

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

УДК 637.3.04, 637.338.4

А.В. Борисова, Ю.В. Будникова,
К.В. Поликарпова

ПОДБОР ФЕРМЕНТНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФЕРМЕНТНО-МОДИФИЦИРОВАННОЙ СЫРНОЙ ПАСТЫ

A.V. Borisova, Yu.V. Budnikova,
K.V. Polikarpova

THE SELECTION OF ENZYME SYSTEM FOR THE PRODUCTION OF ENZYME-MODIFIED CHEESE PASTE

Борисова А.В. – канд. техн. наук, доц. каф. технологии и организации общественного питания Самарского государственного технического университета, г. Самара. E-mail: anna_borisova_63@mail.ru

Будникова Ю.В. – студ. 3-го курса Самарского государственного технического университета, г. Самара. E-mail: anna_borisova_63@mail.ru

Поликарпова К.В. – студ. Самарского государственного технического университета, г. Самара. E-mail: anna_borisova_63@mail.ru

Borisova A.V. – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Technology and Organization of Public Catering, Samara State Technical University, Samara. E-mail: anna_borisova_63@mail.ru

Budnikova Yu.V. – 3-rd Year Student, Samara State Technical University, Samara. E-mail: anna_borisova_63@mail.ru

Polikarpova K.V. – Student, Samara State Technical University, Samara. E-mail: anna_borisova_63@mail.ru

Цель работы – разработка рецептуры получения ферментно-модифицированной сырной пасты (ФМС) с помощью различных ферментов. Задачи: выбор ферментных систем для получения сырного аромата, установление зависимости между интенсивностью вкуса ФМС и сроком созревания. В работе органолептическим методом были исследованы образцы сырной пасты, полученной из молока коровьего в Самарской области с помощью фермента липазы и четырех различных протеолитических ферментов: панкреатина, сычужного фермента микробного происхождения, жидкого козьего сычужного фермента, сухого сычужного фермента химозина. Полученные данные дегустационной оценки свидетельствуют об интенсивном протеолитическом и липолитическом процессах, происходящих в ФМС при температуре 38 °С в первые 48 часов. Образцы ФМС с жидким козьим ферментом и сухим телячьим химозином обладают ярко выраженным сырным ароматом с нотками голубого сыра. Образец ФМС с панкреатином обладал наихудшим ароматом в связи с растворением химических веществ оболочек таблеток в сырной массе и протекающими химическими реакциями, его аромат был отмечен как меловой, химический. Образец ФМС с микробным ферментом обладал слабовыраженным кисломолочным запахом и не содержал острых ноток запаха голубого сыра. Последующее после 48 ч хранение образцов приводит к развитию плесени и посторонних запахов. Для получения сырного аромата голубого сыра в виде ФМС были выбраны следующие условия: использование комплекса протеолитических ферментов коммерческого козьего сычужного ферментного препарата; созревание ФМС при температуре 38 °С в течение 48 ч.

Ключевые слова: протеаза, липаза, голубой сыр, ферментно-модифицированный сыр, сырный аромат.

The purpose of the work was the development of the formulation for the production of enzyme-modified cheese paste (EMS) with various enzymes. The following tasks were set: the selection of enzyme systems for obtaining cheese flavor, establishing the relationship between the intensity of the flavor of EMS and the maturation period. In the study the samples of cheese paste obtained from cow's milk of Samara Region with the help of lipase enzyme and four different proteolytic enzymes were investigated by organoleptic method: Pancreatin, rennet enzyme of microbial origin, liquid goat rennet enzyme, dry rennet enzyme chymosin. The data obtained tasting evaluation over the generality of proteolytic and lipolytic process occurring in EMS at the temperature of 38 °C in the first 48 hours. The samples of EMS with liquid goat enzyme and dry veal chymosin had a pronounced cheese flavor with notes of blue cheese. The sample of EMS with Pancreatin had the worst odor in the connections with chemical reactions; their aroma was marked as 'chalky, chemical'. The sample of EMS with microbial enzyme had weakly expressed sour-milk smell and did not contain sharp notes of the smell of blue cheese. After 48 hours of storage of samples develop mold and foreign smells. To obtain cheese flavor of blue cheese in the form of EMS, the following conditions were chosen the use of complex of proteolytic enzymes of a commercial goat rennet enzyme preparation; the maturation of EMS at the temperature of 38 °C for 48 hours.

Keywords: protease, lipase, blue cheese, enzyme-modified cheese, cheesy flavor.

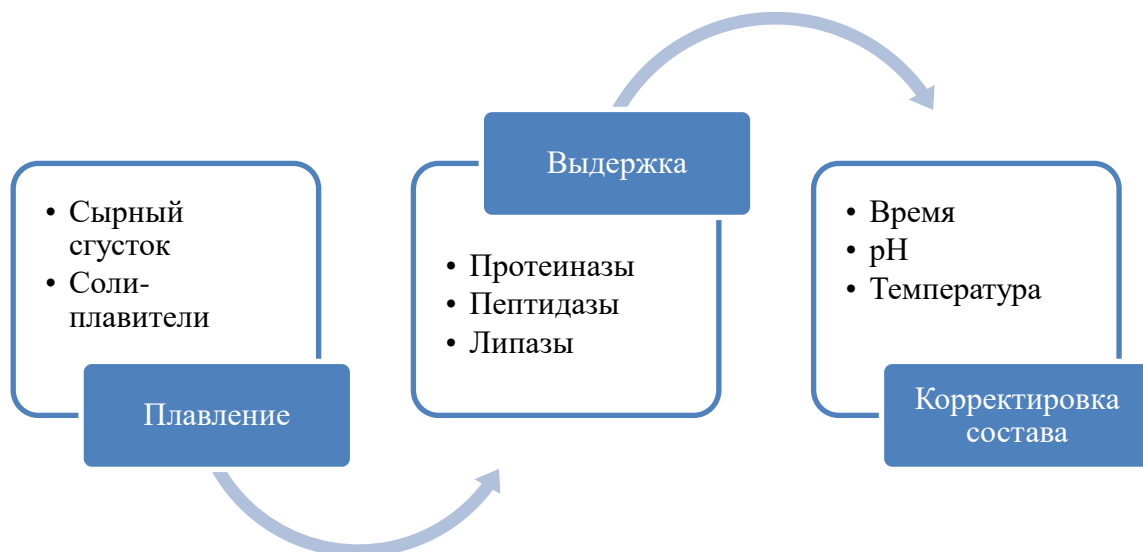
Введение. В рационе человека, придерживающегося правильного здорового питания, важное место занимают сыры, являющиеся продуктом сложной биотехнологической переработки молока, вследствие которой происходит концентрация его основных компонентов с последующей их ферментацией. Обладая уникальными пищевыми и биологическими свойствами, сыр становится одной из

основных составных частей рациона питания всех категорий населения. В первую очередь большим спросом пользуются классические натуральные сыры, имеющие хорошо развитый, выраженный, характерный для каждого вида сыра вкус и аромат. Выпуск продукции высокого качества требует высоких затрат, что, в свою очередь, отражается в высокой цене. Однако в настоящее время большим спросом пользуется молочная продукция эконом-класса. При производстве такой продукции производители используют обезжиренное молоко и заменители молочного жира, что является более дешевым вариантом по сравнению с натуральным молоком. Зачастую производители сырных продуктов и сыров с заменителем молочного жира сталкиваются с проблемой отсутствия сырного вкуса у сыров.

Вкус натурального сыра формируется в процессе его созревания и является результатом сложного биохимического процесса, в котором участвуют микроорганизмы закваски и ферментные системы. В частности, такие ферменты, как липаза и протеаза, расщепляют белковые и жировые части сыра, высвобождая летучие жирные кислоты, аминокислоты, которые придают сыру специфический вкус и аромат. Кроме этого, расщепление крупных белковых молекул с помощью ферментных систем повышает биологическую ценность продуктов за счет более легкой усвояемости отдельных групп аминокислот [1]. При полном отсутствии молочного жира в сыре (при замене его на растительный) не происходит накопления аромати-

зирующих и вкусовых веществ, что приводит к «обесцвечиванию» сыра, он становится безвкусным, неароматным продуктом. Но вкус и аромат пищевых продуктов являются важными характеристиками, именно они и определяют выбор потребителя. Для того чтобы готовая продукция обладала вкусоароматическими характеристиками, в современной пищевой промышленности используют большой спектр вкусоароматических добавок синтетического происхождения или идентичных натуральным. В связи с тем, что все большее внимание потребителя ориентировано на здоровое питание, популярность приобретают пищевые добавки, выработанные из натурального сырья биотехнологическими методами. Оптимальной альтернативой химическим или идентичным натуральным ароматизаторам могут стать ферментно-модифицированные сырные пасты (ФМС).

Ферментно-модифицированный сыр представляет собой сырную массу, обработанную ферментами в целях образования концентрированных вкусоароматических ингредиентов сыра. Получают ФМС из свежего сырного сгустка, обработанного солями-плавителями. После пастеризации пасту обрабатывают ферментным комплексом, состоящим из протеазы, пептидазы, липазы. Для стабилизации требуемого вкуса пасту нагревают при высокой температуре и могут в дальнейшем использовать как в пастообразном, так и в сухом виде. Технология получения ФМС представлена на рисунке.



Технология получения ФМС

ФМС может использоваться не только в сырных продуктах [2], но и в целом спектре пищевых продуктов: сухих супах, соусах, крекерах, салатных заправках, снеках. Интенсивность вкуса и аромата ФМС приблизительно в 15–30 раз сильнее, чем у натурального сыра, и данный продукт можно использовать для имитации вкусов целого ряда сортов (Чеддер, Голубой, Пармезан, Камамбер, Гауда, Грюйер и т.д.) [3].

Цель исследования. Разработка рецептуры получения ферментно-модифицированной сырной пасты с помощью различных ферментов.

Задачи: выбор ферментных систем для получения сырного аромата, установление зависимости между интенсивностью вкуса ФМС и сроком созревания.

Объекты и методы исследования. В работе применялись следующие объекты: молоко коровье с молочной фермы «Племсовхоз Кряж» г. Самары с массовой долей белка 3,2 %, массовой долей жира 2,6 %; заквасочные культуры микроорганизмов *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* фирмы «Лактоферм», Италия; культуры плесени *Penicillium Roqueforti* PV фирмы Franz Janschitz, Австрия; панкреатин, таблетки массой

129 г с протеолитической активностью от 200 ЕД Ph. Eur., липолитическая активность 4,3 тыс. ЕД Ph. Eur.; сычужный фермент (Rennet) микробного происхождения фирмы ВЮСНЕМ, Италия, свертывающая активность: химозин 75 %, пепсин 25 %, липолитическая активность 22,0–24,0 ед/г; жидкий козий сычужный фермент фирмы Tescnolatte, Италия, с протеолитической активностью 1: 3500 IMCU (химозина ≥ 96 %); сухой сычужный фермент химозин фирмы Tescnolatte, Италия, с протеолитической активностью 1: 100 000 IMCU (химозина ≥ 96 %); липаза телячьей фирмы Caglificio Clerici spa, Италия.

Для приготовления образцов ФМС использовалась следующая методика. В пастеризованное молоко, охлажденное до температуры 36 °С, вводят культуры молочнокислых микроорганизмов *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* и культуры плесени *Penicillium Roqueforti* PV. С помощью сычужного фермента получают сгусток, формируют сырное зерно размером

1,5–2 см, отпрессовывают его в формы до достижения pH=6,32. Полученный сыр измельчают на гомогенизаторе. В сырную массу вводят соль-плавитель (NaH₂PO₄) 1,5 %, липазу и протеазные ферменты в массовой доле 0,2 % в четырех вариантах: 1) панкреатин; 2) жидкий микробный фермент (Rennet); 3) жидкий козий сычужный фермент; 4) сухой сычужный фермент химозин. Массу тщательно перемешивают и помещают исследуемые образцы в термостат при температуре 38 °С. Через каждые 24 часа определяют органолептические показатели образцов. По достижении максимального профиля сырного аромата образцы пастеризуют при температуре 80 °С в течение 15–20 с и хранят в темном месте при температуре ±4 °С.

Результаты исследования и их обсуждение. Внешний вид образцов и их органолептические свойства через 24 часа после выдержки в термостате приведены в таблице 1.

Таблица 1

Внешний вид и органолептические характеристики ФМС через 24 ч

Используемый протеазный фермент	Внешний вид	Органолептическая характеристика
Панкреатин		Внешний вид: на поверхности выделился жир, вода отслоилась незначительно. Аромат: запах оболочки панкреатина, химический. Консистенция: твердая, творожистая
Жидкий микробный фермент (Rennet)		Внешний вид: на поверхности выделился жир, вода отслоилась. Аромат: без запаха, очень слабый. Консистенция: творожистая
Жидкий козий сычужный фермент		Внешний вид: на поверхности выделился жир, вода отслоилась. Аромат: сырно-молочный, голубого сыра. Консистенция: творожистая
Сухой сычужный фермент химозин		Внешний вид: на поверхности выделился жир, вода отслоилась. Аромат: лёгкий сырный, запах кумыса. Консистенция: творожистая

Как показывают данные таблицы 1, по прошествии 24 часов в образцах ФМС активно протекают липолитические и протеолитические процессы. Липолиз происходит как с участием вносимой липазы, так и собственных ли-

политических ферментов культуры плесени *P. roqueforti*. Триглицериды молочного жира гидролизуются на моноглицериды и свободные жирные кислоты (в голубых сырах в большом количестве накапливаются масляная и

средномолекулярные летучие кислоты – капроновая, каприловая, каприновая и валериановая, которые придают им острый, перечно-пикантный вкус с легким привкусом горечи и специфический запах), обуславливающие появление сырного запаха. Интенсивность вкуса и аромата ФМС появляется лишь при условии накопления оптимальных количеств свободных жирных кислот [4]. Гидролиз белков происходит с образованием пептидов различной длины, которые затем распадаются до аминокислот, обогащая при этом продукт заменимыми и незаменимыми аминокислотами. При этом некоторые короткоцепочечные пептиды имеют ярко выраженный горький вкус, который обуславливает специфический порок вкуса незрелых сыров. С течением времени данный порок исчезает в связи с распадом горьких пептидов до аминокислот [5]. Наиболее активно процессы липолиза и протеолиза протекают в образцах № 3 и 4, поскольку аромат этих образ-

цов наиболее выражен сырными. Образец сыра №1 с панкреатином обладает наихудшим ароматом, химическим, меловым, что является следствием использования химического ферментного препарата. Стоит отметить, что выбор данного аптечного препарата в качестве протеолитического фермента продиктован широким его применением фермерами Самарской области для получения домашнего свежего сыра взамен дорогостоящих сычужных препаратов. Как показали данные исследования, применение панкреатина в производстве сыров нежелательно, так как панкреатин обладает химическим привкусом и способствует образованию горьких пептидов, что выражается в появлении горького привкуса в домашних фермерских сырах уже на второй день после выработки.

В таблице 2 представлены результаты исследования ФМС через 48 часов выдержки их при температуре 38 °С.

Таблица 2

Внешний вид и органолептические характеристики ФМС через 48 ч

Используемый протеазный фермент	Внешний вид	Органолептическая характеристика
Панкреатин		Внешний вид: на поверхности – большее отслаивание жира. Аромат: запах оболочки панкреатина, химический. Консистенция: твёрдая, творожистая
Жидкий микробный фермент (Rennet)		Внешний вид: на поверхности отслаивание жира и воды. Аромат: слабый запах сыра. Консистенция: более упругая пастообразная
Жидкий козий сычужный фермент		Внешний вид: на поверхности выделилось больше жира. Аромат: сырный аромат более выражен, кислее. Консистенция: пастообразная
Сухой сычужный фермент химозин		Внешний вид: отслоение на поверхности жира. Аромат: сырный аромат более выражен. Консистенция: более густая пастообразная

После 48 ч выдержки сырный аромат образцов № 3 и 4 стал более выраженным в отличие от образцов № 1 и 2. Козий сычужный фермент и телячий сычужный фермент примерно на 90 % гомологичны друг другу по составу,

однако имеются отличия в действии на белковую цепочку. Большую часть данных ферментных препаратов составляет химозин, который действует избирательно на связь *фенилаланин-метионин*. Другим протеолитическим ком-

понентом является пепсин, который не обладает избирательностью в расщеплении белков (может происходить по аминокислотам фенилаланин, тирозин, триптофан). Протеолитическую активность данных ферментных препаратов по отношению к различным видам сыра оценить достаточно трудно, пока не имеется коррелирующих данных по действию ферментов телячьего и козьего молока. Так, имеются сообщения, что каждый из этих ферментов наиболее активен в сродственном молоке – козий фермент для козьего молока и телячий для коровьего. Однако имеются данные, что телячий фермент свертывает козье молоко быстрее, чем козий [6]. В данном исследовании выявлено, что для получения более ароматной сырной пасты из коровьего молока наиболее предпочтителен козий фермент.

Дальнейшее выдерживание образцов приводит к ухудшению аромата и внешнего вида изделий в связи с ростом посторонней плесени на поверхности образцов.

Выводы. В результате выполнения исследования было выяснено влияние, оказываемое комплексом протеолитических препаратов на формирование органолептических свойств ФМС. Для получения сырного аромата голубого сыра в виде ФМС были выбраны следующие условия: использование комплекса протеолитических ферментов коммерческого козьего сычужного ферментного препарата; созревание ФМС при температуре 38 °С в течение 48 ч.

Литература

1. Косенко Т.А., Каленик Т.К. Способ модификации сырья животного происхождения для обогащения пищевых систем // Вестн. КрасГАУ. – 2017. – №1. – С. 108–113.
2. Кригер А.В., Белов А.Н., Вистовская В.П. Интенсификация процесса созревания сыров // Вестн. Алтай. гос. аграр. ун-та. – 2010. – № 7. – С. 69–73.
3. Flavouring of imitation cheese with enzyme-modified cheses (EMCs): Sensory impact and measurement of

4. aroma active short chain fatty acids (SCFAs) / N. Noronha, D.A. Cronin, E.D. O’Riordan [et al.]// Food Chemistry. – 2008. – V. 106. – P. 905–913.
5. Садовая Т.Н. Исследование микроструктуры сыров с голубой плесенью // Техника и технология пищевых производств. – 2010. – № 4. – С. 45–50.
6. Курбанова М.Г. Ферментативный гидролиз белков молока в присутствии различных протеаз // Вестн. КрасГАУ. – 2010. – № 1 (40). – С. 157–160.
6. Moschopoulou E. Characteristics of rennet and other enzymes from small ruminants used in cheese production // Small Ruminant Research. – 2011. – V. 101. – № 1-3. – P. 188–195.

Literatura

1. Kosenko T.A., Kalenik T.K. Sposob modifikacii syr’ja zhivotnogo proishozhdenija dlja obogashhenija pishhevyyh sistem // Vestn. KrasGAU. – 2017. – №1. – S. 108–113.
2. Kriger A.V., Belov A.N., Vistovskaja V.P. Intensifikacija processa sozrevanija syrov // Vestn. Altaj. gos. agrar. un-ta. – 2010. – № 7. – S. 69–73.
3. Flavouring of imitation cheese with enzyme-modified cheses (EMCs): Sensory impact and measurement of aroma active short chain fatty acids (SCFAs) / N. Noronha, D.A. Cronin, E.D. O’Riordan [et al.]// Food Chemistry. – 2008. – V. 106. – P. 905–913.
4. Sadovaja T.N. Issledovanie mikrostruktury syrov s goluboj plesen’ju // Tehnika i tehnologija pishhevyyh proizvodstv. – 2010. – № 4. – S. 45–50.
5. Kurbanova M.G. Fermentativnyj gidroliz belkov moloka v prisutstvii razlichnyh proteaz // Vestn. KrasGAU. – 2010. – № 1 (40). – S. 157–160.
6. Moschopoulou E. Characteristics of rennet and other enzymes from small ruminants used in cheese production // Small Ruminant Research. – 2011. – V. 101. – № 1-3. – P. 188–195.