

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОЛИЗА ЛАКТОЗЫ И ПРОБИОТИЧЕСКИХ ПРОПИОНОВОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ В ТЕХНОЛОГИИ СЫРА МОЦАРЕЛЛА ДЛЯ СЕГМЕНТА NORECA

Купцова О.И., Демьянец А.А., Матвеев Д.Н.

**Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий
г. Могилев, Республика Беларусь**

В настоящее время в Беларуси высоким потребительским спросом пользуются сыры типа Моцарелла, объемы производства которых все больше наращивают предприятия молочной отрасли. Сыры данной группы обладают универсальным набором технологических характеристик и могут быть реализованы как для розничной торговли, так и для сегмента NoReCa - компаний, предоставляющих услуги в сфере приема гостей, таких как кафе, рестораны, отели. При этом наиболее распространенной областью применения сыров типа Моцарелла в этом сегменте является приготовление пицц, где сыр используется на поверхности блюда для запекания при температуре свыше 200°C. На сегодняшний день для запекания на пиццах широко используются три вида сыров: сыр полутвердый «Моцарелла для пиццы» в форме брусков и сыр мягкий «Моцарелла» в форме шарика, выработанные из натурального молока, а также продукт белковый «Моцарелла» на основе заменителя молочного жира.

Известно, что качество сыров, применяемых для запекания, определяется структурно-механическими и органолептическими свойствами, такими как таковыми как натираемость, способность к плавлению, текучесть, растекаемость, растяжимость, количество выделяемого жира и влаги, отвердевание после остывания, пережевываемость [1]. Наряду с этим, важным требованием является наличие минимальной тенденции к образованию «блистеров» в результате изменений лактозы и белков молока, что может быть обусловлено наличием в этих сырах лактозы в значительном количестве. Одним из путей улучшения способности сыра Моцарелла к запеканию может явиться снижение массовой доли лактозы в сырах с применением процесса её гидролиза и фиксация активной кислотности сыра на уровне 5,2 – 5,3 ед. рН при помощи совершенствования параметров проведения процесса его термопластификации.

Вместе с тем в настоящее время в Республике Беларусь наблюдается тенденция к потреблению молочных продуктов, обогащенных пробиотиками – живыми микроорганизмами, которые обеспечивают оздоровительный эффект без применения лекарственных средств. Тем не менее, ассортимент сыров, обладающих функциональными свойствами, на полках торговых сетей представлен крайне узко. Одним из представителей пробиотической микрофлоры являются пропионовокислые бактерии, которые продуцируют витамины группы В, аминокислоты, ферменты и противомикробные соединения, которые оказывают регулирующее действие на организм человека, обеспечивают оздоровительный эффект без применения лекарственных средств [2].

Продуцирование большого количества биологически активных веществ вызывает интерес применения пропионовокислой микрофлоры в качестве пробиотика для получения сыров на основе чеддеризации и термопластификации сырной массы. При получении сыров данной группы в качестве основной заквасочной микрофлоры используется бактериальная закваска, состоящая из невязких штаммов *Streptococcus*

thermophilus, которая, в свою очередь, совместима с *Propionibacterium freudenreichii* и не оказывает негативного действия на развитие пропионовокислой микрофлоры [3]. В тоже время следует также отметить, что пропионовокислые бактерии способны проявлять жизнедеятельность и при достаточно высоких температурах (65-70) °С, следовательно, данная микрофлора может преодолеть условия процесса термопластификации сырного пласта при получении сыров типа «Моцарелла» и придать продукту пробиотические свойства [4]. В этой связи перспективным может явиться использование пропионовокислых бактерий в технологии сыров типа Моцарелла для придания им пробиотических свойств.

Таким образом, целью работы явилась разработка технологии низколактозного сыра Моцарелла, обогащенного пропионовокислыми бактериями, с улучшенной способностью к запеканию для использования в сегменте HoReCa.

Исследования были выполнены на кафедре технологии молока и молочных продуктов Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. Получение опытных образцов сыра осуществляли по промышленной технологии производства сыра «Моцарелла», которая была адаптирована к лабораторным условиям. 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. В качестве пробиотической микрофлоры использовали бактериальную закваску пропионовокислых микроорганизмов PS-50 производитель Chr. Hansen, (Дания).

В ходе исследований изучен процесс ферментативного гидролиза молочного сахара с применением фермента лактазы на разных стадиях технологического процесса и при разных способах чеддеризации сырного зерна. Исследовано влияние гидролиза лактозы в нормализованной смеси при получении сыра типа «Моцарелла» на способность сырного пласта к вытягиванию при термопластификации, а также к запеканию при высокотемпературном нагреве [4-7]. Разработан способ проведения процесса термопластификации сырного пласта, обеспечивающий фиксирование активной кислотности сыра с чеддеризацией и термопластификацией сырной массы на уровне 5,2-5,3 ед. рН. Также исследовано влияние пропионовокислой микрофлоры вносимой в нормализованную смесь при получении сыра Моцарелла на протекание процесса чеддеризации сырного пласта и его плавление при термопластификации. Вместе с тем, установлено, что пропионовокислая микрофлора способна выдерживать температурные параметры процесса термопластификации при получении сыров с чеддеризацией и термопластификацией сырной массы с обеспечением её содержания в свежеприготовленном сыре не менее $1,0 \cdot 10^9$ КОЕ/г [8].

В результате проведенных исследований разработаны технологические параметры производства низколактозного сыра Моцарелла, обогащенного пропионовокислыми бактериями, с улучшенной способностью к запеканию, которые представлены на рисунке 1. Основными отличительными особенностями разработанной технологии низколактозного сыра Моцарелла, обогащенного пропионовокислыми бактериями, с улучшенной способностью к запеканию, в сравнении с классической, являются внесение фермента лактазы в количестве 400 мл на 1000 кг нормализованной смеси и закваски прямого внесения пропионовокислых бактерий, внесение которых проводят на стадии добавления компонентов для

свертывания при температуре $(37\pm 1)^{\circ}\text{C}$ совместно с основной заквасочной микрофлорой, состоящей из штаммов термофильного молочнокислого стрептококка, при этом инаktivация фермента лактазы осуществляется на стадии проведения процесса термопластификации при температуре $(65-70)^{\circ}\text{C}$, а проведение процесса термопластификации сырного пласта проводят с использованием в качестве греющей среды слабоконцентрированных водных растворов пищевых кислот при температуре $(65-70)^{\circ}\text{C}$, что позволило зафиксировать pH в сырном пласте на уровне 5,25-5,35 ед. pH.

Приёмка молока-сырья, охлаждение и промежуточное хранение молока ($t = (4\pm 2)^{\circ}\text{C}$, не более 36 ч с учетом транспортировки)
Подогрев и нормализация молока в потоке ($t = (65\pm 5)^{\circ}\text{C}$)
Бактофугирование и дезодорация молока $(65\pm 2)^{\circ}\text{C}$; 0,04-0,06 МПа
Термизация молока ($t = (70\pm 2)^{\circ}\text{C}$, $\tau = 20-30$ с)
Охлаждение $(4\pm 2)^{\circ}\text{C}$ и промежуточное хранение (не более 24 ч)
Пастеризация молока ($t = (74\pm 2)^{\circ}\text{C}$, $\tau = 20-30$ с)
Охлаждение до температуры свертывания ($t = (37\pm 1)^{\circ}\text{C}$)
Внесение компонентов (основная заквасочная микрофлора, закваска пропионовокислых бактерий, фермент лактаза в количестве 400 мл на 1000 кг нормализованной смеси)
Созревание молока при температуре свертывания ($\tau = 30$ минут)
Внесение молокосвертывающего ферментного препарата, перемешивание
Свертывание молока ($t = (37\pm 1)^{\circ}\text{C}$, $\tau = 25-30$ мин)
Разрезка сгустка, постановка сырного зерна ($\tau = 10-15$ минут)
Второе нагревание ($t = (39\pm 1)^{\circ}\text{C}$), вымешивание после второго нагревания ($\tau = 35-45$ минут)
Формование сырного зерна в формы
Чеддеризация под слоем сыворотки либо в пласте и самопрессование ($t = (39\pm 1)^{\circ}\text{C}$, pH = 5,2-5,3 ед.)
Измельчение сырного пласта, нагрев до температуры пластификации инаktivации фермента лактазы, термопластификация слабоконцентрированными водными растворами пищевых кислот (pH 5,9-6,0 ед. pH, $t = (65-70)^{\circ}\text{C}$), что обеспечивает фиксируемый уровень pH=5,25-5,35 ед. pH в сырном пласте)
Формование сырного теста в формы
Охлаждение и посолка в рассоле ($t = (4-6)^{\circ}\text{C}$)
Упаковка в термоусадочную пленку
Досохлаждение ($t = (4\pm 2)^{\circ}\text{C}$, $\tau =$ не более 24 ч, $\phi = 80-85\%$)
Реализация

Рисунок 1 – Технологическая схема производства низколактозного сыра Моцарелла, обогащенного пропионовокислыми бактериями, с улучшенной способностью к запеканию

Полученный сыр по разработанной технологии имеет двугранную направленность при его употреблении:

- использование сыра как самостоятельный продукт позволяет проявить его пробиотические свойства и обогатить организм человека живой полезной микрофлорой пропионовокислых бактерий, а также биологически активными веществами.

- при применении сыра в качестве ингредиента для приготовления кулинарных блюд с запеканием обеспечивается улучшение способности сыра выдерживать высокотемпературный нагрев при запекании с получением равномерной золотистой корочки и минимальным образованием точек карамелизации лактозы и пятен, образованных белками сыра, кроме того, сыр вытягивается в нити до 40 см с получением мягкой консистенции после остывания на поверхности блюда, что особенно важно при применении сыра в сегменте HoReCa.

Таким образом, предлагаемая технология получения низколактозного сыра Моцарелла, обогащенного пропионовокислыми бактериями, с улучшенной способностью к запеканию позволит получить продукт с повышенной устойчивостью при запекании сыра, придать ему пробиотические свойства, а также расширить ассортимент низколактозной молочной продукции и успешно позиционировать его в сегменте HoReCa.

Список использованных источников

1. Свириденко Г. М., Калабушкин В. В., Шишкина А. Н. Анализ потребительских свойств сыров для HoReCa // Сыроделие и маслоделие. – 2020. – №. 4. – С. 6-9.
2. Шингарева, Т.И. Производство сыра: учебное пособие / Т.И. Шингарева, Р.И. Раманаускас. – ИВЦ Минфин, 2008. – 382 с.
3. Орлова, Т. Изучение биологической активности пропионовокислых бактерий / Т. Орлова // The Scientific Heritage. – 2021. – №79. – С. 31-33.
4. Рябцева, С. А. Микробиология молока и молочных продуктов: Учебное пособие / С. А. Рябцева, В. И. Ганина, Н. М. Панова. — СПб. : Издательство Лань, 2018. — 192 с.
5. Купцова О. И., Решетник Е. И., Демьянец А. А., Технология сыра с чеддеризацией и термопластификацией сырной массы с пониженным содержанием лактозы / О. И. Купцова, Е. И. Решетник, А. А. Демьянец // Вестник БГУТ. - 2024. - № 1 (36). – С. 15-24
6. Купцова О.И. Применение ферментативного гидролиза лактозы в технологии сыров с чеддеризацией и термопластификацией сырной массы / О.И. Купцова, А.А. Демьянец, А.А. Павлюковец // Передовые достижения науки в молочной отрасли: Сборник науч. трудов. Часть 1. – Вологда-Молочное: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА. – 2023. – С.39-45
7. Купцова О.И. Установление рациональных параметров применения фермента лактазы в технологии сыров типа «Моцарелла» для запекания / О.И. Купцова, А. А. Демьянец // «Пищевая индустрия: инновационные процессы, продукты и технологии»: материалы Междунар. науч.-практ. конф. - М.: ООО «Сам Полиграфист». - 2024. – С. 233-237
8. Демьянец А.А. Использование пропионовокислых микроорганизмов в технологии сыров с чеддеризацией и термопластификацией сырной массы / А.А. Демьянец, О.И. Купцова // Молодежь в науке – 2024 : тезисы докладов Международной научной конференции молодых ученых (Минск, 29-31 октября 2024 г.) В двух частях. Ч. 1. Аграрные, биологические, гуманитарные науки и искусства; редкол.: В.Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2024. – С. 51-53