

Определение возможности использования в технологии полутвердого сыра ферментного препарата «Lactoferm»

Наталья Борисовна Гаврилова¹, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры
Наталья Леонидовна Чернопольская¹, д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры
Надежда Борисовна Копанева¹, аспирант

Александр Альбертович Майоров², д-р техн. наук, главный научный сотрудник
¹Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина, г. Омск

²Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий, отдел Сибирский НИИ сыроделия, г. Барнаул

Полутвердые сыры, благодаря своим уникальным органолептическим свойствам и полноценному биологическому составу, являются одним из основных продуктов в рационе современного человека и занимают важное место в системе здорового питания. В технологии полутвердого сыра процесс свертывания является одним из важных, он определяет выход сырной массы и качественные показатели готового продукта. В связи с чем целью проводимых исследований являлось экспериментальное определение возможности использования в технологии полутвердого сыра ферментного препарата торговой марки «Lactoferm». В состав опытной сырной массы входило нормализованное молоко с массовой долей жира 2,9 %, обогащенное молочно-белковой смесью «Милмикс Универсал» в количестве 0,3 % к массе нормализованного молока. Доза исследуемого фермента варьировалась от 3 до 5 г/100 кг смеси. Доза хлористого кальция во всех случаях составляла 30 г/100 кг смеси. Контролем служил образец с добавлением сычужного фермента СТ 50 из расчета 2,5 г/100 кг смеси. Эксперименты по свертыванию проводились с применением прибора «Реопласт 23» при температуре 27 ± 2 °С. Параллельно проводилось свертывание смеси и измерение предела прочности полученных сгустков по окончании процесса свертывания с использованием прибора «Реокон-2». Получены аналитические зависимости, на основании которых построены реограммы усилий на инденторе при свертывании смеси, графики влияния дозы исследуемого ферментного препарата на продолжительность времени до начала свертывания и на продолжительность времени до завершения процесса свертывания смеси. Проведена оценка влияния исследуемого ферментного препарата на продолжительность образования сгустка и установлена возможность его использования для свертывания нормализованного молока, обогащенного молочно-белковой смесью «Милмикс Универсал» в количестве 0,3 %, в технологии полутвердого сыра.

Ключевые слова: полутвердый сыр, ферментный препарат, свертывание, продолжительность свертывания, предел прочности сгустка

Для цитирования: Определение возможности использования в технологии полутвердого сыра ферментного препарата «Lactoferm» / Н. Б. Гаврилова, Н. Л. Чернопольская, Н. Б. Копанева, А. А. Майоров // Сыроделие и маслоделие. 2024. № 2. С. 54–59. <https://www.doi.org/10.21603/2073-4018-2024-2-2>



Введение

По литературным данным, общий дефицит белка оценивается количеством от 5 до 10 млн т в год [1]. Вследствие чего молоко и молочные продукты, особенно творог и сыры, являются важными источниками легко усвояемого организмом человека белка¹, 2 [2]. В настоящее время перед работниками сыродельной отрасли стоит задача увеличить производство высококачественных твердых и полутвердых сыров^{3, 4, 5, 6} и разработать технологии новых, по органолептическим показателям, пищевой и биологической ценности не уступающим импортным или превосходящие их^{7, 8} [3]. В связи с чем в исследованиях поставлена цель – экспериментально определить возможность использования в технологии полутвердого сыра ферментного препарата торговой марки «Lactoferm» (овечьего фермента).

Объекты и методы исследования

Молоко сырое по ГОСТ 52054-2003 «Молоко коровье сырье. Технические условия» (поставщик – АО «Учебно-опытное хозяйство «Пригородное», г. Барнаул). Молочно-белковая смесь «Милмикс Универсал» (производитель и поставщик – Группа Компаний Питерпром, ООО «Питерпром СЗ», Россия, г. Санкт-Петербург). Заквасочные культуры торговой марки «Lactoferm»⁹ (производитель – компания «Biochem Srl», Италия; поставщик на территории РФ – ООО «Током-Элит», г. Москва и Московская область). Ферментный препарат «Natural Rennet» (производитель – компания «Biochem Srl» (Италия), поставщик на террито-

рии РФ – ООО «Током-Элит», г. Москва и Московская область). Кальций хлористый CaCl₂ пищевой Fudix (производитель – компания Зиракс, Россия).

Для изготовления опытной сырной массы использовали нормализованное молоко с массовой долей жира 2,9 %, обогащенное молочно-белковой смесью «Милмикс Универсал» в количестве 0,3 % к массе нормализованного молока. Дозировка выбрана на основании результатов ранее проведенных экспериментов, с учетом рекомендаций производителя по дозировке на полутвердые сыры¹⁰.

Экспериментальные исследования проводились в лаборатории научно-прикладных и технологических разработок Сибирского научно-исследовательского института сыроделия Федерального Алтайского научного центра биотехнологий (г. Барнаул). В исследованиях использовались современные методы исследования и поверенные приборы.

Дозу овечьего фермента вводили в нормализованную смесь из расчета:

Образец 1 – 3 г/100 кг смеси (молока);

Образец 2 – 5 г/100 кг смеси (молока);

Образец 3 – 7 г/100 кг смеси (молока).

Доза хлористого кальция во всех случаях составляла из расчета 30 г/100 кг смеси. Контролем служил образец с добавлением сычужного фермента СГ 50 из расчета 2,5 г/100 кг смеси в соответствии с регламентируемыми нормативами при выработке твердых и полутвердых сыров.

¹Новокшанова, А. А. Особенности белков молока / А. А. Новокшанова // Переработка молока. 2020. № 10. С. 30–33. <https://www.elibrary.ru/dqfxfb>

²Мордвинова, В. А. Формирование консистенции полутвердых созревающих сыров / В. А. Мордвинова, И. Н. Делицкая, Ю. Я. Свириденко // Переработка молока. 2019. № 2. С. 38–39. <https://www.elibrary.ru/yuflrj>

³Новиков, В. Б. Сыроделие: большая задача для молочного бизнеса / В. Б. Новиков // Переработка молока. 2019. № 3. С. 32–36.

⁴Лейц, У. Инновационные технологии в обработке сыра / У. Лейц // Переработка молока. 2019. № 9. С. 44–45. <https://www.elibrary.ru/wmnycl>

⁵Иванова, В. Н. Национальные проекты как драйвер инновационного развития пищевого комплекса России / В. Н.

Иванова, Н. Д. Лукин, С. Н. Серегин // Переработка молока. 2020. № 3. С. 56–59. <https://www.elibrary.ru/gffckl>

⁶Делицкая, И. Н. Новый тренд в сыроделии: полутвердые сыры с редуцированной калорийностью /

И. Н. Делицкая, В. А. Мордвинова, Ю. Я. Свириденко // Переработка молока. 2018. № 10. С. 52–53. <https://www.elibrary.ru/yvlsyx>

⁷Копанева, Н. Б. Использование концентрата молочных белков в технологии сыра с высокой температурой второго нагревания /

Н. Б. Копанева, Н. Б. Гаврилова, Н. Л. Чернопольская // Новейшие достижения в области медицины, здравоохранения

и здоровьесберегающих технологий. Сборник материалов I Международного конгресса. Под общей редакцией А. Ю. Просекова. –

Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2022. – С. 195–198. <https://doi.org/10.21603/-I-IC-61>; <https://www.elibrary.ru/zrzehn>

⁸Скотт, Р. Производство сыра: научные основы и технологии / Р. Скотт, Р. К. Робинсон,

Р. А. Уилби. – СПб.: Профессия, 2005. – 464 с.

⁹Природа дарит нам...закваски Lactoferm // Переработка молока. 2019. № 10. С. 39.

¹⁰Копанева, Н. Б. Изучение способа совершенствования технологии полутвердого сыра с высокой температурой второго нагревания /

Н. Б. Копанева, Н. Б. Гаврилова, Н. Л. Чернопольская // Инновационные решения и тренды развития технологий продуктов здорового

питания. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию Заслуженного работника высшей

школы РФ, действительного члена РАЕ, доктора медицинских наук, профессора Высокогорского Валерия Евгеньевича. – Омск: Омский

государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина, 2022. – С. 52–55. <https://www.elibrary.ru/onwkdd>



Источник изображения: freepik.com

Опыты по свертыванию проводили с применением прибора «Реопласт 23», разработанным в Сибирском НИИ сыроделия ФАНЦА. Внешний вид прибора приведен на рисунке 1. Прибор представляет собой прецизионный пластометр, который измеряет усилие противодействия движению плоского, горизонтально расположенного индентора, диаметром 30 мм, приводимого в движение в вертикальном направлении¹¹ [4, 5, 6]. Методика позволяет измерить усилие воздействия на индентор без разрушения образующегося сгустка, в отличие от ротационных реометров. Методика разработана и освоена в технологической лаборатории Сибирского НИИ сыроделия ФАНЦА, одобрена на методическом совете института, утверждена Ученым советом ФАНЦА и применяется в исследованиях, связанных с изучением воздействия молочкосвертывающих ферментов на формирование молочных сгустков. Все образцы при измерении размещались в стеклянных стаканах, вместимостью 50 мл, диаметром 40 мм и высотой 60 мм.

Опыты по свертыванию образцов молока проводили при температуре (27 ± 2) °С. Параллельно проводили свертывание молока и измерение предела прочности полученных сгустков по окончании процесса свертывания. Измерения предела прочности полученных сгустков проводили с использованием прибора «Реокон-2», разработанного в Сибирском НИИ сыроделия ФАНЦА (рис. 2). Измерение предела прочности молочного сгустка проводится измерением максимального усилия противодействия проникновению Z-образного индентора в сгусток «зондирования образца» (рис. 2б). Индентор снабжен прецизионным тензометрическим

датчиком, и приводится в движение с постоянной скоростью в вертикальном направлении. Точность измерения составляет $\pm 0,005$ г. Методика разработана и освоена в технологической лаборатории Сибирского НИИ сыроделия ФАНЦА, одоб-



Рисунок 1. Прибор «Реопласт-23»



Рисунок 2. Прибор «Реокон-2»: а) внешний вид прибора, б) индентор Z-образный

¹¹Патент № 2802713 Российская Федерация, МПКG01N 11/00 (2006.01), СПК G01N 11/00 (2023.02). Устройство для измерения вязкости жидкости : № 2022127194 : заявл. 18.10.2022 : опубл. : 31.08.2023 / А. А. Майоров, О. Н. Мусина; заявитель ФГБНУ ФАНЦА. – 4 с.

рена на методическом совете института, утверждена Ученым советом ФАНЦА и применяется в исследованиях, связанных с изучением воздействия молокосвертывающих ферментов на формирование молочных сгустков. В опытах с образцом 1 эта величина достигается к 290 ± 5 секунде с момента его внесения. В опытах 2 и 3 она сокращалась до 283 ± 5 с и 199 ± 5 с, соответственно.

Результаты и их обсуждение

Результаты зондирования сгустков, полученных в опытах с использованием прибора «Реопласт-23», представлены на рисунок 3 в виде реограмм. Максимальное значение усиления на инденторе при свертывании молока приведены на рисунке 4 на примере образца 3 (7 г фермента на 100 г смеси). Такие же измерения проводились для всех образцов, в том числе и контрольного, с ферментом СГ 50.

В процессе проникновения индентора в сгусток в каждом цикле измерений (зондировании) проводятся измерения усилия воздействия на индентор с периодичностью 0,3 секунды. Таким образом, один цикл представляет собой 100 измерений с общей продолжительностью 30 с. Из каждого цикла измерений выбирались максимальные значения, по которым строился график максимальных значений в процессе свертывания молока (рис. 4). В зависимости от скорости свертывания молока, количество циклов измерений может достигать нескольких десятков. Все данные, полученные при измерениях, протоколировались и сохранялись в памяти компьютера.

Максимальное значение усилия на инденторе в граммах силы, для контрольного образца представлено на рисунке 5.

Результаты исследования контрольного и опытных образцов представлены в таблице.

Таблица

Характеристики процесса свертывания контрольного и опытных образцов

Наименование опытных образцов	Доза фермента, г/100кг	Начало свертывания, с	Окончание свертывания, с	Максимальная величина усилия на инденторе, Г	Продолжительность свертывания, с	Скорость свертывания, Ед/с
Опыт 1	3,0	220 ± 8	516 ± 8	$18,46 \pm 0,87$	296 ± 8	0,0623
Опыт 2	5,0	156 ± 7	474 ± 8	$27,40 \pm 1,12$	318 ± 7	0,0861
Опыт 3	7,0	93 ± 5	241 ± 6	$19,99 \pm 1,01$	169 ± 6	0,1182
Контроль	2,5	410 ± 9	601 ± 7	$18,02 \pm 0,91$	191 ± 7	0,0943

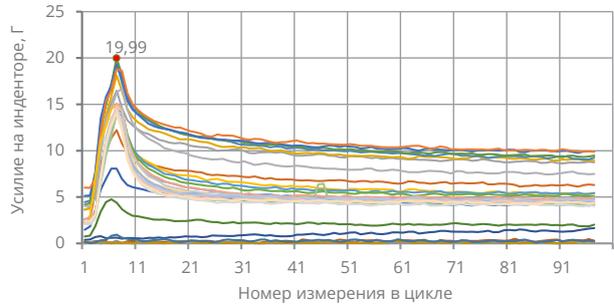


Рисунок 3. Реограмма зондирования образца 3 при свертывании молока



Примечание: начало свертывания – 72 секунда, окончание – 241 секунда

Рисунок 4. Изменение максимального усилия на инденторе при свертывании молока для образца 3



Примечание: начало свертывания – 410 секунда, окончание – 601 секунда

Рисунок 5. Изменение максимального усилия на инденторе при свертывании молока для контрольного образца, с ферментом СГ 50



Источник изображения: freerik.com

Полученные данные при проведении контрольных замеров характеристик процессов свертывания молока под действием фермента СГ50 свидетельствуют о том, что оптимальным показателем максимального усилия, по мнению специалистов-сыроделов, на инденторе является величина $18,02 \pm 0,91$ Г. Такой показатель соответствовал хорошей плотности сгустка, готового к разрезке.

Все опыты проводились в трех-пятикратной повторности. Результаты обрабатывались математическими методами и среднестатистические показатели оценивались аналитически.

Начало свертывания происходило в опытах с образцом 3 на 93 ± 5 с. В опытах с образцами 1 и 2 процесс свертывания молока начинался на 220 и 156 секундах с момента внесения фермента соответственно.

На основании полученных данных был построен график влияния дозы овечьего фермента на продолжительность времени до начала свертывания.

Начало свертывания молока определялось в соответствии с методикой проведения исследований, как отклонение от исходного значения усилия на инденторе на 10 %.

На рисунке 6 приведен график зависимости дозы овечьего фермента от продолжительности времени до начала свертывания.

Влияния дозы фермента на продолжительность времени до начала свертывания (адаптационный период) имело характер, близкий к линейному, аналитическое выражение для описания этого влияния на продолжительность времени до начала свертывания (адаптационный период) имеет вид:

$$T = -37 \times \text{Доф} + 334,3, \quad (1)$$

где T – продолжительность адаптационного периода, с; Доф – доза овечьего фермента, г/100 кг молока (смеси). $R^2 = 0,992$.

Завершение процесса свертывания молока определялось как достижение максимального значения усилия на инденторе в течение всего процесса свертывания (рис. 4, 5). На рисунке 7 приведен график влияния

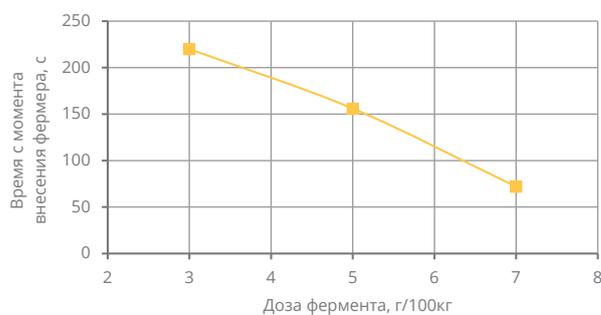


Рисунок 6. Влияние дозы овечьего фермента на продолжительность времени до начала свертывания

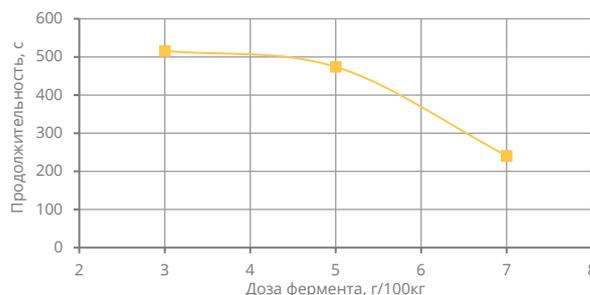


Рисунок 7. Влияние дозы овечьего фермента на продолжительность времени до завершения процесса свертывания нормализованной смеси

дозы фермента (овечьего) на продолжительность времени до завершения процесса свертывания молока.

Влияние дозы овечьего фермента на продолжительность, до завершения процесса свертывания молока имеет нелинейный характер. Это влияние можно представить следующей зависимостью:

$$T_{зав} = -23,875 \times (\text{Доф})^2 + 170 \times \text{Доф} + 220,88, \quad (2)$$

где $T_{зав}$ – продолжительность времени до завершения свертывания нормализованной смеси, с; Доф – доза овечьего фермента г/100 кг молока (смеси). $R^2 = 0,998$.

Результаты экспериментальных исследований апробированы в производственных условиях действующего сыродельного завода Алтайского края. С применением ферментного препарата торговой марки «Lactoferm» выработан полутвердый сыр с высокой температурой второго нагревания с массовой долей жира в сухом веществе 45 %, отличающийся ровным рисунком с круглыми глазками (рис. 8), пластичной консистенцией и кисло-молочным слегка пряным вкусом.



Рисунок 8. Разрез сыра вдоль головки

Выводы

1. Результаты комплексных экспериментальных исследований свидетельствуют о возможности использования для свертывания нормализованного молока с добавлением 0,3 % белка в технологии полутвердого сыра ферментным препаратом торговой марки «Lactoferm».
2. Получены аналитические зависимости, позволяющие оценить характер влияния дозы овечьего фермента на продолжительность времени до завершения процесса свертывания нормализованной смеси. ■

Lactoferm™ Enzyme Preparation in Semi-Hard Cheese Technology: Experimental Determination

Natalya B. Gavrilova¹, Natalya L. Chernopolskaya¹, Nadezhda B. Kopaneva¹, Alexander A. Mayorov²

¹Omsk State Agrarian University named after P. Stolypin, Omsk

²Siberian Research Institute of Cheese Making, Federal Altai Scientific Centre of Agro-BioTechnologies, Barnaul

Semi-hard cheese possesses unique sensory and biological properties, which it an important part of healthy diets. Coagulation is the key stage of semi-hard cheese production because it determines the yield and quality of the finished product. This research tested enzyme preparation Lactoferm™ in the semi-hard cheese technology. The experimental cheese mass consisted of standardized milk with 2.9 % fat fraction fortified with 0.3 % Milmix Universal milk-protein mix. The enzyme occupied 3–5 g per 100 kg of the mix. The dose of calcium chloride was 30 g per 100 kg of the mix. The control sample contained 2.5 g of SG 50 rennet per 100 kg of the mix. The coagulation test involved a Reoplast 23 device at (27 ± 2) °C. While the mix was coagulating, the resulting clots were tested for tensile strength with a Reokon 2 device. The analytical dependencies obtained made it possible to construct rheograms of hardness indentation during coagulation. Other graphs were built to illustrate the effect of the enzyme share on pre-coagulation and coagulation time. The research revealed the effect of Lactoferm™ enzyme on the clot formation time in semi-hard cheese. The enzyme was able to coagulate standardized milk fortified with 0.3% Milmix Universal milk-protein mix.

Key words: semi-hard cheese, enzyme preparation, mixture coagulation, duration of coagulation, tensile strength of the curd

Список литературы

1. Мельникова, Е. И. Биозащита как эффективный инструмент сохранения качества и безопасности молочных продуктов / Е. И. Мельникова, Е. Б. Станиславская, Е. А. Уварова // Молочная промышленность. 2021. №9. С. 35–36. <https://doi.org/10.31515/1019-8946-2021-09-35-36>; <https://www.elibrary.ru/olhagr>
2. Лисицын, А. Б. Оценка качества белка с использованием компьютерных технологий / А. Б. Лисицын, М. А. Никитина, Е. Б. Сусь // Пищевая промышленность. 2016. № 1. С. 26–29. <https://www.elibrary.ru/vpslxl>
3. Рыбалова, Т. И. Сыроделие и маслоделие: итоги 2018 г / Т. И. Рыбалова // Сыроделие и маслоделие. 2019. №1. С. 4–8. <https://www.elibrary.ru/vvhhsa>
4. Майоров, А. А. Новые разработки Сибирского НИИ сыроделия / А. А. Майоров // Сыроделие и маслоделие. 2012. № 4. С. 10–11. <https://www.elibrary.ru/pbgmjb>
5. Майоров, А. А. Новая серия лабораторного оборудования – новые возможности для фундаментальных и прикладных исследований / А. А. Майоров, О. Н. Мусина // Сыроделие и маслоделие. 2016. № 4. С. 22–25. <https://www.elibrary.ru/wdkebv>
6. Майоров, А. А. Новые наукоемкие приемы оценки реологических свойств в сыроделии: изучение процессов свертывания молока и формирование структуры сгустка / А. А. Майоров, Ю. А. Сиденко, О. Н. Мусина // Техника и технология пищевых производств. 2017. № 2 (45). С. 55–61. <https://www.elibrary.ru/zcoqfr>