

√ — ||

~

(~ — — —) / — ||

©МГУП

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА СЫРА

Е. О. РЫЛЬКОВА, Т. И. ШИНГАРЕВА

The opportunity of increase of a temperature range and duration of process of ripening of the milk used for manufacture of cheeses is investigated. Research of influence of various factors on properties rennet clots are carried out. The opportunity of economy milk coagulating enzymes of a microbic origin - "Maxiren" on qualitative characteristics of cheese clots is considered. Influence of temperature of renneting and a kind milk coagulating enzymes on rheology properties of clots is investigated, the comparative analysis with calf rennet is carried out

Ключевые слова: молоко, созревание, сгусток, показатели, сыр

В настоящий период сыроделы при предварительной подготовке молока к выработке натуральных сыров все чаще отходят от применения созревания сырого молока или молока прошедшего термиза-

цию с добавлением или без добавления бактериальной закваски. Актуальным сегодня является применение новых способов предварительной подготовки молока к выработке сыра, позволяющим снизить бактериальную обсемененность молока и частично инактивировать развитие нежелательной микрофлоры, в частности психротрофной. К этим способам относят термизацию в сочетании с бактофугированием, применяемым перед созреванием молока.

Среди многообразия применяемых коагулянтов – молокосвертывающих ферментных препаратов (далее МСФП) представляют интерес МСФП микробного происхождения, включая коагулянты, полученные на основе методов генной инженерии. Благодаря своим свойствам и протеолитической активности, МСФП позволяют получать сыры с высокими качественными характеристиками, при этом их стоимость, по сравнению с классическим сычужным ферментом, значительно ниже. Следовательно, применение таких препаратов является перспективным при производстве сыров, а исследование особенностей их применения – актуальным. Немаловажна еще и другая сторона, касающаяся коагулянтов. В Республике Беларусь не производят собственных МСФП, а все поступающие – импортируются из различных стран, как России (в основном животного происхождения: сычужный порошок и/или его аналоги), так и стран европейского содружества.

Исходя из вышеизложенного, целью работы явилось совершенствование традиционной технологии, направленной на получение конкурентоспособных сыров.

Для достижения поставленной цели определены приведенные ниже задачи:

- совершенствование процессов подготовки молока к выработке сыра.
- изучение влияния температуры свертывания на реологические свойства сычужных сгустков.
- изучение влияния значимых факторов на свойства сычужного сгустка и синерзис, а также возможности экономии МСФП.

Для решения задач, поставленных в данной работе, были выполнены исследования в лабораторных условиях учреждения образования «Могилевский государственный университет продовольствия» и производственных условиях ОАО «Бабушкина крынка».

Объектами исследований являлись: молоко цельное сырое, молоко цельное после термизации и бактофугирования; молоко обезжиренное, восстановленное (массовая доля сухих веществ – 10 %, титруемая кислотность 18–20 °Т); молокосвертывающий ферментный препарат «Maxiren» (рекомбинантный химозин); хлористый кальций (45 г безводной соли на 100 кг молока); сыворотка подсырная; ферментативный сыр типа российского.

При определении физико-химических свойств и микробиологических показателей исследуемых образцов применяли стандартные и общепринятые в молочной промышленности методы исследования. При этом в сычужных сгустках определяли активную вязкость на вискозиметре HAAKE Viscotester 6 plus [1]; прочность сгустка на приборе Алемана [2]; степень отделения сыворотки – визуально по объему выделившейся сыворотки в фиксируемые промежутки времени.

Системных исследований, связанных с изменениями в способах предварительной подготовки молока, недостаточно. Поэтому первый этап работы посвящен изучению влияния предварительной обработки молока для выработки сыра на микробиологические показатели молока, прошедшего созревание.

Анализировалось молоко, проходившее созревание в сыром виде (образец 1) и молоко, предварительно подвергнутое термизации и бактофугированию (образец 2). При этом молоко направлялось на созревание при 6 °С и 12 °С, в течение 1 ч, 24 ч, 72 ч. Результаты исследований представлены в *таблице 1*.

Таблица 1. Результаты микробиологического исследования молока

Вид молока	Продолжительность созревания, ч	Температура созревания, °С	Титруемая кислотность через 72 ч, °Т	Микрофлора молока после созревания		
				КМАФАнМ, 10 ³ КОЕ/г	Психротрофные м.о., 10 ³ КОЕ/г	Количество спор маслянокислых бактерий, в 1 см ³
Сырое молоко	6	-	-	624	1,60	5
Молоко, прошедшее термизацию и бактофугирование	1	12	18,00	60	-	-
	24	12	18,50	107	-	-
	72	12	21,00	135	-	-
	24	6	18,00	93	0,08	-
	72	6	19,00	91	0,3	-

Таблица 2. Влияние температуры на реологические характеристики свертывания молока при применении МСФП «Maxigen»

Температура свертывания, °С	Вязкость молока, Па·с·10 ³		$\Delta\eta = \eta_{гс} - \eta_{ок}$	Продолжительность, мин			$\sum \tau = \tau_{ок} + \tau_{кт} + \tau_{гс}$	$\frac{\tau_{ок}}{\sum \tau} \cdot 100\%$	$\frac{\tau_{кт}}{\sum \tau} \cdot 100\%$	$\frac{\tau_{гс}}{\sum \tau} \cdot 100\%$
	в индукционный период, $\eta_{ок}$	на стадии метастабильного равновесия, $\eta_{гс}$		индукционного периода $\tau_{ок}$	стадии флуктуаций, $\tau_{кт}$	стадии метастабильного геля $\tau_{гс}$				
32	1,60	17,30	15,70	11,0	7,0	3,0	21,0	52,38	33,33	14,29
36	0,90	6,80	5,90	7,0	5,0	3,0	15,0	46,67	33,33	20,00
40	0,55	2,53	1,98	9,0	3,0	4,0	16,0	56,25	18,75	25,00
42	0,70	2,90	2,20	5,0	3,0	3,0	11,0	45,45	27,27	27,27
44	1,00	5,40	4,40	9,0	3,0	4,0	16,0	56,25	18,75	25,00

Таким образом, по результатам собственных исследований выявлено, что проведение термизации и бактофугирования молока позволяет снизить общую бактериальную обсемененность молока на один порядок, при этом исключить маслянокислую микрофлору и свести к минимуму психротрофную. С другой стороны, видно, что при созревании молока после бактофугирования и термизации при температурах 6 °С и 12 °С в течение 24 ч титруемая кислотность сохраняется на одном уровне. Это делает возможным расширить диапазон созревания сыропригодного молока в пределах 6–12 °С в течение от 1 до 24 ч.

Молокосвертывающие ферменты микробного происхождения, в отличие от сычужного порошка, на сегодняшний день изучены не так глубоко. Поэтому второй этап работы посвящен изучению реологических показателей сычужной коагуляции молока с применением молокосвертывающего фермента микробного происхождения на примере МСФП «Maxigen». Результаты исследований приведены в таблице 2.

Определено, что при применении МСФП «Maxigen» при температуре 40–42 °С отмечается сокращение продолжительности свертывания в 1,91 раза по отношению к продолжительности свертывания при температуре 32 °С, при этом вдвое сокращается длительность индукционного периода и стадии флуктуации. Повышение температуры выше 42 °С приводит к снижению свертывающей способности коагулянта «Maxigen». Установленные зависимости аналогичны сычужному порошку - коагулянту животного происхождения, традиционно используемому в классической сыроделии для получения сычужных сыров.

Далее в работе были проведены исследования, посвященные изучению влияния значимых факторов на прочность сычужного сгустка, интенсивность синерезиса и потерю сухих веществ в сыворотку с использованием в качестве коагулянта МСФП микробного происхождения типа «Maxigen». При этом варьировали стадию внесения хлористого кальция, дозу и стадию внесения МСФП. Кроме того МСФП вносили как в неразбавленном, так и в разбавленном виде.

В качестве сырья применялось восстановленное обезжиренное молоко с массовой долей сухих веществ 10 %. Это позволило исключить погрешность при проведении эксперимента, обусловленную неоднородностью сырья. Восстановленное молоко хранили при 4 °С. Эксперимент осуществлялся на модели, представляющей собой 500 мл молока.

В связи с применением восстановленного молока, которое, в сравнении с натуральным имеет меньшую концентрацию солей кальция, во всех исследуемых образцах на стадии свертывания вносили хлористый кальций из расчета 45 г на 100 кг молока.

Таким образом, в качестве изучаемых образцов были приняты следующие.

Опыт 1 – образец молока, в который последовательно вносили закваску, хлористый кальций, после чего осуществляли выдержку в течение 15 мин, а затем вносили МСФП – далее в течение 30 мин проводилось свертывание.

Опыт 2 – аналог образца «опыт 1», однако доза МСФП была снижена на 5 %.

Для снижения себестоимости сыров важным аспектом является экономия МСФП. Известно, что процесс сычужной коагуляции включает ферментативную стадию и коагуляционную [3]. В ходе ферментативной стадии явной коагуляции молочных белков не происходит. Ранее в нашем вузе применительно к мягким сырам проводились исследования, выявившие возможность внесения МСФП в две стадии [4, 5]. При этом первая часть коагулянта вносилась при температуре 26 °С, из расчета обеспе-

чения протекания только ферментативной стадии. Поэтому в данных исследованиях также было принято решение вносить коагулянт в два приема, но по 40 % в каждой.

Опыт 3 – образец молока, в который также последовательно вносили закваску, хлористый кальций – первую часть (40 %) МСФП, после чего осуществляли выдержку в течение 15 мин, а затем вносили еще вторую часть (40 %) МСФП, далее в течение 30 мин проводилось свертывание.

Опыт 4 – аналогичен опыту 3, но проводился он для определения того, на какой стадии целесообразнее вносить хлористый кальций: до МСФП или после. Поэтому опыт 4 – образец молока, в который последовательно вносили закваску – первую часть (40 %) МСФП, после чего осуществляли выдержку в течение 15 мин, а затем вносили хлористый кальций и еще вторую часть (40 %) МСФП, далее в течение 30 мин осуществлялось свертывание.

Следует отметить, что в опытах выдержка 15 мин – это время аналогичное времени заполнения резервуара молоком, что не удлиняет технологический процесс варки сыров.

В ходе исследований опытные образцы анализировали с контрольными. При этом в **контроле 1** МСФП вносили в разбавленном виде в соотношении 1:10 (из расчета 3,5 мл на 100 кг молока), а в **контроле 2** – в виде концентрата, то есть без разбавления.

Во всех образцах после окончания процесса коагуляции проверялась прочность сгустков с помощью прибора подобного прибору Алемана, а затем моделировался процесс синерезиса и замерялось количество сыворотки выделившейся через 5, 10, 15, 30 мин. Также измерялась плотность сыворотки, и определялась массовая доля сухих веществ (%).

Сравнительные данные исследуемых параметров представлены, соответственно на рисунках 1, 2. Результаты исследований плотности сыворотки и массовой доли сухих веществ полученной сыворотки представлены в *таблице 3*.

Анализируя полученные результаты измерений, определено, что наибольшее значение прочности имеет сгусток в опыте 3, несколько уступает ему опыт 1; близкое значение к образцу «контроль 1» имеет образец опыта 2, к образцу «контроль 2» – опыт 4. При этом потери сухих веществ в сыворотку максимальны в опыте 1, но они находятся на уровне контрольных образцов, немного превышая их. Одинаковый уровень потерь сухих веществ в сыворотку наблюдается в образцах опыта 2 и опыта 3, при этом он несколько меньше контрольных. Минимальный уровень потерь сухих веществ в сыворотку наблюдается в опыте 4. Резюмируя вышесказанное, из всех опытов по исследуемым характеристикам наиболее близок к контрольному образцу «контроль 2» опыт 4.

Таблица 3. Влияние стадии внесения хлористого кальция и МСФП, дозы МСФП на свойства сычужных сгустков, интенсивность синерезиса и потери сухих веществ в сыворотку

Показатели	Контроль 1	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3	Опыт 4	Контроль 2
Плотность сыворотки, кг/м ³	1024,5	1025	1024	1024	1023	1024,8
Массовая доля сухих веществ сыворотки, %	6,63	6,75	6,50	6,50	6,25	6,70

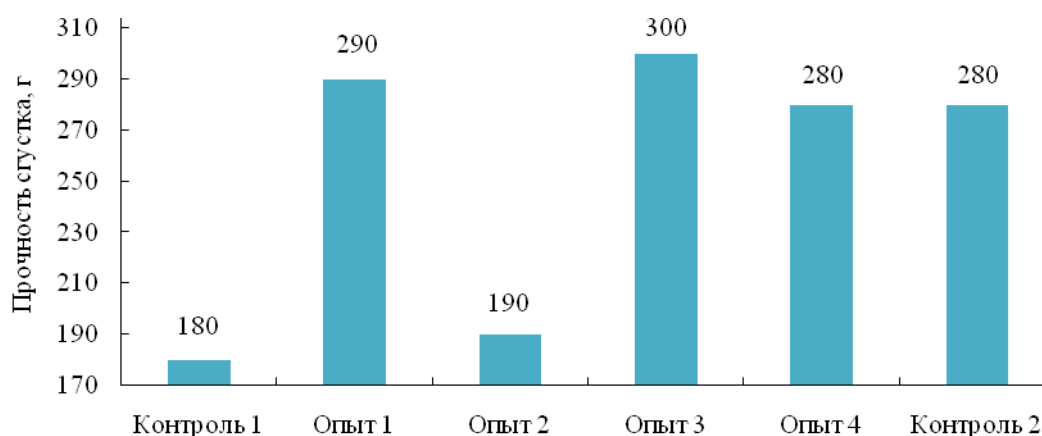


Рис. 1. Влияние стадии внесения хлористого кальция и МСФП, дозы МСФП на прочность сгустков

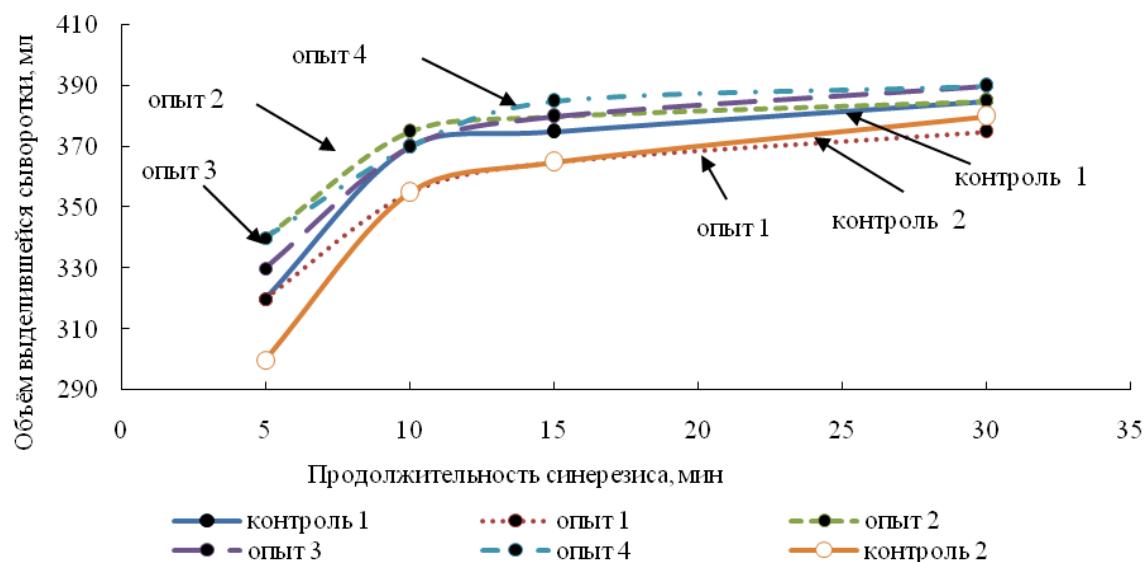


Рис. 2. Влияние стадии внесения хлористого кальция, МСФП на интенсивность синерезиса

Таким образом, установлено, что МСФП целесообразно вносить не в одну стадию, что характерно для традиционного сыроделия, а в две, причем, как в разбавленном, так и неразбавленном виде. При этом первая часть МСФП вносится в процессе заполнения сыроизготовителя молоком вместе с бактериальной закваской, хлористым кальцием, но не позднее 15 мин до окончания заполнения. Затем вносится вторая часть МСФП и осуществляется свертывание смеси при параметрах температуры и продолжительности, соответствующих традиционным технологиям сыров. Такой способ внесения МСФП позволяет получить экономию МСФП на 20 %.

Выводы

Проведение термизации и бактофугирования молока на стадии предварительной подготовки молока перед выработкой сыра позволяет снизить общую бактериальную обсемененность молока на один порядок, при этом исключить маслянокислую микрофлору и свести к минимуму психротрофную. При созревании молока после бактофугирования и термизации при температурах 6 °С и 12 °С в течение 24 ч титруемая кислотность сохраняется на одном уровне. Это делает возможным расширить диапазон созревания сыропригодного молока в пределах 6–12 °С в течение от 1 до 24 ч.

МСФП целесообразно вносить не в одну стадию, что характерно для традиционного сыроделия, а в две, причем, как в разбавленном, так и неразбавленном виде. При этом первая часть МСФП вносится в процессе заполнения сыроизготовителя молоком, имеющем температуру свертывания, но не позднее 15 мин до окончания процесса заполнения. Затем вносится вторая часть МСФП и осуществляется свертывание смеси в стандартном режиме, характерном для традиционного сыроделия. В результате такой способ внесения МСФП позволяет получить экономию МСФП на 20 %.

Литература

1. Руководство по эксплуатации HAAKE Viskotester 6L/R plus. Вискозиметры VT6/7 модификации L и R – Electron corporation. – 2005. – 28 с.
2. Storry E. Development of coagulum firmness in rennet milk – a two-phase process. / E. Storry // Dairy Research. – 1982. – №2. – Р. 49.
3. Гудков А.В. Сыроделие: технологические и физико - химические аспекты / Под редакцией С.А. Гудкова. - М.: Дели-принт, 2003. - 800 с.
4. Шингарева Т.И. Производство сыра: учебное пособие для студентов высших учебных заведений по специальности «Технология хранения и переработки животного сырья» / Т.И. Шингарева, Р.И. Раманаускас. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – 384 с.
5. Красоцкий С.В. Технология производства мягкого сычужного сыра без созревания с применением бактериальных заквасок прямого внесения / автореф. дис. канд. техн. наук / С.В. Красоцкий. – Могилев, 2009. – 28 с.