

Валентина Александровна Мордвинова, канд. техн. наук, руководитель направления исследований по технологии сыроделия

Ирина Николаевна Делицкая, канд. техн. наук, старший научный сотрудник

Дмитрий Сергеевич Мягконосов, канд. техн. наук, руководитель направления исследований по прикладной биохимии и энзимологии

Светлана Геннадьевна Ильина, младший научный сотрудник

Татьяна Эдуардовна Муничева, младший научный сотрудник

ВНИИМС – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М.Горбатова» РАН, Углич

УДК 637.136.5; 637.3:637.1
DOI: 10.31515/2073-4018-2023-2-15-18

Молокосвертывающие ферментные препараты и органолептические показатели сыров

Исследовано влияние молокосвертывающих ферментных препаратов различной природы происхождения на формирование органолептических показателей полутвердых сыров с низкой температурой второго нагревания. Показано, что применение различных ферментов позволяет разнообразить органолептические характеристики полутвердых сыров.

Ключевые слова: молокосвертывающий ферментный препарат, полутвердый сыр, созревание, органолептические показатели.

Mordvinova V.A., Delitskaya I.N., Myagkonosov D.S., Ilyina S.G., Muncheva T.E. Milk-clotting enzyme preparations and organoleptic characteristics of cheeses
All-Russian Scientific Research Institute of Butter- and Cheesemaking – Branch of V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems, Uglich

The effect of milk-clotting enzyme preparations of various origins on the formation of organoleptic indicators of semi-hard cheeses with a low temperature of the second heating was studied. It is shown that the use of various enzymes makes it possible to diversify the organoleptic characteristics of semi-hard cheeses.

Key words: milk-clotting enzyme preparation, semi-hard cheese, ripening, organoleptic characteristics.

Несмотря на все трудности, возникшие в сыродельной промышленности в 2022 г., объемы производства натуральных сыров и сырных продуктов (по данным Союзмолоко) увеличились с января по август на 3,1 % и 7,8 % соответственно. Главная задача, стоящая перед производителем, сделать свою продукцию привлекательной на рынке, и вопросы качества и его стабильности играют в этом не последнюю роль.

Сыроделие — многофакторное производство, где конечный результат зависит не только от качества молока-сырья, но и от используемых функционально необходимых компонентов, технологической грамотности и дисциплины при обработке сырного зерна, условий созревания и др.

Серьезным требованием со стороны сетей является не только срок годности сыра, но и ассортиментная линейка одного производителя. Расширение ассортимента — непростая и достаточно затратная задача для изготовителя сыра, поэтому возможность получения различий во вкусе сыров, выработанных на одном технологическом оборудовании с незначительными отличиями в технологическом регламенте, является достаточно привлекательным способом.

Вкусовой букет сыра формируется в процессе его созревания, т. е. выдержки при определенных температурно-влажностных режимах в течение времени, заданного технологической инструкцией.

Созревание сыра — длительный и многогранный ферментативный процесс, базирующийся на первичной реакции коагуляции казеина молока под действием молокосвертывающих ферментных препаратов (МФП). Кроме того, молокосвертывающие ферменты ответственны за образование первичных продуктов протеолиза с длинной полипептидной цепью. Дальнейшие процессы протеолиза происходят при совместном действии коагулирующих ферментов и бактериальных протеиназ заквасочной микрофлоры [1]. В формировании вкуса сыра более значимую роль играют пептиды и аминокислоты. Сами белки мало влияют на вкус, однако играют важную роль в формировании его структуры и консистенции [2].

Таблица 1

Химические показатели сыров после прессования

Вариант	Активная кислотность, ед. рН	Массовая доля влаги, %
1	5,34±0,05	46,8±0,5
2	5,36±0,04	47,4±0,6

Таблица 2

Количество углеводов в сырах после прессования

Вариант	Массовая доля углеводов, %		Массовая доля молочной кислоты, %
	лактоза	галактоза	
1	–	0,56±0,05	0,91±0,05
2	–	0,57±0,05	0,92±0,05

Вторичный протеолиз под действием МФП оказывает влияние на вкус сыра несколькими путями. В процессе созревания могут образовываться пептиды с низкой молекулярной массой, имеющие горький вкус (так называемые «горькие пептиды»). Если процесс протеолиза тормозится на этой стадии, то в готовом продукте обнаруживают порок «горечь». Чаще всего это происходит при применении МФП с высокой протеолитической активностью. Крупные пептиды являются субстратами для протеиназ и пептидаз микрофлоры закваски, под действием которых в сырах образуются вкусовые и ароматические соединения [3].

В настоящее время на российском рынке представлен широкий ассортимент молокосвертывающих ферментных препаратов животного, растительного и микробного происхождения. Все эти препараты имеют свои преимущества и недостатки, определяющие область их применения.

Свойства МФП определяют качество и выход сыра, его вкусовые характеристики и стабильность в хранении [4]. Исследования зарубежных ученых также подтверждают это. Так, было показано, что при выработке сыра из коровьего молока, но с использованием козьего сычужного фермента была зарегистрирована более низкая протеолитическая активность. Но в случае использования козьего молока, наоборот, отмечался более интенсивный протеолиз, приведший к повышенному содержанию свободных аминокислот, участвующих в формировании пикантного вкуса и аромата [5].

Целью исследований было изучение влияния двух видов МФП различного происхождения, представленных на российском рынке, на формирование органолептических показателей полутвердого сыра.

Для исследований были взяты следующие МФП:

вариант № 1 — NATUREN Extra 220 животного происхождения (компания Chr. Hansen);

вариант № 2 — CHY-MAX Supreme 1000 микробного происхождения (компания Chr. Hansen).

Сыры выработывали по единому технологическому регламенту в экспериментальном цехе ВНИИМС из коровьего молока-сырья, соответствующего всем критериям сыропригодности как по составу, так и бактериальной чистоте.

При выработке сыров использовалась производственная закваска, приготовленная из чистых культур мезофильно-термофильных микроорганизмов. Дозу МФП устанавливали в соответствии с рекомендациями производителя. Температура второго нагревания составляла $39 \pm 0,5$ °С, прирост титруемой кислотности в процессе обработки зерна не имел различий по вариантам. Формование проводили под слоем сыворотки из пласта. Химические показатели сыра после прессования представлены в табл. 1.

Как видно из данных табл. 1, значения химических показателей сыров после прессования не имели различий по вариантам. Это свидетельствует о том, что перед началом созревания условия для действия протеолитических ферментов (массовая доля влаги и активная кислотность) были одинаковыми.

Результаты исследования остаточных углеводов в сыре после прессования показали, что молочнокислый процесс

Таблица 3

Физико-химические показатели сыров в процессе созревания

Вариант	Активная кислотность, ед. рН	Массовая доля, %		
		влага	жир в пересчете на сухое вещество	поваренная соль
После прессования				
1	5,34±0,05	46,8±0,5	–	–
2	5,36±0,05	47,4±0,5	–	–
30 сут				
1	5,20±0,05	40,0±0,5	–	–
2	5,18±0,05	40,0±0,5	–	–
45 сут				
1	5,27±0,05	40,0±0,5	–	–
2	5,20±0,05	39,9±0,5	–	–
60 сут				
1	5,07±0,05	39,4±0,5	44,8±1,1	2,1±0,1
2	4,98±0,05	40,6±0,5	45,9 ±1,1	2,0±0,1

Таблица 4

Органолептическая оценка сыров в процессе созревания

Вариант	Характеристика показателя для сыра в возрасте, сут/балльная оценка		
	30	45	60
Вкус и запах			
1	Слабовыраженный сырный (++)*, кисловатый (+++) – 37 баллов	Умеренно выраженный сырный, кисловатый (+), яркий вкусовой букет, легкие сливочные ноты – 41 балл	Выраженный сырный вкус и выраженный аромат, слегка кисловатый (+), легкие сливочные ноты, яркий вкусовой букет, слегка острый – 44 балла
2	Слабовыраженный сырный (+++), более кислый (++++) – 37 баллов	Умеренно выраженный сырный, кисловатый (+++) – 40 баллов	Выраженный сырный, кисловатый (+++), слегка острый – 42 балла
Консистенция			
1	Хорошая, слегка плотная – 24 балла	Эластично-пластичная – 25 баллов	Эластично-пластичная – 25 баллов
2	Хорошая, слегка плотная – 24 балла	Эластично-пластичная, слегка плотная – 24 балла	Эластично-пластичная, слегка плотная – 24 балла
Рисунок			
1	Отдельные глазки правильной формы – 10 баллов	Отдельные глазки правильной формы – 10 баллов	Отдельные глазки правильной формы – 10 баллов
2	Отдельные глазки правильной формы – 10 баллов	Отдельные глазки правильной формы – 10 баллов	Отдельные глазки правильной формы – 10 баллов

* Количество «+» зависит от интенсивности вкусовой ноты.

прошел на высоком уровне и темпы сбраживания лактозы в сырах обоих вариантов были близки, так же как и степень накопления молочной кислоты (табл. 2). Включение в

состав заквасочной микрофлоры *Str. thermophilus* и создание благоприятных условий для его развития в процессе обработки зерна и прессования сырных головок позволило стимулировать процесс сбраживания лактозы до помещения сырных головок в рассол.

В процессе созревания с интервалом 30 сут контролировали физико-химические и органолептические показатели (табл. 3).

Незначительные различия в активной кислотности сыров нашли свое отражение при органолептической оценке (табл. 4).

Как видно из табл. 4, в сыре варианта №1 к концу созревания сформировался гармоничный вкусовой букет с выраженным сырным вкусом и наличием легких сливочных нот, легкой кисловатостью и остротой. Сыр варианта 2 также характеризовался выраженным сырным вкусом, с легкой кислинкой. В связи с менее интенсивным протеканием протеолиза и формированием более плотной консистенции, восприятие кислых и сливочных нот изменилось, сыр сохранял эффект органолептического профиля более молодого сыра. Балльная оценка в обоих вариантах была достаточно высокой, хоть и отличалась по абсолютному значению.

Различие во вкусовом букете (рис. 1) сочетается с данными, характеризующими интенсивность протеолитических процессов, представленными в табл. 5. Сыры варианта №1 имели повышенный уровень протеолиза уже на начальной стадии созревания, причем данная тенденция сохранялась в течение всего исследуемого периода (60 сут).

На рис. 2 представлены диаграммы молекулярно-массового распределения продуктов протеолиза исследуемых сыров. Более высокое количество продуктов протеолиза характерно для сыра варианта №1 (красная линия), что свидетельствует о более интенсивном протеолизе в сыре, выработанном с NATUREN Extra 220, что хорошо коррелирует с показателем степени протеолиза (см. табл. 5) и данными органолептической оценки сыра (табл. 6). Для сыра, выработанного с CHY-MAX Supreme 1000 (вариант №2), характерна более низкая степень протеолиза, что проявилось в накоплении меньшего количества продуктов протеолиза и, как следствие, формировании более плотной консистенции.

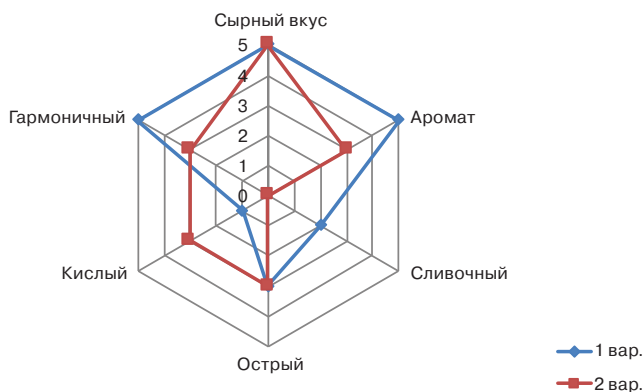


Рис. 1. Профилограммы вкуса и аромата экспериментальных сыров

Таблица 5

Степень протеолиза в сырах в процессе созревания

Вариант	Степень протеолиза сыра в возрасте, сут, %				
	0	15	30	45	60
1	6,01±0,2	15,53±0,2	26,08±0,2	27,2±0,2	31,7±0,2
2	5,69±0,2	9,02±0,2	18,00±0,2	23,8±0,2	25,6±0,2

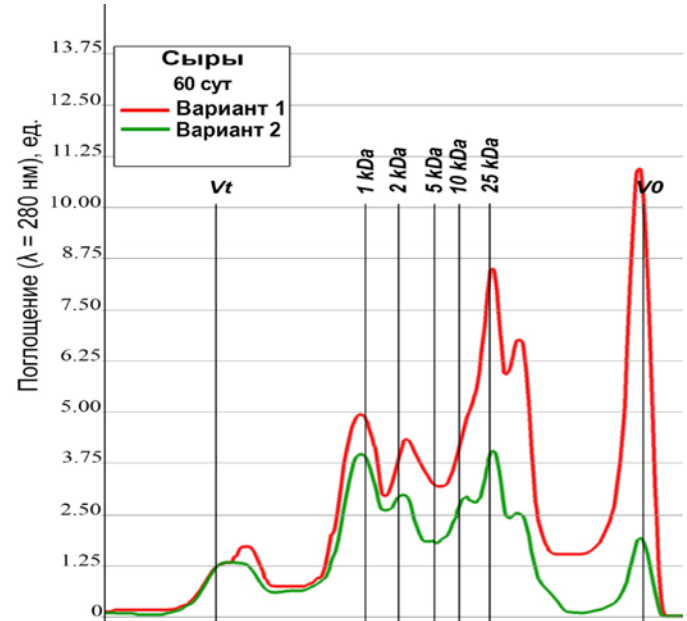


Рис. 2. Диаграмма молекулярно-массового распределения продуктов протеолиза

Таблица 6

Органолептическая оценка сыров в процессе хранения

Вариант	Характеристика показателя для сыра в возрасте, месяц/балльная оценка	
	Вкус и запах	
1	Выраженный сырный, яркий сырный аромат, легкие сливочные ноты, легкая острота, гармоничный – 45 баллов	Выраженный сырный, яркий сырный аромат, легкие сливочные ноты, легкая острота, гармоничный – 45 баллов
2	Выраженный сырный, аромат менее выраженный, слегка кисловатый, легкая острота (по сравнению с вариантом №1) – 43 балла	Выраженный сырный, аромат менее выраженный, слегка кисловатый, легкая острота, более бедный вкусовой букет (по сравнению с вариантом №1) – 43 балла
Консистенция		
1	Эластично-пластичная, хорошо расходуется при разжевывании – 25 баллов	Эластично-пластичная, хорошо расходуется при разжевывании – 25 баллов
2	Хорошая, слегка плотная – 24 балла	Хорошая, слегка плотная, хуже (по сравнению с вариантом №1) расходуется при разжевывании – 24 балла
Рисунок		
1	Отдельные глазки правильной формы – 10 баллов	Отдельные глазки правильной формы – 10 баллов
2	Отдельные глазки правильной формы – 10 баллов	Отдельные глазки правильной формы – 10 баллов

Наблюдения за качеством сыров в процессе хранения в течение 60 сут (табл. 6) показали следующее: сыры варианта № 1 во вкусовом букете приобрели более насыщенные ноты, что позволило оценить их максимальной балльной оценкой — 45 баллов даже через 3 мес хранения. Сыры варианта № 2, так же как и в кондиционном возрасте, сохранили отличие во вкусовом букете от сыров варианта № 1, при этом балльная оценка находилась на высоком уровне, хоть и незначительно отличалась от оценки сыров варианта № 1—44 балла.

Различия в оценке консистенции, отмеченные в кондиционном возрасте сыров, сохранились и в процессе хранения. Консистенция сыров варианта № 2 была более плотной.

Проведенные на этом этапе исследования показали, что использование при выработке полутвердых сыров молокосвертывающих ферментных препаратов различного происхождения может способствовать расширению свойств сыров для различных задач производства. Можно отметить, что сыры с ферментным препаратом СНУ-MAX Supreme 1000 второго варианта предполагают большую хранимоспособность в режимах длительного созревания и хранения. Полученная более плотная структура сыров может обеспечить их хорошую нарезаемость при порционировании, слайсировании и натирании. Следующим этапом исследования возможно сравнение сыров с теми

же ферментными препаратами, но с увеличением массовой доли влаги в сырах с СНУ-MAX Supreme 1000 для форсирования протеолиза и последующего анализа органолептического профиля, что может дать определенный экономический результат для производства.

Работа проводилась в рамках исследований по государственному заданию № FNEN — 2019–0011 Федерального научного центра пищевых систем им. В.М.Горбатова Российской академии наук.

Список литературы

1. Белов, А.Н. Формирование органолептических показателей сыров и управление процессом созревания / А.Н.Белов, А.В.Кригер, А.Д.Коваль // Сыроделие и маслоделие. 2018. № 4. С. 36–38.
2. Кригер, А.В. Влияние ферментативных препаратов на процесс созревания и качество сыров. Влияние молокосвертывающих и липолитических ферментов на процесс созревания и качество сыров. [Текст] / А.В.Кригер, А.Н.Белов: монография // LAR LAMBERT Academic Publishing. 2011. С. 1–158.
3. Коваль, А.Д. Молокосвертывающие препараты в сыроделии / А.Д. Коваль, А.Н.Белов, В.В.Ельчанинов // Сборник научных трудов «Научное обеспечение сыродельной отрасли». – Барнаул, 2004. С. 80.
4. Абрамов, Д.В. Современные тенденции рынка молокосвертывающих ферментных препаратов / Д.В.Абрамов [и др.] // Сыроделие и маслоделие. 2018. № 6. С. 21–23.
5. Сыр. Научные основы и технологии. Т. 1. Глава 21. / Кн. под ред. П.Л. МакСуини и др. – СПб.: Профессия, 2008. – С. 76–77.