

УДК 637.1

**УСТАНОВЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИМЕНЕНИЯ
ФЕРМЕНТА ЛАКТАЗЫ В ТЕХНОЛОГИИ СЫРОВ ТИПА
«МОЦАРЕЛЛА» ДЛЯ ЗАПЕКАНИЯ**

*Купцова Ольга Ивановна, канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой
Технологии молока и молочных продуктов, УО «Белорусский государственный
университет пищевых и химических технологий, e-mail: ol.skokowa@yandex.by
Демьянец Анна Антоновна, аспирант кафедры Технологии молока и молочных
продуктов, УО «Белорусский государственный университет пищевых и
химических технологий, e-mail: anan-an@mail.ru*

УО «Белорусский государственный университет пищевых и химических
технологий», Республика Беларусь, Могилев, e-mail: mail@bgut.by

Аннотация: научно и технологически обоснованы рациональные параметры применения гидролиза молочного сахара с помощью фермента лактазы в технологии сыров с чеддеризацией и термопластификацией сырной массы типа «Моцарелла». Показано влияние количества лактазы, вносимой в нормализованную смесь для проведения гидролиза лактозы, на способность сырного пласта к вытягиванию при термопластификации и устойчивости к высокотемпературному нагреву в процессе запекания.

Ключевые слова: сыры типа Моцарелла, ферментативный гидролиз лактозы, лактаза, чеддеризация, термопластификация, запекание, точки карамелизации лактозы.

В настоящее время высоким потребительским спросом пользуются сыры с чеддеризацией и термопластификацией сырной массы, такие как «Моцарелла», «Сулугуни», «Провола» и другие, объемы производства которых все больше наращивают предприятия по переработке молока в Республике Беларусь. Эти сыры реализуются без созревания, обладают универсальным набором технологических свойств, что позволяет применять их в приготовлении кулинарных блюд, таких как пиццы, салаты, супы, мясные изделия, а также употреблять в пищу как самостоятельный продукт [1].

Наиболее распространенной областью применения сыров типа «Моцарелла» является приготовление различных пицц с высокотемпературным нагреванием, при этом сыр используется на поверхности блюда. Основным требованием, предъявляемым к сырам для запекания на пицце, является наличие минимальной тенденции к образованию точек карамелизации лактозы на поверхности блюда, что обусловлено наличием в сырах данной группы

молочного сахара в значительном количестве. Поскольку при производстве сыров типа «Моцарелла» отсутствует процесс созревания, дальнейшее расщепление лактозы на составляющие моносахариды не происходит или осуществляется медленно, что, в свою очередь, ухудшает технологические свойства сыра при его запекании [2, 3]. При этом одним из путей улучшения стойкости сыра к высокотемпературному нагреву с минимальной тенденцией к образованию точек карамелизации лактозы может явиться снижение массовой доли молочного сахара в сырах с применением процесса гидролиза лактозы с помощью фермента лактазы.

Таким образом, представляет интерес установление рациональных технологически обоснованных параметров применения фермента лактазы в технологии сыров типа «Моцарелла» для запекания для получения продукта с минимальным образованием точек карамелизации лактозы при высокотемпературном нагреве, что и явилось целью работы.

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.

Получение исследуемых образцов сыра с применением гидролиза молочного сахара проводили следующим образом: составление нормализованной смеси, пастеризация при температуре $(74\pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 20-30 с, охлаждение до температуры заквашивания $(37\pm 2)^\circ\text{C}$, внесение компонентов для свертывания (закваска, лактаза), созревание смеси при температуре $(37\pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 30 мин, внесение ферментного препарата при температуре $(37\pm 2)^\circ\text{C}$, свертывание, разрезка сгустка и поставка сырного зерна, подогрев до температуры второго нагревания $(39\pm 2)^\circ\text{C}$, перемешивание, чеддеризация сырного зерна под слоем сыворотки при температуре $(39\pm 2)^\circ\text{C}$ до активной кислотности 5,20-5,27 ед. рН, отделение сыворотки, измельчение сырного пласта, нагрев до температуры термопластификации и инактивации фермента β -галактозидазы $(78\pm 2)^\circ\text{C}$, термопластификация, формование, охлаждение и посолка в рассоле, упаковка, доохлаждение, реализация.

В качестве контрольного образца использовали сыр «Моцарелла» без применения гидролиза молочного сахара. В качестве опытных образцов выступал сыр с применением фермента лактазы в разной дозировке: 200 мл (опытный образец №1), 400 мл (опытный образец №2), 600 мл (опытный образец №3) на 1000 кг нормализованной смеси. Для проведения гидролиза молочного сахара использовали фермент лактазу NolaFit 5500 (Chr.Hansen, Дания) активностью 5500 ВЛУ/мл. При проведении исследований использовали стандартизированные и общепринятые методы исследований.

На первом этапе работы определяли рациональную дозу внесения фермента лактазы в нормализованную смесь в технологии сыров типа «Моцарелла». Процесс чеддеризации сырного зерна, полученного при производстве сыра, проводили под слоем сыворотки при температуре $(39\pm 2)^\circ\text{C}$. Результаты процесса гидролиза лактозы и параметры молочнокислого процесса

при чеддеризации сырного зерна представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Физико-химические показатели гидролиза молочного сахара при
производстве сыра

Наименование образца	Массовая доля лактозы, %		Количество гидролизованной лактозы, %
	в исходной смеси	в сычужном сгустке после гидролиза	
Контрольный образец (без гидролиза лактозы)	4,87	-	-
Опытный образец № 1 (расход фермента 200 мл на 1000 кг смеси)		3,76	22,8
Опытный образец № 2 (расход фермента 400 мл на 1000 кг смеси)		2,62	46,2
Опытный образец № 3 (расход фермента 600 мл на 1000 кг смеси)		2,62	46,2

Таблица 2

Параметры молочнокислого процесса при чеддеризации сырного зерна
при производстве сыра

Наименование образца	Активная кислотность сырного зерна		Продолжительность чеддеризации, мин	Титруемая кислотность сыворотки до/после процесса чеддеризации, °Т
	перед чеддеризацией, ед. рН	после чеддеризации, ед. рН		
Контрольный образец (без гидролиза лактозы)	6,12	65	5,23	14/24
Опытный образец № 1 (расход фермента 200 мл на 1000 кг смеси)	6,08	60	5,22	15/25
Опытный образец № 2 (расход фермента 400 мл на 1000 кг смеси)	6,16	60	5,25	16/25
Опытный образец № 3 (расход фермента 600 мл на 1000 кг смеси)	6,14	60	5,27	15/25

Анализируя данные, представленные в таблицах 1 и 2, следует отметить,

что количество гидролизованной лактозы в нормализованной смеси увеличивается при внесении фермента лактазы от 200 до 400 мл на 1000 кг нормализованной смеси с 22,8% до 46,2%, соответственно. При этом отмечено, что внесение лактазы в количестве 600 мл на 1000 кг нормализованной смеси не увеличивает количество гидролизованной лактозы в нормализованной смеси в сравнении с образцом №2, где внесение лактазы осуществлялось в количестве 400 мл на 1000 кг смеси и составило около 46,2% в обоих образцах. Следовательно, внесение фермента лактазы в количестве более 400 мл на 1000 кг смеси приводит к его перерасходу при получении сыров типа «Моцарелла».

На следующем этапе работы осуществляли процесс термопластификации исследуемых образцов, который проводили следующим образом: измельчение и подогрев сырного пласта до температуры греющей среды (78-80) °С и дальнейшая пластификация при температуре плавления до готовности. Определено, что все исследуемые образцы имели положительный тест на плавление и характеризовались в меру плотной консистенцией, при этом растягивались «в полотно» без разрыва с глянцевой поверхностью.

Анализируя представленные результаты выявлено, что количество фермента лактазы, вносимого в нормализованную смесь для проведения гидролиза молочного сахара, не оказывает влияния на способность сырного теста к вытягиванию.

Далее в работе осуществляли оценку способности исследуемых образцов сыра к запеканию. Высокотемпературный нагрев сыра проводили при температуре (250±1) °С в течение 4 минут с использованием основы для пиццы. Результаты высокотемпературного нагрева при запекании сыра представлены на рисунке 1.

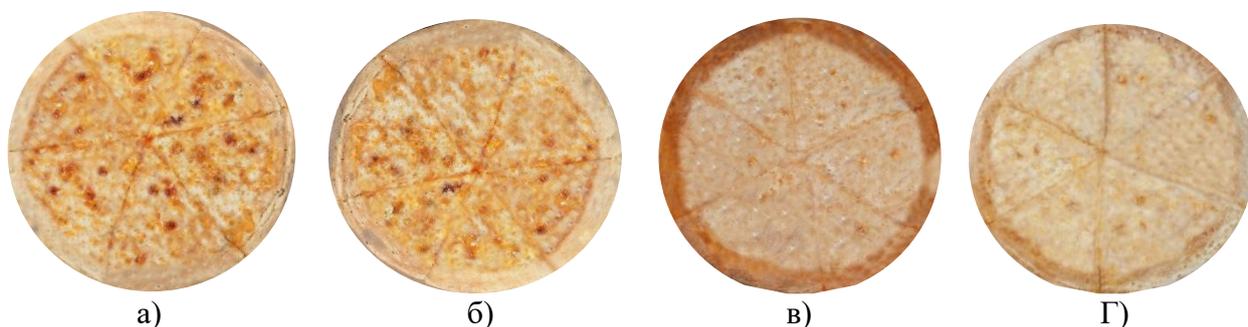


Рисунок 1 – Результаты высокотемпературного нагрева при запекании сыра, полученного с применением гидролиза лактозы

- а) Контрольный образец (без гидролиза лактозы);
- б) Опытный образец № 1 (расход фермента 200 мл на 1000 кг смеси);
- в) Опытный образец № 2 (расход фермента 400 мл на 1000 кг смеси);
- г) Опытный образец № 3 (расход фермента 600 мл на 1000 кг смеси).

Все исследуемые образцы имели положительный тест на запекание. Отмечено, что опытные образцы сыра №2, №3, а также контрольный образец

вытягивались в нить до 40 см, без наличия точек карамелизации молочного сахара, по сравнению с контрольным образцом и опытным образцом №1, где внесение лактазы осуществлялось в количестве 200 мл на 1000 кг нормализованной смеси, которые характеризовались невысокой тенденцией к образованию точек карамелизации лактозы.

По совокупности результатов исследований выявлено, что степень гидролиза лактозы в нормализованной смеси при получении сыров типа «Моцарелла» зависит от количества фермента лактазы. При этом предельная доза лактазы, которая является наиболее технологически обоснованной дозой фермента для проведения гидролиза молочного сахара при получении сыров типа «Моцарелла» для запекания, составляет 400 мл фермента на 1000 кг нормализованной смеси, выше которой степень гидролиза лактозы не увеличивается. Экспериментально подтверждено, что количество фермента лактазы, вносимого для проведения гидролиза молочного сахара в нормализованную смесь не оказывает влияния на способность сырного теста к вытягиванию при термопластификации. В то же время способность сыра выдерживать высокотемпературный нагрев повышается с увеличением степени гидролиза молочного сахара.

Таким образом, применение гидролиза молочного сахара в технологии сыров типа «Моцарелла» для запекания с применением фермента лактазы в количестве 400 мл на 1000 кг нормализованной смеси позволит получить сыр с улучшенной способностью выдерживать высокотемпературный нагрев при запекании с минимальной тенденцией к образованию точек карамелизации лактозы, по сравнению с сыром, выработанным без применения гидролиза молочного сахара.

Библиографический список

1. ГОСТ 34356-2017. Сыры с чеддеризацией и термопластификацией сырной массы. – Введен впервые. – Введ. С 2018-09-01. – Москва: Стандартинформ, 2018. – 18 с.
2. Туганова, А.В. Процесс чеддеризации в сыроделии / А.В. Туганова, И.М. Мироненко // Вестник Алматинского технологического университета. – 2019. – №4. - С.28-33
3. Мордвинова, В. А. Безлактозные сыры - миф или реальность? / В. А. Мордвинова, О. В. Лепилкина // Сыроделие и маслоделие. – 2016. – № 1. – С. 38-40.
4. Особенности использования прямого нагрева при концентрировании сыворотки / А. М. Попов, Н. Н. Турова, Е. И. Стабровская [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2-10. – С. 2124-2128

ESTABLISHING RATIONAL PARAMETERS FOR THE APPLICATION OF THE LACTASE ENZYME IN THE TECHNOLOGY OF MOZZARELLA-TYPE CHEESE FOR BAKED

Kuptsova Olga Ivanovna, Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Technology of Milk and Dairy Products, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: ol.skokowa@yandex.by

Demyanets Anna Antonovna, graduate student of the Department of Technology of Milk and Dairy Products, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: anan-an@mail.ru

Belarusian State University of Food and Chemical Technologies,
Republic of Belarus, Mogilev, e-mail: mail@bgut.by

Abstract: *rational parameters for the use of milk sugar hydrolysis using the lactase enzyme in the technology of cheeses with cheddarization and thermoplasticization of the Mozzarella cheese mass are scientifically and technologically substantiated. The influence of the amount of lactase added to the normalized mixture for lactose hydrolysis on the ability of the cheese layer to stretch during thermoplasticization and resistance to high-temperature heating during baking is shown.*

Key words: *cheeses like Mozzarella, enzymatic hydrolysis of lactose, lactase, cheddarization, thermoplasticization, baking, lactose caramelization points.*

УДК 664-404.8

МЯГКИЙ СЫР С АНГИОПРОТЕКТОРНОЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬЮ

Мамаев Андрей Валентинович, д-р биол. наук, профессор, профессор кафедры «Продукты питания животного происхождения», ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина», e-mail: shatone@mail.ru

Соловьёва Анна Олеговна, канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры «Продукты питания животного происхождения», ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина», e-mail: annasolo57@yandex.ru

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина» Россия, г. Орёл, office1@orelsau.ru

Аннотация: разработан молочный продукт питания - мягкий сыр с ангиопротекторным рутинным комплексом получаемом в виде шрота-концентрата из гречишной вегетативной массы. В ходе исследований изучены органолептические и физико-химические показатели сыра. Установлены взаимосвязи основных показателей: вкуса, запаха, консистенции, количества воды, жира, количество вносимых шрота-концентрата и бактериальной закваски. Оптимальный режим получения комбинированного ангиопротекторного сыра с