

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИДРОЛИЗА МОЛОЧНОГО САХАРА В ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ СЫРОВ С ЧЕДДЕРИЗАЦИЕЙ И ТЕРМОПЛАСТИФИКАЦИЕЙ СЫРНОЙ МАССЫ

Демьянец А.А.

**Научный руководитель – Купцова О.И., к.т.н., доцент
Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий
г. Могилев, Беларусь**

На сегодняшний день в Республике Беларусь среди разнообразия молочной продукции особую нишу занимают сыры с чеддеризацией и термопластификацией сырной массы, например, «Моцарелла», которые пользуются высоким потребительским спросом, так как могут применяться в приготовлении различных кулинарных блюд, а также употребляться как самостоятельный продукт.

Технология сыров данной группы основывается на проведении при их производстве процессов чеддеризации и термомеханической обработки сырного пласта, в результате которых сырное тесто приобретает слоисто-волоконистую структуру. Сущность процесса чеддеризации заключается в глубокой деминерализации белков молока сырной массы под действием молочной и других органических кислот, продуцируемой микрофлорой бактериальных заквасок или вносимых в молочную смесь, в результате чего из фрагментов мицелл белка образуются новые белковые волокна за счет межмолекулярных связей. Классическая технология получения сыров типа «Моцарелла» предусматривает использование в качестве основной заквасочной микрофлоры термофильных молочнокислых микроорганизмов, так как наличие в их составе штаммов, обладающих высокой кислотообразующей активностью, способствует накоплению молочной кислоты в достаточном количестве для получения сыра с характерной волокнистой структурой [1].

Наиболее распространенной областью применения сыров с чеддеризацией и термопластификацией сырной массы является их запекание при приготовлении пицц, при котором наблюдается высокотемпературный нагрев сыра. Одним из важных технологических свойств сыров, используемых для запекания на пицце, является наличие минимальной тенденции к образованию точек карамелизации лактозы на поверхности блюда, что обусловлено наличием молочного сахара в сырах данной группы в значительном количестве. Как известно, при производстве сыров с чеддеризацией и термопластификацией сырной массы созревание не предусматривается, в результате чего процесс дальнейшего расщепления лактозы на составляющие моносахариды и другие вкусоароматические вещества не происходит (в случае производства сыра без применения заквасочной микрофлоры) или осуществляется достаточно медленно (с применением заквасочной микрофлоры), что, в свою очередь, может ухудшить технологические свойства сыра при его запекании. В связи с этим одним из путей улучшения способности сыра выдерживать высокотемпературный нагрев может явиться снижение массовой доли лактозы в сырах, применяемых для запекания на пиццах.

В современной молочной промышленности для снижения количества содержания лактозы используются два широких направления: применение фермента β -галактозидазы и баромембранные технологии. Использование фермента β -галактозидазы менее энергозатратно в сравнении с баромембранными процессами,

так как для снижения содержания молочного сахара в молоке не требуется приобретение дополнительного оборудования. Также проведение гидролиза молочного сахара с помощью фермента β -галактозидазы позволяет обогатить продукт моносахарами – глюкозой и галактозой, и придать ему функциональные свойства [2].

Целью работы явилось изучение возможности применения процесса гидролиза лактозы в технологии сыров с чеддеризацией и термопластификацией сырной массы для получения сыра с низкой тенденцией к образованию точек карамеллизации лактозы при запекании, а также расширение ассортимента молочных продуктов с пониженным содержанием молочного сахара.

Исследования были выполнены в лабораториях кафедры технологии молока и молочных продуктов Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. Выработку сыра осуществляли по промышленной технологии производства сыра «Моцарелла», которая была адаптирована к лабораторным условиям (рисунок 1).

В качестве контрольного образца использовали сыр «Моцарелла», выработанный по технологической схеме, представленной на рисунке 1. В качестве опытных образцов выступал сыр с применением гидролиза молочного сахара на разных стадиях технологического процесса.

Приёмка молока-сырья, охлаждение и промежуточное хранение молока ($t = (4 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$, не более 36 ч с учетом транспортировки)
Подогрев и нормализация молока в потоке ($t = (65 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$)
Бактофугирование и дезодорация молока ($65 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$; 0,04-0,06 МПа)
Термизация молока ($t = (70 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$, $\tau = 20-30 \text{ с}$)
Охлаждение ($4 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$) и промежуточное хранение (не более 24 ч)
Пастеризация молока ($t = (74 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$, $\tau = 20-30 \text{ с}$)
Охлаждение до температуры свертывания ($t = (38 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$)
Внесение компонентов (закваска)
Созревание молока при температуре свертывания ($\tau = 30 \text{ минут}$)
Внесение ферментного препарата, перемешивание
Свёртывание молока ($t = (37 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}$, $\tau = 25-30 \text{ мин}$)
Разрезка сгустка, постановка сырного зерна ($\tau = 10-15 \text{ минут}$)
Второе нагревание ($t = (39 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}$), вымешивание после второго нагревания ($\tau = 35-45 \text{ минут}$)
Формование сырного зерна в формы
Чеддеризация и самопрессование ($t = (39 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}$, $\text{pH} = 5,2 \div 5,3 \text{ ед.}$)
Измельчение сырного пласта, нагрев до температуры пластификации, термопластификация ($t = (65-80) \text{ }^\circ\text{C}$)
Формование сырного теста в формы
Охлаждение и посолка в рассоле ($t = (4-6) \text{ }^\circ\text{C}$)
Упаковка в термоусадочную пленку
Доохлаждение ($t = (4 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$, $\tau = \text{не более } 24 \text{ ч}$, $\phi = 80-85\%$)
Реализация

Рисунок 1 - Технологическая схема производства сыра «Моцарелла»

В качестве основной заквасочной микрофлоры для производства сыра использовали бактериальную закваску на основе термофильного стрептококка ST TH («Biotec», Италия) из расчета 20 U на 2000 кг смеси. В качестве молокосвертывающего ферментного препарата применяли фермент животного происхождения Clerichi 80/20 активностью 150 IMCU/мл. Гидролиз молочного сахара осуществляли с помощью фермента β -галактозидазы NolaFit 5500 (Chr.Hansen, Дания) активностью 5500 BLU/мл из расчета 400 мл на 1000 кг смеси. При проведении исследований использовали стандартизированные и общепринятые методы исследований.

Изучен процесс ферментативного гидролиза молочного сахара с применением фермента β -галактозидазы на разных стадиях технологического процесса и при разных способах чеддеризации сырного зерна:

- образец №1 - на стадии хранения нормализованной смеси при $t_{\text{гидр}} = (4\pm 2)^\circ\text{C}$ и чеддеризация сырного зерна в пласте;

- образец №2 - на стадии созревания нормализованной смеси при $t_{\text{гидр}} = (10\pm 2)^\circ\text{C}$ и чеддеризация сырного зерна в пласте;

- образец №3 - на стадии внесения компонентов для свертывания при $t_{\text{гидр}} = (37\pm 1)^\circ\text{C}$ и чеддеризация сырного зерна в пласте;

- образец №4 - на стадии внесения компонентов для свертывания при $t_{\text{гидр}} = (37\pm 1)^\circ\text{C}$ и чеддеризация сырного зерна под слоем сыворотки;

- образец №5 - на стадии процесса чеддеризации при $t_{\text{гидр}} = (39\pm 1)^\circ\text{C}$ и чеддеризация сырного зерна под слоем сыворотки.

Температурные режимы проведения гидролиза лактозы в опытных образцах обусловлены соответствующими стадиями технологического процесса, на которых вносили фермент в нормализованную смесь или сырное зерно.

Таким образом, в результате исследований разработаны технологические режимы проведения процесса ферментативного гидролиза молочного сахара в нормализованной смеси или сырном зерне на различных стадиях технологического процесса в технологии сыров с чеддеризацией и термопластификацией сырной массы. Выявлено, что применение процесса гидролиза молочного сахара позволяет снизить количество лактозы в сыре на 40-90% от её исходного количества в нормализованной смеси. При этом стадия внесения фермента β -галактозидазы не оказывает существенного влияния на интенсивность молочнокислого процесса в сырном зерне при его чеддеризации. Вместе с тем продолжительность чеддеризации зависит от способа её проведения и увеличивается при ведении процесса под слоем сыворотки в 1,5-2 раза по сравнению с чеддеризацией в пласте. Установлено, что стадия внесения фермента β -галактозидазы влияет на способность сырного пласта к вытягиванию при термопластификации. При этом наилучшей способностью к термопластификации обладает сыр, где внесение фермента осуществлялось на стадии добавления компонентов для свертывания при температуре $(37\pm 1)^\circ\text{C}$ с чеддеризацией сырного зерна под слоем сыворотки. Кроме того, проведение ферментативного гидролиза молочного сахара в нормализованной смеси для производства сыра «Моцарелла» позволяет повысить его способность выдерживать высокотемпературный нагрев со сниженной тенденцией к образованию точек карамеллизации лактозы при запекании сыра, что улучшает технологические свойства продукта при приготовлении пицц.

Список использованных источников

1. Шингарева, Т.И. Технология и оборудование для производства натурального сыра: учебник / Т.И. Шингарева, Р.И. Раманаускас, А.А. Майоров, О.Н. Мусина, Г.Е. Полищук. – Высшее образование: Лань, 2018. – 508 с.

2. Скотт, Р Производство сыра. Сырье, технология / Р. Скотт, Р.К. Робинсон. – Москва: Профессия, 2012. – 464 с.