

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МОЛОКОСВЕРТЫВАЮЩИХ ФЕРМЕНТОВ НА ПОЯВЛЕНИЕ ГОРЬКОГО ВКУСА ВО ВРЕМЯ ХРАНЕНИЯ МЯГКОГО СЫРА

Д.С. Мяконосов, канд. техн. наук, И.Н. Делицкая, канд. техн. наук, В.А. Мордвинова, канд. техн. наук, Д.В. Абрамов, канд. техн. наук, ВНИИ маслodelия и сыроделия – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Углич

В статье приведены данные исследования влияния молокосвертывающих ферментов различного типа и происхождения на появление горького вкуса во время хранения мягкого сыра «Любительский».

Молокосвертывающие ферментные препараты являются функционально необходимыми компонентами для производства большинства групп сыров, производимых в России. Технологии их производства были разработаны достаточно давно с учетом двух важных обстоятельств: дефицита (из-за недостатка сычугов телят) и низкого качества молокосвертывающих ферментов (большая доля пепсина и загрязняющих примесей в составе препаратов). Для получения сыра высокого качества с использованием данных ферментных препаратов необходима корректировка их количества в каждой выработке, т.к. как повышенная, так и пониженная доза внесения таких молокосвертывающих ферментов (МФ) приводила к появлению пороков вкуса и консистенции. Для установления необходимого минимального количества МФ, позволяющего получить образование сгустка, предпринималось проведение сычужной пробы с помощью прибора («кружки») ВНИИМС.

К настоящему времени ситуация с доступностью и качеством МФ в России кардинально изменилась. Основная масса используемых в России МФ ввозится по импорту, причем большая часть из них – это рекомбинантные МФ и МФ микробного типа. МФ современных марок можно без ущерба качеству сыров вносить в высоких дозах, достигая преимуществ в виде короткой продолжительности свертывания, получения плотного сгустка с высокой скоростью синерезиса и повышения выхода сыра.

Большинство исследований, проводимых с этими ферментными препаратами, выполнено на созревающих полутвердых сырах. В то же время исследование влияния современных молокосвертывающих препаратов на качество и хранимospособность мягких сыров представляет не только научный, но и практический интерес.

Сыр «Любительский» – классический образец мягкого сыра с массовой долей жира в сухом веществе 50 % без созревания, вырабатываемый по ГОСТ 32263-2013 «Сыры мягкие. Технические условия».

При производстве сыров использовали бактериальную закваску на основе БК-Углич-№ 4, состоящую из *Lactococcus lactis*, *Lactococcus cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *diacetylactis* и *Leuconostoc* ssp., в дозе 1,5 % с предварительной активизацией на стерилизованном молоке. Для свертывания молока использовали МФ марок Marzyme® MT 2200, Naturen® Extra 220 NB, Chy-max® M 1000.

Технологический процесс выработки мягкого сыра вели тождественно во всех вариантах. Однако, несмотря на это, качество сыворотки в конце обработки сырного зерна имело различия, обусловленные разным типом использованного МФ.

На рис. 1 показаны хроматограммы молекулярно-массового распределения растворимых белковых веществ сыворотки, полученной от сыров, произведенных с разными типами МФ.

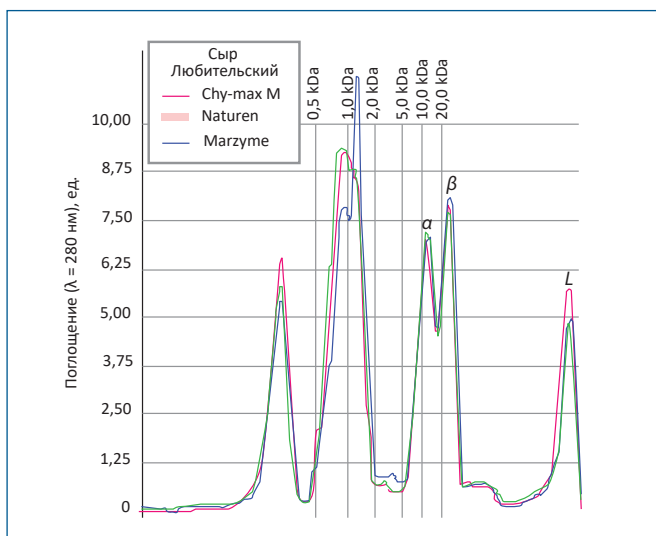


Рис. 1. Молекулярно-массовое распределение растворимых белковых веществ сыворотки, полученной от сыров, произведенных с разными типами МФ: L – белковая фракция, содержащая липопротеины, фосфолипиды и казеины, α – фракция альфа-лактоальбумина, β – фракция бета-лактоглобулина

Органолептические показатели образцов сыра «Любительский» в течение исследуемого срока хранения

Срок хранения, сут	Показатель	Значение показателя для сыров, произведенных с МФП марки		
		Marzyme MT 2200 (вариант № 1)	Naturen Extra 220 (вариант № 2)	Chy-max M 1000 (вариант № 3)
5	Вкус	Чистый, кисломолочный, в меру соленый	Чистый, кисломолочный, солоноватый (более кислый в сравнении с вар. 1)	Чистый, кисломолочный (чуть менее кислый в сравнении с вар. 1 и 2)
	Консистенция	Нежная, однородная	Нежная, однородная (более пластичная в сравнении с вар. 1)	Однородная (более плотная в сравнении с вар. 1 и 2)
10	Вкус	Чистый, кисломолочный, в меру соленый	Чистый, кисломолочный, в меру соленый (очень слабая горечь)	Чистый, кисломолочный, в меру соленый
	Консистенция	Мажущаяся, вязкая	Мажущаяся, вязкая (более мажущаяся в сравнении с вар. 1)	Мажущаяся, невязкая (более плотная в сравнении с вар. 1 и 2)
12	Вкус	Кисломолочный (усилился в сравнении с 10 сут), умеренно выраженный горький вкус	Кисломолочный, легкая горечь	Чистый, кисломолочный
	Консистенция	Пластичная, мажущаяся	Мажущаяся, вязкая, липнет к ножу при разрезании	Мажущаяся, невязкая (более плотная в сравнении с вар. 1 и 2)

Это позволило установить, что молекулярно-массовое распределение белковых веществ сыворотки от сыров, произведенных с Marzyme, отличается от молекулярно-массового распределения в образцах сыворотки от сыров, произведенных с МФ Naturen и Chy-max M. При этом молекулярно-массовое распределение белковых веществ в сыворотке от МФ Naturen и Chy-max идентично молекулярно-массовому распределению белковых веществ молочной сыворотки, выделенной путем кислотной коагуляции белков молока (хроматограмма не приведена, чтобы не загромождать график). Это говорит о наличии большого протеолитического действия Marzyme на белки молока уже на стадии производства сыра в ванне в сравнении с другими вариантами МФ. Большой уровень протеолитической активности Marzyme может быть причиной получения более слабого сгустка и больших потерь сухих веществ в сыворотку.

Выработанные сыры после посолки, обсушки были упакованы под вакуумом в пакеты из полимерной пленки Амивак СН-В и направлены на хранение при температуре от 2 до 4 °С.

Свежие сыры перед упаковкой имели чистый, кисломолочный, в меру соленый вкус и характерный запах, нежную, однородную по всей массе консистенцию. На данном этапе сыры характеризовались ломкой структурой со свободно отделяющейся на срезе сывороткой. Необходимо отметить, что различий между вариантами по органолептическим показателям не было.

Не было значимых отличий и в физико-химических показателях сыра, они соответствовали требованиям стандарта, что давало возможность исключить влияние состава сыра на его хранимостпособность.

Срок годности сыра, согласно ГОСТ 32263-2013 «Сыры мягкие. Технические условия», составляет 7 сут. Однако в целях научного интереса этот срок был увеличен до 12 сут. Изменение органолептических показателей образцов сыра «Любительский», произведенных с МФ разного типа, на протяжении срока хранения при указанных температурных режимах представлено в таблице.

Через 12 сут хранения сыры, изготовленные с МФ Naturen, приобретали мажущуюся, липнущую к ножу при разрезании консистенцию. Для дальнейшего хране-

ния они были непригодны. Сыры, произведенные с МФ Marzyme, характеризовались несколько более плотной консистенцией и обладали способностью к нарезанию. Сыры, изготовленные с МФ Chy-max® M, обладали к 12-м сут хранения в меру пластичной консистенцией и были пригодны для дальнейшего хранения. Структура (внешний вид на срезе) сыров, произведенных с использованием МФ разного типа, в конце срока хранения приведена на рис. 2.

Основными причинами такого изменения консистенции сыров были высокая влажность мягкого сыра и активность МФ, обусловившая различную степень протеолиза. Динамика образования водорастворимых продуктов протеолиза в вариантах сыров, произведенных с использованием разных типов МФ, приведена на рис. 3.

Как следует из приведенных на рис. 3 данных, различия в накоплении водорастворимых белковых веществ в сырах отмечаются только после 10 сут хранения. К концу исследуемого срока хранения в сырах, произведенных с МФ Chy-max M, содержалось меньшее количество водорастворимых продуктов протеолиза, чем в сырах с МФ Marzyme и Naturen. Отсутствие видимого прироста продуктов протеолиза до 10 сут хранения можно

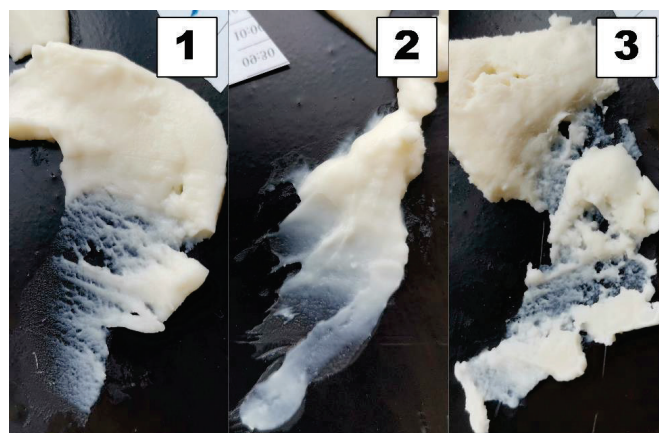


Рис. 2. Структура образцов мягкого сыра «Любительский», изготовленных с МФ марок: 1 – Marzyme; 2 – Naturen Extra; 3 – Chy-max M

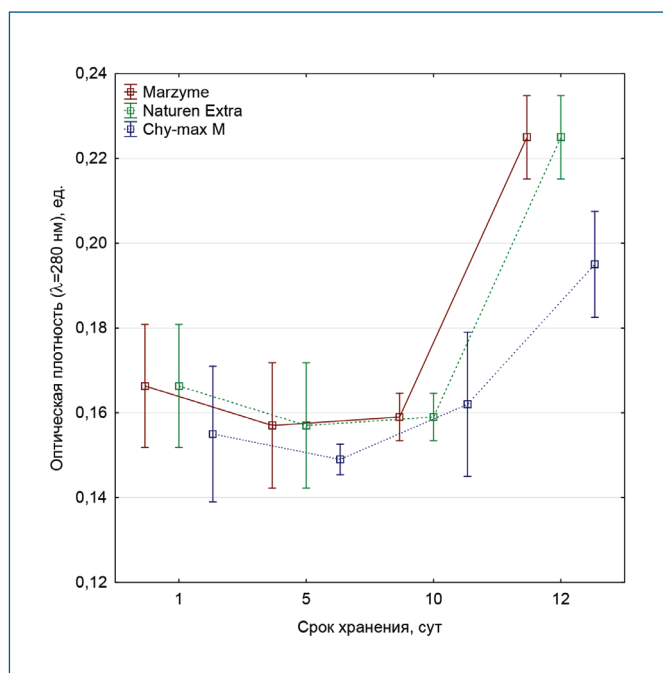


Рис. 3. Динамика протеолиза в сырах в процессе хранения по содержанию водорастворимых белковых веществ, определенных спектрофотометрическим методом. Данные приведены в форме «среднее значение $\pm$ стандартное отклонение» ($n = 3$)

объяснить торможением протеолитической активности молокосвертывающих ферментов в сыре при низкой температуре хранения 3 ± 1 °C. Картина отсутствия видимого приращения продуктов протеолиза до 10 сут хранения отмечалась в исследованиях Sheehan et al [1] при хранении сыров при 4 °C.

Другой причиной, объясняющей различия по степени протеолиза между вариантами сыров, изготовленными с разными типами МФ, является разная протеолитическая специфичность данных МФ. Сыры, произведенные с МФ микробного происхождения Marzyme и сычужным ферментом Naturen, которые характеризовались одинаковой степенью протеолиза, имели отличия в качественном составе водорастворимых продуктов протеолиза. Графики молекулярно-массового распределения водорастворимых белковых веществ, выделенных из сыров, которые были изготовлены с использованием разных типов МФ, приведены на рис. 4.

Из данных, представленных на рис. 4, следует, что среди водорастворимых продуктов протеолиза в сырах, произведенных с МФ Marzyme и Naturen, содержится примерно равное количество пептидов массой от 5 до 20 кДа, но Marzyme образует большее количество пептидов массой < 5 кДа, чем Naturen, а Naturen образует большее количество пептидов массой > 20 кДа, чем Marzyme.



ингредиенты для молочной промышленности

MILKING

Российская торговая компания **MILKING** работает в сфере молочных ингредиентов с 2004 года, эксклюзивно представляя на российском рынке итальянскую компанию **MARINO** — производителя высокоэффективных заквасочных культур, отвечающих всем требованиям современного производства.

Основные предлагаемые ингредиенты:

- заквасочные культуры прямого внесения для выработки кисломолочной продукции (йогурт, простокваша, ряженка, снежок, сметана, творог, кефирный продукт);
- заквасочные культуры для производства сыров;
- пробиотические культуры (*Bifidobacterium bifidum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*);
- защитные культуры с антимикробными свойствами.

Компания MILKING располагает:

- широким ассортиментом заквасочных культур;
- выгодным соотношением цены и качества;
- гарантией качества на предлагаемые ингредиенты;
- высокопрофессиональной технологической поддержкой;
- бесплатной экспресс-доставкой;
- бесплатным предоставлением пробных образцов.

117574, г. Москва, ул. Голубинская, д. 4А
E-mail: milking@bk.ru

Тел: (495) 647-09-85; (903) 596-25-28, (905) 502-33-10,
(964) 647-65-50 отдел продаж;
(903) 518-45-48 технологический отдел;
(965) 382-88-33 информационный отдел;
8 (912) 658-83-25 представительство в г. Екатеринбурге.

Вся продукция сертифицирована, не содержит ГМО и ГММ.

Соответствует требованиям российского законодательства. Будем рады сотрудничеству!



Протеаза *R. miehei* способна расщеплять большее количество пептидных связей, в сравнении с химозином [2], и образовывать, кроме крупных водорастворимых пептидов, также малые пептиды и свободные аминокислоты. Свободные аминокислоты и пептиды с малой молекулярной массой обладают вкусом. Наличие гидрофобных аминокислот в составе пептидов служит

причиной формирования их горького вкуса [3]. Пептиды с молекулярной массой свыше 6 кДа, даже содержащие в своем составе гидрофобные аминокислоты, не обладают горьким вкусом [4]. Избыточное накопление в сырах гидрофобных пептидов с молекулярной массой менее 6 кДа является причиной возникновения горького вкуса продукта. Наиболее выраженный горький вкус придают пептиды с молекулярной массой в диапазоне 0,5–3 кДа [5, 6]. Гидрофобные пептиды образуются, в частности, при гидролизе бета-казеина. Подобные горькие пептиды были обнаружены в сырах, произведенных с использованием химозина теленка, но отсутствовали в сырах, изготовленных с использованием химозина верблюда [7].

В исследованных сырах степень выраженности горького вкуса была пропорциональна содержанию водорастворимых пептидов с массой 0,5–3 кДа. В сырах с МФ Marzyme отмечалась более выраженная горечь («умеренно выраженный горький вкус»), чем в сырах с МФ Naturen («легкая горечь»). В сырах, произведенных с МФ Chy-max M, не отмечалось горького вкуса (см. таблицу).

Таким образом, проведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

- отсутствует значимое влияние типа используемого МФ на физико-химические показатели мягких сыров в начале срока хранения и выход сыра, что связано среди прочего с низкой интенсивностью и короткой продолжительностью обработки сырного зерна при производстве мягких сыров;

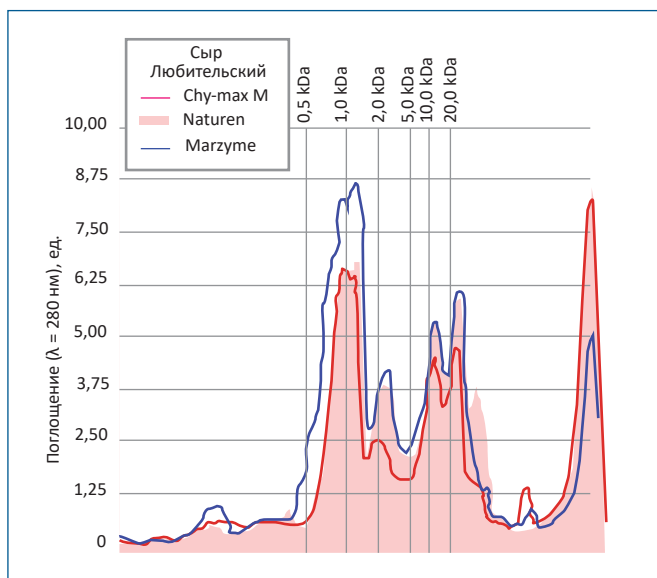


Рис. 4. Молекулярно-массовое распределение водорастворимых белковых веществ в образцах сыра «Любительский», произведенных с использованием разных типов МФ, в конце срока хранения

- МФ разного типа (животного, микробного происхождения или рекомбинантные) обладают разным уровнем протеолитической активности и отличаются по специфике протеолитического действия, что обуславливает разную степень протеолиза, которая определяет качество сыров в процессе хранения;
- молокосвертывающие ферменты в зависимости от степени выраженности горького вкуса в сырах после 12-суточного хранения можно представить в следующей последовательности: МФ микробного происхождения Marzyme («умеренно выраженный горький вкус»), натуральный сычужный фермент Naturen («легкая горечь»), МФ рекомбинантного типа Chu-max M (отсутствие горького вкуса);
- использование при производстве мягких сыров МФ на основе рекомбинантного химозина верблюда позволяет увеличить срок хранения сыров, за счет длительного сохранения кондиционной консистенции и вкуса без образования порока горечи. МФ микробного происхождения на основе протеазы *R. miehei* в сравнении с телячьим сычужным ферментом производит такой же протеолиз и обеспечивает равную продолжительность срока хранения сыров. При производстве мягких сыров МФ микробного происхождения могут служить экономически обоснованной заменой дорогостоящему сычужному ферменту. 💧

Литература:

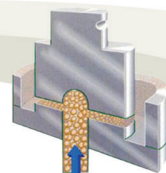
1. Sheehan J.J., O'Sullivan K., Guinee T.P. Effect of coagulant type and storage temperature on the functionality of reduced-fat Mozzarella cheese // Lait. – 2004. – Vol. 84. – P. 551–566. <https://doi.org/10.1051/lait:2004031>
2. Jaros D., Rohm H. Rennets: Applied Aspects. Chapter 3 in book: Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology (ed. McSweeney P.L.H., Fox P.F., Cotter P.D., Everett D.W.), 4th edition – Vol. 1. Elsevier: Academic Press., 2017. – P. 53–57. ISBN: 978-0-12-417012-4.
3. Lemieux, L., Simard, R.E. Bitter flavour in dairy products. I. A review of the factors likely to influence its development, mainly in cheese manufacture // Lait. – 1991. – Vol. 71(6). – P. 599–636.
4. Lemieux L., Simard R.E. Bitter flavor in dairy products. II. A review of bitter peptides from caseins: their formation, isolation and identification, structure masking and inhibition // Lait. – 1992. – Vol. 72(4). – P. 335–385. <https://doi.org/10.1051/lait:1992426>
5. Lee K.-P. D., Warthesen J.J. Preparative Methods of Isolating Bitter Peptides from Cheddar Cheese // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 1996. – Vol. 44(4). P. – 1058–1063. <https://doi.org/10.1021/jf950521j>
6. Lee K.D, Lo C.G, Warthesen J.J. Removal of bitterness from the bitter peptides extracted from cheddar cheese with peptidases from *Lactococcus lactis* sp. cremoris SK11 // Journal of Dairy Science. – 1996. – Vol. 79(9). – P. 1521–1528. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(96\)76512-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(96)76512-8)
7. Bansal N., Drake M.A., Piraino P., Broe M.L., Harboe M., Fox P.F., McSweeney P.L.H. Suitability of recombinant camel (*Camelus dromedarius*) chymosin as a coagulant for Cheddar cheese. // International Dairy Journal. – 2009. – Vol. 19(9). – P. 510–517. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2009.03.010>

Реклама



ТЕХНОЛОГИЯ

производство оборудования
для пищевой промышленности



Наша компания поставляет сепараторы:

- сливоотделитель
- молоко очиститель
- для высокожирных сливок

с производительностью:
от 500 до 20 000 л/ч

для управления сепаратором
используется собственное
програмное обеспечение



ООО Технология
109382, г. Москва, Егорьевский проезд, д.3Ж, стр.8
Тел.: 8 (800) 600-47-69, (963) 786-42-29
e-mail: info@newhomogenizer.ru, aleks-podrezov@yandex.ru
www.newhomogenizer.ru