

6. Antioxidant capacity of cow milk, whey and deproteinized milk / A. Zulueta [et al.] // Int. Dairy J. — 2009. — Vol. 19, № 6–7. — P. 380–385.
7. Preparation of antioxidant enzymatic hydrolysates from alpha-lactalbumin and beta-lactoglobulin. Identification of active peptides by HPLC-MS/MS / B. Hernández-Ledesma [et al.] // J. Agric. Food Chem. — 2005. — Vol. 53, № 3. — P. 588–593.
8. Тарун, Е.И. Сравнение антиоксидантных активностей галловой, кофейной и хлорогеновой кислот / Е.И. Тарун // Труды БГУ. — 2014. — Т. 9, ч. 7. — С. 186–191.
9. Identification of bioactive peptides after digestion of human milk and infant formula with pepsin and pancreatin / B. Hernández-Ledesma [et al.] // Int. Dairy J. — 2007. — Vol. 17, № 1. — P. 42–49.

Рукопись статьи поступила в редакцию 25.06.2016

T.M. HALAVACH, V.P. KURCHENKO, K.I. TARUN

PROTEIN-PEPTIDE COMPOSITION AND RADICAL REDUCING PROPERTIES OF FERMENTED BOVINE COLOSTRUM

The comparative characteristic of protein-peptide component and antioxidant activity of native and fermented bovine colostrum was presented. According to the results of experimental work new data about the influence of colostrum fermentation to change its biologically active properties was received. Based on spectrophotometric and fluorimetric research the increase of antioxidant activity of fermented colostrum sample was found that provided by addition of peptide component as a result of protein substrates hydrolysis with proteolytic bacterial systems.

УДК 637.334.2.07:579.67(047.31).476

В статье представлены результаты изучения диффузии натамицина внутрь полутвердых сыров в процессе изготовления и хранения. Установлено, что диффузия натамицина в прикормковый слой сыра в течение первых суток после обработки более интенсивно протекала в сырах, обработка которых осуществлялась погружением в суспензию с концентрацией натамицина 0,2 %. Содержание натамицина в поверхностном слое у сыров, которые окунали в суспензию, почти в 2 раза выше по сравнению с сырами, обработка которых осуществлялась посолкой в рассоле с концентрацией натамицина 0,01 %. Способ обработки сыра натамицином, предусматривающий погружение его в суспензию, является более эффективным, так как обеспечивает достаточно постоянный уровень содержания натамицина в поверхностных слоях сыра в течение длительного времени. Содержание натамицина в поверхностном слое сыра, обработка которого осуществлялась этим способом, превышало аналогичные показатели варианта с посолкой в рассоле в 30 раз (после 60 суток созревания).

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИФФУЗИИ НАТАМИЦИНА В ПРОЦЕССЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ХРАНЕНИЯ ПОЛУТВЕРДЫХ СЫРОВ

**РУП «Институт мясо-молочной промышленности»,
Минск, Республика Беларусь**

Л.Л. Богданова, кандидат технических наук,
заведующий лабораторией технологий сыроделия и маслоделия;
И.Б. Фролов, старший научный сотрудник
лаборатории технологий сыроделия и маслоделия

Качество молочных продуктов — то есть совокупность свойств, отражающих способность продукта обеспечивать органолептические характеристики, потребность организма в пищевых

веществах, безопасность его для здоровья, надежность при изготовлении и хранении — является одной из основополагающих характеристик, оказывающих решающее влияние на создание потребительских предпочтений и формирование конкурентоспособности.

При хранении продовольственных товаров в их составе происходят различные изменения, являющиеся результатом сложных физико-химических и микробиологических процессов. Эти процессы тесно связаны между собой, возможность и скорость их прохождения определяются многими факторами: составом продуктов, влажностью, pH среды, активностью ферментов, особенностями технологии хранения и переработки сырья, наличием в растительном и животном сырье и готовых продуктах антимикробных, антиокислительных и консервирующих веществ. Однако, как бы ни различались механизмы данных процессов, их результатом является порча, т.е. ухудшение качества пищевых продуктов. Поэтому обеспечение качества и безопасности пищевых продуктов, увеличение сроков их хранения, уменьшение потерь имеют громадное социальное и экономическое значение.

Одной из частных задач, стоящих перед отечественным сыроделием, является совершенствование способов использования антимикробных и фунгицидных препаратов для защиты от развития плесеней на поверхности полутвердых и твердых сыров, и ее решение имеет большое значение для обеспечения безопасности и экологической чистоты вырабатываемых сыров, а также рентабельности сыродельных предприятий.

В последнее время на многих сыродельных предприятиях для предотвращения развития посторонней микрофлоры на поверхности сыра используется препарат натамицин. Натамицин (пимарицин, консервант Е 235) — антимикотический полиеновый антибиотик макролидной группы, имеющий широкий спектр действия, получаемый культивированием бактерий *Streptomyces natalensis*. Он оказывает эффективное ингибирующее действие против дрожжей, плесневых грибов и не действует против бактерий, вирусов и актиномицетов. Натамицин воздействует на мембрану клетки гриба (связывает стиролы клеточных мембран, тем самым нарушает их функции), увеличивая её проницаемость и разрушая её структуру, что приводит к гибели клетки. Активность натамицина в 500 раз выше, чем у сорбиновой кислоты. Размножение большинства видов плесневых грибов и дрожжей можно подавить при помощи натамицина в концентрации 0,001 мг/кг. Наибольшая активность натамицина обеспечивается в пределах от 3 до 9 ед. pH. Растворимость его в воде очень низка и составляет всего 0,005 %.

Целью работы являлось исследование содержания натамицина в поверхностном слое сыра после обработки, а также изучение его диффузии внутрь сыра в процессе хранения.

Материалы и методы. В работе использовали следующее сырье и материалы: молоко (цельное, нормализованное по жиру, обезжиренное), сливки из коровьего молока, заквасочные культуры, молокосвертывающий препарат, хлористый кальций, сыр с низкой температурой второго нагревания, формуемый насыпью, соль поваренную пищевую, натамицин, реактивы для проведения жидкостной хроматографии.

Методы исследований. Определение содержания натамицина осуществлялось по ГОСТ Р ИСО 9233-2-2011.

Подготовка к испытаниям. Навеску сыра массой 5-10 г тщательно измельчали, перемешивали и переносили в емкость для хранения пробы. В коническую колбу вместимостью 100 см³ взвешивали (5±0,01) г пробы для испытания, затем добавляли 50 см³ метанола. Перемешивали содержимое колбы в течение 90 мин на магнитной мешалке или аппарате для встряхивания. После этого добавляли в колбу 25 см³ воды, перемешивали и помещали ее в морозильную камеру на 60 мин. Охлажденный экстракт фильтровали через складчатый бумажный фильтр, отбрасывая первые 5 см³ фильтрата. Фильтрацию следует проводить, пока суспензия остается холодной, чтобы избежать помутнения фильтрата. После фильтрования раствор пропускали через мембранный микрофильтр с размером пор 0,45 мкм, а затем через мембранный микрофильтр с размером пор 0,20 мкм. Минимальное требуемое количество испытуемого раствора составляет 20 мкл для одного хроматографического измерения. Для проведения измерений использовали жидкостной хроматограф с УФ — детектором, способный проводить

измерения при длине волны 303 нм, оборудованный регистрирующим устройством. Для загрузки пробы использовали аналитическую колонку длиной 150 мм и диаметром 4,6 мм типа С8 с размером частиц 5 мкм. В работе были использованы следующие режимы проведения хроматографии — подвижная фаза: метанол — вода — уксусная кислота в соотношении 12:8:1; скорость потока 1 см³/мин, установка детектора 303 нм, 0,005 оптической единицы, вся шкала; регистрирующее устройство 10 мВ. Перед проведением измерений строили калибровочный график. Для этого отбирали пипеткой 1, 2, 4, 6, 8 см³ стандартного рабочего раствора натамицина концентрацией 5 мкг/см³ в мерные колбы вместимостью 50 см³. Содержимое колб доводили до метки водным раствором метанола и перемешивали. Полученные таким образом калибровочные растворы содержали 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 мкг/см³ натамицина. Поочередно вводили в колонку по 20 мкл каждого раствора, определяя площадь или высоту полученных пиков. Затем строили калибровочный график, нанося полученную площадь или высоту пика для каждого раствора по оси ординат относительно концентрации натамицина по оси абсцисс.

Проведение измерений. Для проведения испытаний 20 мкл испытуемого раствора вносили в аналитическую колонку. После этого измеряли площадь или высоту пика с таким же временем удерживания, что и калибровочные растворы натамицина. Массу натамицина в испытуемом растворе определяли путем интерполяции по калибровочному графику.

Результаты и их обсуждение. Для проведения исследований в лабораторных условиях были изготовлены опытные партии полутвердых ферментативных сыров с низкой температурой второго нагревания, формуемых насыпью. Сыр после самопрессования делили на две группы. Сыры первой группы (1 вариант) для посолки погружали в солевой раствор с концентрацией 20 % и активной кислотностью среды 5,4 ед. рН, в который был добавлен натамицин в количестве 1 г на 10 л раствора. Продолжительность посолки составила 4 часа, после чего сыр достали из рассола и обсушили в камере с температурой 11–12 °С и относительной влажностью воздуха 80–85 % в течение 1 суток. Сыры второй группы (2 вариант) для посолки помещали в солевой раствор с концентрацией 20 % и активной кислотностью среды 5,4 ед. рН. Продолжительность посолки составила 4 часа, после чего сыр достали из рассола и погрузили на 5 минут в суспензию натамицина в солевом растворе с концентрацией натамицина 20 г на 10 л раствора. После этого сыр обсушивали в камере с температурой 11–12 °С и относительной влажностью воздуха 80–85 % в течение 1 суток. После обсушки с поверхности головки сыра площадью 100 см² при помощи режущего инструмента последовательно с шагом 1,5–2 мм были отобраны образцы сыра для определения содержания натамицина в прикорковом слое. Отбор проб и проведение измерений осуществлялись в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9233-2-2011. Измерения проводились с помощью жидкостного хроматографа Flexar.

На первом этапе исследований изучалось содержание натамицина в поверхностном слое сыра после обработки. На рисунке 1 представлен график интенсивности диффузии натамицина в прикорковый слой сыра в течение первых суток после обработки.

Как следует из результатов проведенных исследований, диффузия натамицина в прикорковый слой сыра более интенсивно протекала в сырах второй группы. Установлено, что содержание натамицина в поверхностном слое у сыров, которые окунали в суспензию, почти в 2 раза превышает этот показатель по сравнению с сырами первой группы. Содержание натамицина в сырах, обработка которых натамицином осуществлялась с использованием солевого рассола, снижалось на глубине 3 мм в 3 раза, а на глубине 5 мм в 160 раз по сравнению с поверхностным слоем. В сырах с использованием суспензии содержание натамицина на глубине 5 мм снижалось в 40 раз по сравнению с поверхностным слоем. Известно, что растворимость натамицина в воде мала и составляет всего 0,005 %. Более высокое содержание его в прикорковом слое сыра, который погружали в суспензию, вероятно, можно объяснить тем, что на поверхности сыра в этом случае образуются мелкие кристаллы натамицина и последующая диффузия его в сыр протекает более интенсивно.

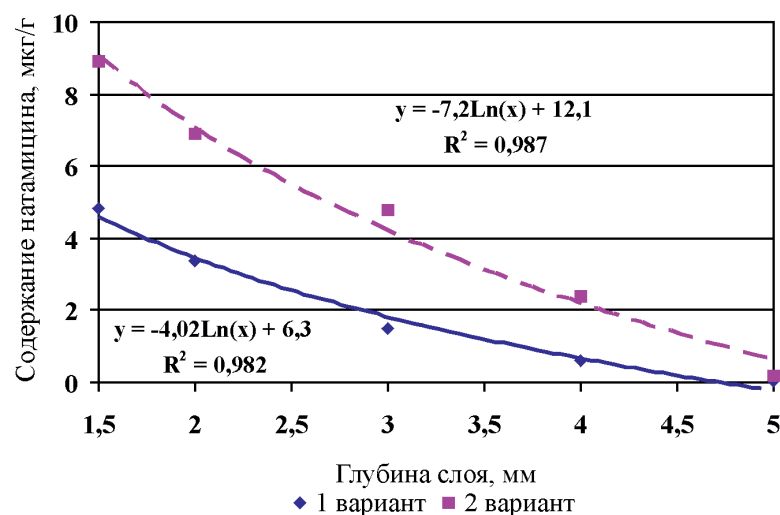


Рис. 1. Интенсивность диффузии натамицина

На втором этапе исследований изучалась диффузия натамицина внутрь сыра в процессе хранения. Результаты исследований содержания натамицина в сыре, обработка которого осуществлялась путем посолки в солевом растворе с концентрацией натамицина 0,01 %, представлены в табл. 1 и на рис. 2.

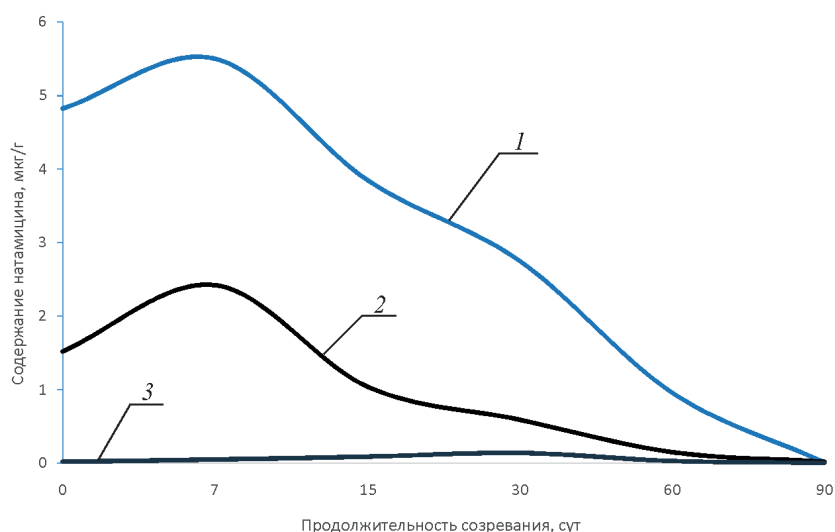


Рис. 2. Интенсивность диффузии натамицина внутрь сыра:
1 – глубина среза слоя сыра до 1,5 мм; 2 – глубина среза слоя сыра от 1,5 мм до 3 мм;
3 – глубина среза слоя сыра от 3 мм до 5 мм

Таблица 1. Содержание натамицина в сыре

Глубина отбора пробы, мм	Содержание натамицина в сыре, мкг/г					
	после посолки	через 7 суток	через 15 суток	через 30 суток	через 60 суток	через 90 суток
до 1,5	4,82±0,3	5,50±0,5	3,85±0,3	2,75±0,2	0,96±0,06	0,099±0,01
1,5–3	1,52±0,1	2,42±0,2	1,04±0,1	0,59±0,03	0,15±0,01	0,021±0,001
3–5	—	0,05±0,002	0,09±0,003	0,14±0,01	0,03±0,001	0,005±0,001

Как видно из полученных результатов, наибольшее содержание натамицина в поверхностном слое (до 1,5 мм) наблюдалось через 7 суток после обработки, затем его количество постепенно уменьшалось. Через 60 суток после обработки содержание натамицина в поверхностном слое

снизилась в 5 раз по сравнению с исходным, а через 90 суток – почти в 50 раз. Диффузия натамицина в сыр на глубину от 1,5 до 3 мм происходила следующим образом. Наибольшее его содержание наблюдалось через 7 суток после обработки, а затем его количество уменьшалось в 4 раза (через 30 суток), в 16 раз (через 60 суток) и в 115 раз (через 90 суток) по сравнению с максимальным значением. В сыре на глубине от 3 до 5 мм наблюдалось постепенное увеличение содержания натамицина, которое достигло своего максимального значения через 30 суток после обработки, затем его количество уменьшалось.

Диффузия натамицина внутрь сыра, обработка которого осуществлялась путем окунания его в суспензию натамицина с концентрацией 0,2 %, имела несколько другой характер. Результаты исследований содержания натамицина в сыре представлены в табл. 2.

Таблица 2. Содержание натамицина в сыре

Глубина отбора пробы, мм	Содержание натамицина в сыре, мкг/г					
	после посолки	через 7 суток	через 15 суток	через 30 суток	через 60 суток	через 90 суток
до 1,5	8,94±0,6	41,23±1,6	36,87±	45,77±2,2	32,44±1,2	1,195±0,1
1,5–3	4,78±0,2	4,18±0,2	5,62±0,4	8,39±0,5	7,54±0,5	0,275±0,01
3–5	—	0,31±0,01	0,43±0,02	1,15±0,1	1,08±0,1	0,069±0,02

Как следует из полученных результатов, в поверхностном слое (до 1,5 мм) содержание натамицина достигало максимального значения через 7 суток после обработки, затем оставалось практически неизменным на протяжении 60 суток созревания, после чего начинало снижаться. Содержание натамицина в сыре на глубине 1,5–3 мм достигало максимального значения через 30 суток, оставалось практически на таком же уровне на протяжении последующих 30 суток, а затем снижалось. Диффузия натамицина в сыр на глубину от 3 до 5 мм имела положительную динамику на протяжении первых 60 суток созревания, а затем снижалась. Пролонгированный характер накопления натамицина в более глубоких слоях сыра обусловлен, по-видимому, тем, что на поверхности сыра после обработки суспензией натамицина образуется тонкий слой микрорекристаллов натамицина, который в процессе хранения диффундирует внутрь сыра.

Исследование содержания натамицина в более глубоких слоях сыра (от 5 до 8 мм) показало, что при первом способе обработки (путем посолки в рассоле) на протяжении всего срока созревания натамицин в сыре не обнаруживается, а при втором способе обработки он содержится в незначительных количествах (менее 0,005 мкг/г).

Исследования диффузии натамицина внутрь сыра в процессе хранения показали, что способ обработки сыра натамицином, предусматривающий погружение его в суспензию, является более эффективным способом обработки, так как обеспечивает достаточно постоянный уровень содержания натамицина в поверхностных слоях сыра в течение длительного времени. Так, содержание натамицина в поверхностном слое сыра, обработка которого осуществлялась вторым способом, превышало аналогичные показатели первого варианта в 15 раз (после 30 суток созревания) и в 30 раз (после 60 суток созревания). Вместе с тем, для сыров с коротким сроком созревания (до 30 суток), с целью предотвращения превышения содержания натамицина в поверхностном слое выше нормируемых значений (около 20 мкг/г), рекомендуется использовать первый способ обработки. В случае использования второго способа (погружения в суспензию), необходимо уменьшить время воздействия суспензии натамицина до 30 секунд. С учетом результатов проведенных исследований разработаны рекомендации по использованию антимикробных и фунгицидных препаратов при изготовлении сыров.

Рукопись статьи поступила в редакцию 24.04.2016

L.L. BOGDANOVA, I.B. FROLOV

This article presents the result of studying of natamycin diffusion into cheese while producing and storing. The cheese was either submerged into the suspension with a concentration of 0,2% or put into the brine with a concentration of 0,01%. The suspension method has shown itself to be more effective as it provides stable natamycin concentration in coating surface of the cheese for a long time.