов и влияют на формирование консистенции в сыре.

Подобная направленность липолиза наблюдалась и в сырах, выработанных с применением смеси композиций 50/50. Эти сыры также характеризовались более высоким содержанием моно- и 1,2-диацилглицеринов, а также свободных жирных кислот с 1,3-диацилглицеринами. Накопление этих фракций, по сравнению с контрольными сырами, было выше на 6,2 и 33,6% соответственно.

Для характеристики глубины липолитических изменений в сырах нами был рас-

считан предложенный М.С. Уманским коэффициент липолиза (K_n), представляющий собой отношение суммарного процентного содержания продуктов гидролиза липидных компонентов к суммарному процентному содержанию омыляемых липидных компонентов [4].

Высокие значения коэффициента липолиза в опытных сырах свидетельствуют о более интенсивном процессе гидролиза в них сложных липидов. Так, для сыров, выработанных с применением сычужного фермента и липазы, K_n составил 0,47, смеси композиций 50/50 и липазы – 0,46, для контрольных сыров он находился на уровне 0,36 и 0,37 соответственно.

Добавление липазы способствовало увеличению в опытных сырах на 8,9-10,3% содержания летучих жирных кислот (табл. 4).

Действие прегастральной липазы телянка направлено на преимущественное высвобождение из сложных липидных компонентов молочного жира летучих низкомолекулярных жирных кислот $C_4 - C_{10}$.

Учитывая то, что свободные жирные кислоты, являясь компонентами вкуса и аромата, принимают участие в метаболизме и дают начало синтезу ряда вкусовых и ароматических соединений, это, наряду с другими продуктами липолиза, оказало положительное влияние на формирование органолептических показателей сыров [4, 8].

Таблица 3

Содержание липидных фракций в контрольных и опытных сырах, % к общему содержанию липидов

Фракции липидов	Clerici 96/4		Clerici 50/50	
	опыт	контроль	опыт	контроль
Фосфолипиды	3,9	3,5	3,9	3,6
Моно + 1,2 диацилглицерины	9,2	8,1	9,7	9,1
Стерины + неидентифицированная фракция	9,7	8,8	12,2	10,4
Свободные жирные кислоты + 1,3 диацилглицерины	13,1	9,4	11,3	7,5
Триацилглицерины	54,2	61,6	55,8	61,9
Стериды + углеводороды	9,9	8,6	7,1	7,5
Коэффициент липолиза, K_n	0,47	0,36	0,46	0,37

Таблица 4

Содержание летучих жирных кислот в исследуемых сырах

Варианты сыров	Содержание летучих жирных кислот, мг%
Calf rennet Clerici 96/4	
Опыт	56,4
Контроль	50,6
Clerici 50/50	
Опыт	59,2
Контроль	54,0

Выводы

Приведенные данные показывают, что под влиянием молокосвертывающих ферментных препаратов с высоким содержанием пепсина происходит активизация гидролиза казеина. Под влиянием прегастральной липазы теленка происходит активизация процессов гидролиза сложных липидов, увеличивается содержание промежуточных продуктов гидролиза липидных компонентов, летучих жирных кислот в сырах. Кроме того, добавление прегастральной липазы также способствует интенсификации протеолитических реакций в сыре. Данные процессы оказывают положительное влияние на формирование органолептических показателей сыров.

Становится очевидным, что благодаря специальному подбору композиций ферментных препаратов открывается возможность направленного воздействия на процесс созревания и формирование органолептических показателей сыра.

Библиографический список

1. Золотухин Н.Г. Разработка технологии сыров с сокращенным сроком созревания / Н.Г. Золотухин // Молочная промышленность Сибири: VI Междунар. выставка-ярмарка «Алтайская нива. Алтайагротех» (г. Барнаул, 24-26 ноября 1999 г.). – Барнаул, 1999. – С. 36-37.

2. Белов А.Н. К вопросу о роли молокосвертывающих ферментных препаратов в процессах, связанных с производством и созреванием сыра / А.Н. Белов, А.Д. Коваль, В.В. Ельчанинов // Современные проблемы техники и технологии переработки молока: сб. СибНИИС. – 2005. – С. 141-149.

3. Ларичев О.В. Влияние ферментов на качество сыров / О.В. Ларичев // Сыроделие и маслоделие. – 2003. – № 3. – С. 22-23.

4. Уманский М.С. Селективный липолиз в биотехнологии сыра / М.С. Уманский. – Барнаул, 2000. – 245 с.

5. Патент РФ №2346450 Способ производства сыра.

6. Инихов Г.С. Методы анализа молока и молочных продуктов / Г.С. Инихов, Н.П. Брио. – М.: Пищепромиздат, 1971. – 422 с.

7. Кузнецов В.В. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. Т. 3. Сыры / В.В. Кузнецов, Г.Г. Шиллер; под ред. Г.Г. Шиллера. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 512 с.

8. Кригер А.В. Влияние прегастральной липазы на созревание сыра / А.В. Кригер, А.Н. Белов // Сыроделие и маслоделие. – 2010. – № 2. – С. 34-35.

