

ТЕХНОЛОГИЯ ТВОРОГА НА ОСНОВЕ КИСЛОТНОЙ КОАГУЛЯЦИИ БЕЛКОВ МОЛОКА С ПРИМЕНЕНИЕМ ХЛОРИДА КАЛЬЦИЯ И ТРАНСГЛЮТАМИНАЗЫ

О. И. Скокова, А. И. Пачковский, Ю. Ю. Чеканова

Исследовано совместное применение высокотемпературной обработки молока, хлорида кальция и трансглутаминазы при производстве творога на основе кислотной коагуляции белков молока. Показана целесообразность применения фермента трансглутаминазы при производстве творога на основе кислотной коагуляции белков молока для увеличения выхода готового продукта, сокращения сырьевых ресурсов и снижения себестоимости готового продукта. Разработана ресурсосберегающая технология творога на основе кислотной коагуляции молочных белков с применением хлорида кальция и трансглутаминазы.

Введение

В настоящее время в Республике Беларусь на фоне роста цен на закупаемое молоко и сдерживания цен на социально значимые продукты, куда и входит творог, является актуальным разработка новых ресурсосберегающих технологических решений при производстве молочных продуктов, которые позволят снизить их себестоимость и сохранить рентабельность молокоперерабатывающих предприятий на положительном уровне.

Известно, что для обеспечения более полного протекания реакции связывания субмицелл казеина и сывороточных белков и увеличению их степени использования, следует применять высокотемпературную обработку молока с добавлением хлорида кальция, что приводит к увеличению выхода готового продукта и сокращению сырьевых затрат на производство единицы продукции [1, 2]. Однако при этом одной из проблем является низкая степень использования сухих веществ молока при производстве творога, что, в свою очередь, ведет к потере ценных питательных компонентов с молочной сывороткой и ухудшению синергетических свойств творожных сгустков.

Современным направлением в решении вопроса о более полном использовании составных частей молока при производстве творога на основе кислотной коагуляции молочных белков является применение ферментного препарата трансглутаминаза (далее по тексту ТГ). ТГ катализирует реакцию ацильного переноса между γ -карбоксамидной группой глутаминового остатка и ϵ -аминогруппу лизинового остатка пептидов белков молока.

Среди молочных белков казеин является предпочтительным субстратом для ТГ из-за легко доступной, гибкой и открытой структуры полипептидной цепи. Сывороточные белки напротив, имеющие глобулярную структуру, менее подвержены реакции связывания, так как дисульфидные связи стабилизируют глобулярную конформацию, ограничивающую доступность мест связывания. Ферментативное связывание сывороточных белков можно улучшить путем предварительной денатурации, в частности тепловой обработкой. Внесение в молоко ТГ приводит к изменениям физико-химических свойств исходного белкового субстрата, что отражается на таких технологических функциональных свойствах как растворимость, термостабильность, гелеобразующая и эмульгирующая способность, реологические свойства и влагоудерживающая способность, и требует установления рациональных технологических параметров, обеспечивающих максимальное использование в полном объеме всех биологически ценных компонентов молока и позволяющих получить творог, соответствующий требованиям ТНПА.

В связи с этим целью работы явилось исследование применения высокотемпературной обработки молока, хлорида кальция и трансглутаминазы при производстве творога на основе кислотной коагуляции белков молока и разработка ресурсосберегающей технологии производства творога на основе кислотной коагуляции белков молока с применением трансглутаминазы.

Результаты исследований и их обсуждение

Объектами исследования являлись молоко обезжиренное (далее ОБМ), ионизированный кальций в виде водного раствора хлорида кальция 34 %-ной концентрации из расчета 15 г безводной соли на 100 кг молока [1], ферментный препарат трансклотаминаза Kesozym TS 2800G производства компании SternEnzym (Германия) в количестве 0,02 % от массы молока, рекомендованном фирмой-изготовителем. Для производства творога использовали глубокозамороженные бактериальные закваски мезофильных молочнокислых лактококков С-501 производства компании Chr.Hansen (Дания) из расчета 500 единиц активности на 7000 кг молока. Для исследований использовались образцы обезжиренного молока в объеме 400 мл.

Общая технологическая схема изготовления творога при проведении исследований в лабораторных условиях представлена на рисунке 1.

На первом этапе проведения исследований для определения рациональных параметров применения ТГ, выявления стимулирующих и ингибирующих факторов, влияющих на связывающую способность фермента, при производстве творога на основе кислотной коагуляции белков молока изучены технологические режимы совместного применения тепловой обработки молока и ТГ при производстве творога по схеме, представленной на рисунке 1.

Исследованные параметры представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Технологические параметры проведения исследований

Исследуемые образцы	Тепловая обработка ОБМ		Количество ТГ, % от массы образца	Этап внесения ТГ
	температура, °С	выдержка, с		
Образец №1	94±2	без выдержки	0,02	перед заквашиванием
Образец №2	94±2	без выдержки	0,02	через 1 час после заквашивания
Образец №3	94±2	без выдержки	0,02	перед тепловой обработкой
Контрольный образец	78±2	без выдержки	–	–

Результаты исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Выходные параметры творога и творожной сыворотки при различных этапах внесения ферментного препарата

№ образца	Масса творога, г	Массовая доля, %		Увеличение степени использования сухих веществ в сравнении с контрольным образцом, %	Увеличение выхода творога в сравнении с контрольным образцом, %
		влаги в твороге, %	сухих веществ в сыворотке, %		
1	84,6±2,9	78,8±1,4	6,20±0,12	3,42	8,5±0,6
2	78,7±3,4	77,0±1,8	6,22±0,14	3,11	0,9±0,8
3	81,4±3,0	76,6±1,0	6,26±0,15	2,49	4,4±1,0
контрольный	78,0±2,5	76,4±1,1	6,42±0,17	–	–

Как видно из таблицы 2, ферментный препарат ТГ необходимо вносить в ОБМ перед заквашиванием, что в конечном итоге обеспечивает увеличение выхода готового продукта на 8,5 % и степени использования сухих веществ молока в твороге на 3,42 % по сравнению с контрольным образцом (образец № 1), что обусловлено, на наш взгляд, связыванием белковых компонентов молока под действием ТГ. В опытных образцах № 2 и № 3, где ТГ вносилась перед тепловой обработкой и через 1 час после заквашивания ОБМ, наблюдалось увеличение выхода и степени использования сухих веществ молока по сравнению с контрольным образцом.

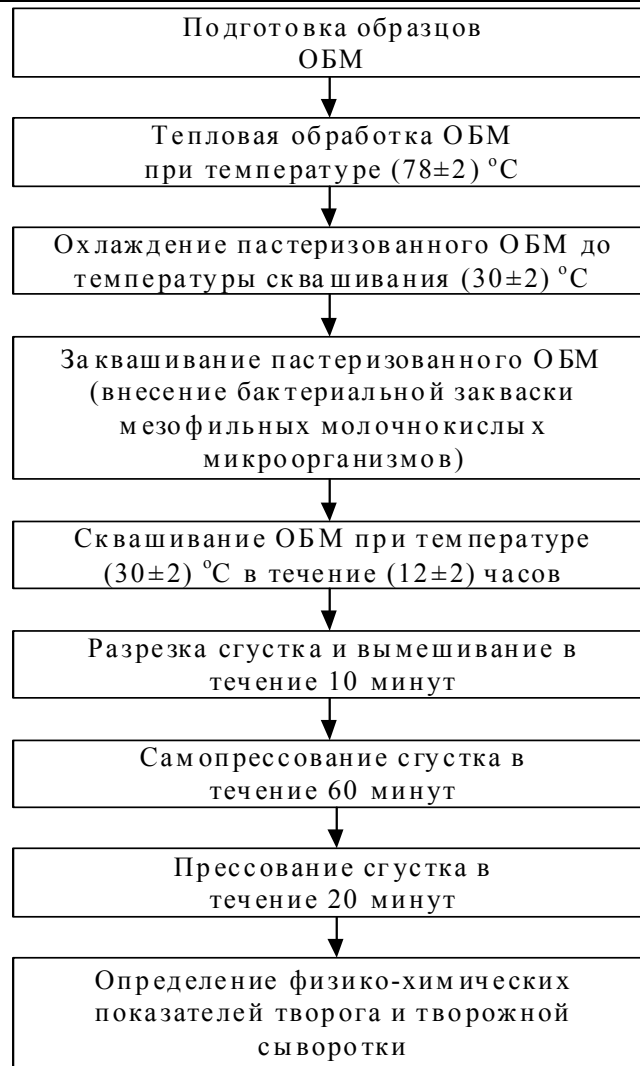


Рисунок 1 – Технологическая схема изготовления творога

Установлено, что в опытном образце № 2 увеличение выхода по сравнению с контрольным образцом всего лишь на 0,9 % и в опытном образце № 3 на 4,4 %, а увеличение степени использования сухих веществ молока на 3,11 % и на 2,49 %, соответственно, вследствие инактивации ТГ при данных условиях и нерациональном использовании фермента. В связи с чем для дальнейших опытов были приняты параметры проведения исследования образца № 1.

На втором этапе проведены исследования совместного применения препарата ТГ и ионизированного кальция в виде водного раствора хлористого кальция при производстве творога на основе кислотной коагуляции белков молока. Изучаемые технологические параметры представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Параметры проведения экспериментов

№ образца	Тепловая обработка ОБМ		Хлористый кальций		Трансглутаминаза	
	температура, °С	выдержка, с	количество, г/100 кг молока	этап внесения	количество, %	этап внесения
1	94±2	без выдержки	15	перед тепловой обработкой	0,02	перед заквашиванием
контрольный	78±2	без выдержки	–	–	–	–

Результаты исследований представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Выходные параметры творога и творожного сгустка при совместном применении ТГ и ионизированного кальция

№ образца	Масса творога, г	Объем выделившейся сыворотки в процессе самопрессования, мл	Массовая доля, %		Увеличение степени использования сухих веществ в сравнении с контрольным образцом, %	Увеличение выхода творога в сравнении с контрольным образцом, %
			влаги в твороге, %	Сухих веществ в сыворотке, %		
1 контрольный	83,1±3,4	215,0±10,0	79,6±0,4	6,15±0,10	6,96	28,2±1,2
	64,8±2,9	180,0±7,0	79,5±0,5	6,61±0,15	–	–

Как видно из таблицы 4, выход готового продукта в опытном образце творога №1 по сравнению с контрольным образцом увеличивается на 28,2 %, что обусловлено связыванием белков молока в процессе тепловой обработки в присутствии ионизированного кальция, который увеличивает степень денатурации сывороточных и казеиновых белков молока при влиянии на них высоких температур, а также образованием дополнительных химических связей в результате реакции ацильного переноса между γ -карбоксамидной группой глутаминового остатка и ϵ -аминогруппу лизинового остатка пептидов под действием ТГ в процессе сквашивания. Отмечено, что с применением данных технологических режимов производства творога увеличивается степень использования сухих веществ молока на 6,96 % за счет максимального использования сывороточных белков. Кроме того, данное технологические решение позволяет повысить пищевую и биологическую ценность творога и получить продукт стандартной влажности 79,6 %, соответствующий требованиям ТНПА.

Также при проведении данного исследования в процессе самопрессования контролировали объем выделившейся творожной сыворотки в течение 60 минут, в результате чего построена зависимость отделения сыворотки от продолжительности проведения данного процесса, что отражено на рисунке 2.

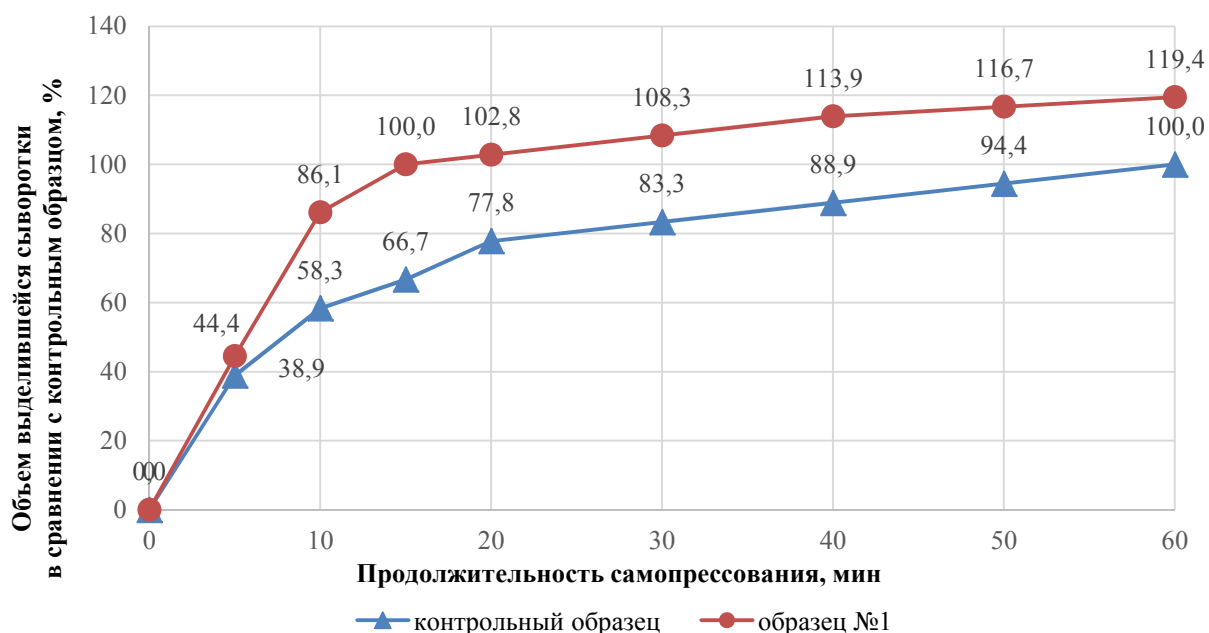


Рисунок 2 – Зависимость количества выделившейся сыворотки от продолжительности процесса самопрессования

Проанализировав представленную зависимость, следует отметить высокую синергетическую активность творожных сгустков опытного образца с ТГ, которая в сравнении с кон-

трольным образцом обеспечивает более высокую скорость протекания процесса отделения сыворотки, за счет придания эластичности структуры творога при совместном воздействии на белки молока ТГ и ионизированного кальция. Также наблюдается увеличение скорости отделения сыворотки в первые 20 минут проведения процесса самопрессования на 25 % по сравнению с контрольным образцом, что свидетельствует о более эффективном протекании процесса отделения сыворотки при взаимодействии ТГ и ионизированного кальция.

На заключительном этапе исследований была разработана технологическая схема (рисунок 3) ресурсосберегающей технологии производства творога.

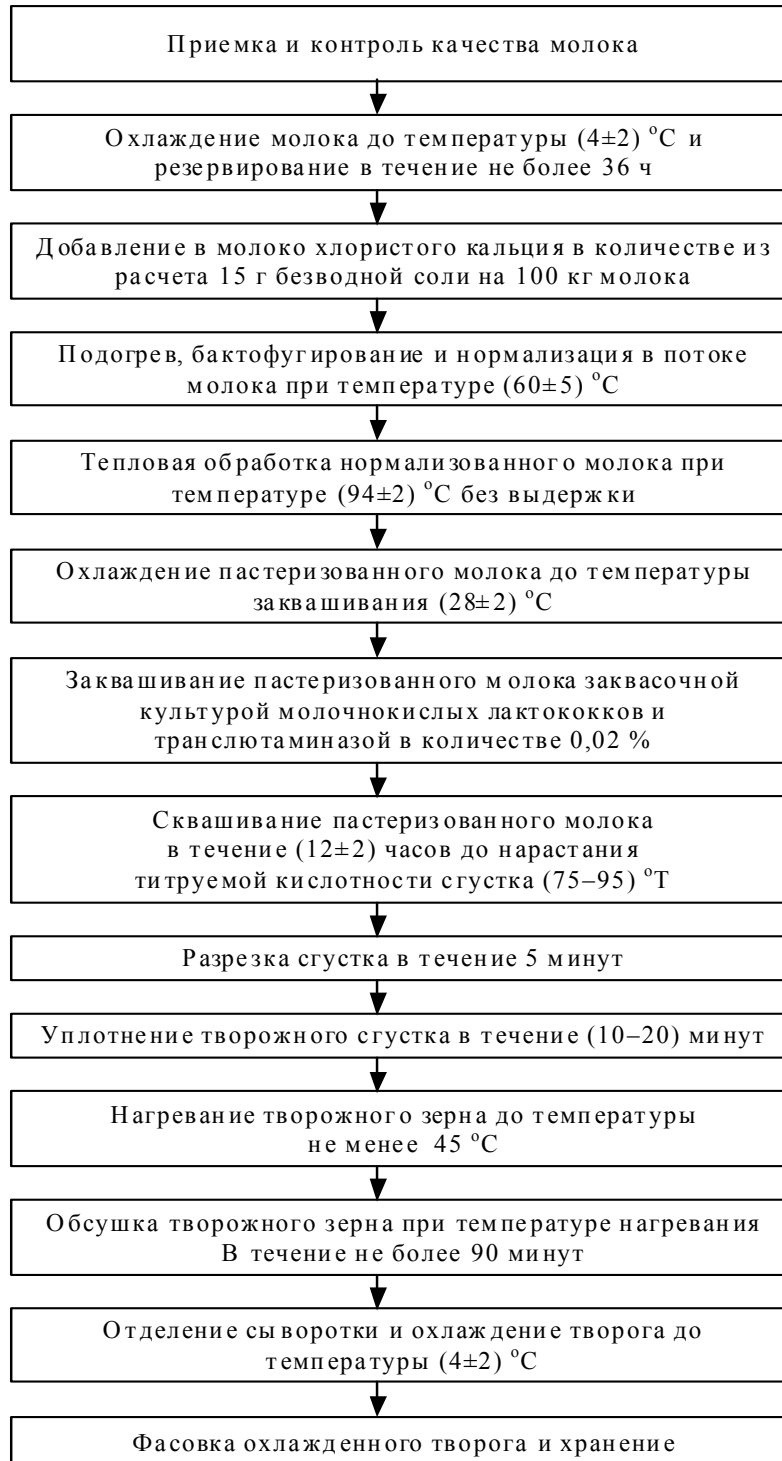


Рисунок 3 – Технологическая схема производства творога способом кислотной коагуляции молочных белков с применением высокотемпературной обработки молока, транслютаминазы и ионизированного кальция

Заключение

На основании проведенных исследований установлены рациональные параметры применения транглутаминазы при производстве творога и разработана ресурсосберегающая технология производства творога на основе кислотной коагуляции молочных белков с совместным применением высокотемпературной тепловой обработки молока, ионизированного кальция и фермента транглутаминазы, что позволило увеличить степень использования сухих веществ молока при производстве творога на 6,96 %, а также сократить затраты на получение единицы продукции на 28,2 %, способствуя эффективному и экономически выгодному позиционированию продукта на рынке ферментированной белковой продукции.

Литература

- 1 Пачковский, А.И. Ресурсосберегающая технология производства творога на основе кислотной коагуляции белков молока / А.И. Пачковский, О.И. Скокова // «Инновационное развитие пищевой, легкой промышленности и индустрии гостеприимства»: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию Алматинского технологического университета 6–7 октября 2017 г. / Алматинский технологический университет. – Алматы, 2017. – С. 345–34.
- 2 Пачковский, А.И. Применение высокотемпературной обработки молока и ионов кальция при производстве творога / А.И. Пачковский, О.И. Скокова // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. XI Междунар. научно-техн. конф., 20–21 апреля 2017 г., Могилев / Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: МГУП, 2017. – С. 185.

Поступила в редакцию 12.06.2018