



УДК 637.352

А.И. Яшкин
A.I. Yashkin

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ МЯГКОГО КИСЛОТНО-СЫЧУЖНОГО СЫРА С ГЛЮКОНО-ДЕЛЬТА-ЛАКТОНОМ

DEVELOPMENT OF SOFT ACID-RENNET CHEESE TECHNOLOGY WITH GLUCONO-DELTA-LACTONE

Ключевые слова: мягкий сыр, технология, кислотно-сычужное свертывание, технологический регламент, глюконо-дельта-лактон, бактериальная закваска, пищевые волокна, массовая доля жира, массовая доля влаги, органолептические показатели, сроки годности.

Перспективным направлением в сыроделии является изучение технологических особенностей производства мягких сыров с кислотно-сычужным типом свертывания молока с применением глюконо-дельта-лактона (ГДЛ). Глюконо-дельта-лактон, как регулятор кислотности с пролонгированным механизмом действия, при создании необходимых условий позволяет контролируемо снижать уровень pH в молочных системах, обеспечивая коагуляцию молочного белка, и вырабатывать готовую продукцию с требуемыми органолептическими и физико-химическими свойствами. Целью работы является разработка технологии мягкого кислотно-сычужного сыра, получаемого за счет прямого подкисления молока глюконо-дельта-лактоном, исследование его органолептических и физико-химических показателей. Технологический процесс производства мягкого кислотно-сычужного сыра осуществляется в указанной последовательности: приемка, сортировка, контроль качества молока и подготовка его к переработке; подготовка молока к свертыванию; свертывание молочной смеси, разрезка сгустка и обработка сырного зерна; формование и самопрессование сырной массы; посолка сыра; упаковывание и реализация продукта. Особенностью технологии является то, что в способе производства мягкого сыра в качестве регулятора кислотности используют глюконо-дельта-лактон в количестве от 0,4 до 0,6% от массы нормализованной смеси, дополнительно вводят бактериальную закваску на чистых культурах *Lc. diacetylactis* в дозе от 0,5 до 1,0% и в качестве влагосвязывающего агента в молочную смесь вносят пищевые волокна в дозе 0,1%. Основным преимуществом предлагаемого способа производства мягкого сыра с ГДЛ является получение продукта с высоким выходом и

характерными для кисломолочных сыров органолептическими показателями при сокращении продолжительности кислотно-сычужного свертывания молока, экономии бактериальной закваски.

Keywords: soft cheese, technology, acid-rennet coagulation, process procedure, glucono-delta-lactone (GDL), bacterial starter, dietary fiber, fat weight content, moisture weight content, organoleptic characteristics, storage life.

A promising direction in cheese making is the study of technological peculiarities of making soft cheeses with acid-rennet type of milk coagulation with the use of glucono-delta-lactone (GDL). Glucono-delta-lactone as acidity regulator with prolonged action while creating the necessary conditions enables controlled decrease of pH in milk systems ensuring coagulation of milk protein, and making finished products with desired organoleptic and physico-chemical properties. The research goal is the development of technology of soft acid-rennet cheese obtained by direct acidification of milk by glucono-delta-lactone, and the study of its organoleptic and physical and chemical indices. The technological process of soft acid-rennet cheese production has the following sequence: milk receiving, grading, milk quality control and preparation for processing; milk preparation for coagulation; coagulation; curd cutting and handling cheese grains; curd shaping and pressing; salting; packaging and sale of the product. The feature of the technology is that GDL is used as acidity regulator in an amount of from 0.4% to 0.6% by the weight of normalized milk mix; bacterial starter on pure cultures of *Lc. diacetylactis* is added in a dose of from 0.5% to 1.0%, and dietary fibers are added as a water binding agent in an amount of 0.1% in the form of a dispersed gel. The main advantage of the proposed method of making soft-cheese with GDL is a product with a high outcome and characteristic of fermented cheeses organoleptic characteristics while reducing the duration of acid-rennet coagulation of milk, and saving bacterial starter cultures.

Яшкин Александр Иванович, к.с.-х.н., доцент, каф. технологии производства и переработки продукции животноводства, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-20-90. E-mail: alexander.yashkin@gmail.com.

Yashkin Aleksandr Ivanovich, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Animal Production and Processing Technologies, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-20-90. E-mail: alexander.yashkin@gmail.com.

Введение

Глюконо-дельта-лактон (пищевая добавка E575, ГДЛ) на протяжении 50 лет применяется в различных отраслях пищевой промышленности в качестве подкислителя, разрыхлителя и консервирующего агента. С функциональной точки зрения глюконо-дельта-лактон, являясь гидролитически лабильным эфиром, в присутствии фермента лактаза практически полностью гидролизуются до глюконовой кислоты, при этом скорость гидролиза увеличивается при повышении температуры и высоких значениях активной кислотности среды [1]. Благодаря этому свойству глюконо-дельта-лактон при его использовании позволяет управляемо снижать рН пищевых продуктов.

Практика применения ГДЛ при производстве сыров «Моцарелла», «Чеддер», «Рикотта» и некоторых других, по данным [2-4], указывает на изменение химического состава и физико-химических свойств продуктов, однако не позволяет с достаточной уверенностью рекомендовать добавку в качестве основного коагулянта в производстве сыров с кислотным типом свертывания молока.

В Сибирском НИИ сыроделия (г. Барнаул) изучаются перспективы использования глюконо-дельта-лактона в технологии сырного крема, мягких термокислотных и кислотно-сычужных сыров. К настоящему моменту уточнен характер кислотонакопления в молочной смеси с ГДЛ, определены форма внесения и эффективная дозировка добавки, установлен механизм ее влияния на физико-химические и органолептические свойства продуктов [5-8].

Следующим шагом является разработка практических основ производства мягких сыров с кислотно-сычужным типом свертывания молока с применением глюконо-дельта-лактона в качестве регулятора кислотности. Данный технологический прием позволит создать необходимые условия контролируемого снижения уровня рН в молочных системах, обеспечить коагуляцию молочного белка и выработать готовый продукт с требуемыми органолептическими и физико-химическими свойствами.

Целью работы является разработка технологии мягкого кислотно-сычужного сыра, получаемого за счет прямого подкисления молока глюконо-дельта-лактоном, исследование его органолептических и физико-химических показателей.

Организация и методы исследований

Выбор технологических параметров подготовки молока и изготовления сыров, определение дозировок коагулянтов и других функциональных ингредиентов при проведении исследований были основаны на данных собственных исследований и материалах доступной литературы [1-8].

В работе использованы стандартные методы исследований: массу сыров определяли взвешиванием по ГОСТ Р 55063, определение содержания в сыре влаги и сухого вещества проводили по ГОСТ 3626. Содержание жира в сыре определяли кислотным методом в соответствии с ГОСТ 5867 и ГОСТ Р 55063. Активную кислотность сыров измеряли потенциометрическим методом в соответствии с ГОСТ Р 53359. Органолептические показатели сыров оценены по ГОСТ Р 53379. Обоснование предполагаемых сроков годности готового продукта проводили в соответствии с МУ 4.2.727. Результаты экспериментальных исследований подвергнуты статистической обработке.

Результаты исследований

Основным преимуществом предлагаемого способа производства мягкого сыра с ГДЛ является получение продукта с высоким выходом и характерными для кислomолочных сыров органолептическими показателями при сокращении продолжительности свертывания молока, экономии бактериальной закваски.

Технический результат достигается тем, что в способе производства мягкого кислотно-сычужного сыра в качестве регулятора кислотности используется глюконо-дельта-лактон в количестве от 0,4 до 0,6% от массы нормализованной смеси, вводится бактериальная закваска на чистых культурах *Lactococcus lactis subsp. diacetylactis* (далее – *Lc. diacetylactis*) в дозе от 0,5 до 1,0%, в качестве влагосвязывающего агента в молочную смесь добавляются пищевые волокна в дозе 0,1%.

Технологический процесс производства мягкого сыра осуществляется в указанной последовательности.

Приемка, сортировка, контроль качества молока и подготовка его к переработке. В зависимости от условий производства молоко направляют на резервирование или непосредственно на переработку без созревания. После резервирования молоко пастеризуют. Молоко, подлежащее непосредственной переработке на сыр, очищают на молокоочистителе, нормализуют и пастеризуют.

Подготовка молока к свертыванию. Молоко нормализуют по соотношению «жир:белок» из расчета получения в сухом веществе сыра массовой доли жира $45,0 \pm 1,6\%$. Пастеризацию доброкачественного в бактериальном отношении молока проводят при температуре $75 \pm 1^\circ\text{C}$ с выдержкой от 20 до 25 с. После тепловой обработки молоко охлаждают до температуры свертывания и направляют в сыродельную ванну (сыроизготовитель).

В пастеризованное молоко вносят водный раствор хлористого кальция из расчета от 10 до 40 г безводной соли на 100 кг смеси. В молочную смесь вносят водную суспензию пищевых волокон, которую готовят в пастеризованной и охлажденной до $35 \pm 1^\circ\text{C}$ воде.

В подготовленную к свертыванию смесь вносят производственную бактериальную закваску мезофильных молочнокислых микроорганизмов на основе культуры подвита *Lc. diacetylactis*. В зависимости от биологических свойств молока рекомендуются следующие дозы производственной закваски по отношению к объему перерабатываемой смеси – от 0,5 до 1,0%. После внесения заквасок молочную смесь в течение 25 ± 5 мин. выдерживают при температуре свертывания.

Кислотно-сычужное свертывание молока, обработка сгустка и сырного зерна. Температуру свертывания молока устанавливают в пределах от 30 до 32°C , при этом свертывание молока осуществляют свежеприготовленными растворами глюконо-дельта-лактона и сычужного фермента.

Глюконо-дельта-лактон растворяют непосредственно перед внесением в молоко в пастеризованной и охлажденной до температуры от 20 до 22°C воде. Количество глюконо-дельта-лактона, необходимое для свертывания молока, составляет $6,0 \pm 0,2$ кг/т в сухом виде в виде водного раствора концентрацией 20% – от 2,9 до 3,1% от массы молока. Раствор глюконо-дельта-лактона вносят тонкой струей в молочную смесь при постоянном перемешивании.

Необходимое для свертывания молока количество молокосвертывающего ферментного препарата составляет $0,80 \pm 0,05$ г на 100 кг молока для получения нормального по плотности сгустка в течение 25 ± 5 мин. Готовый сгусток должен быть нормальной плотности и давать на расколе острые края с выделением прозрачной сыворотки зеленовато-желтого цвета.

Готовый сгусток разрезают на кубики и оставляют в покое от 3 до 5 мин. для дальнейшего уплотнения, после чего перемешивают и удаляют часть сыворотки. Зерно вымешивают до достижения им определенной степени упругости. Активная кислотность сыворотки после разрезки должна составлять $4,9 \pm 0,1$ рН. Общая продолжительность обработки сгустка составляет от 20 до 30 мин. Основная часть сырного зерна в конце обработки должна иметь размер от 5 до 7 мм.

Формование и самопрессование сырной массы. Сыр формуют наливом в перфорированные формы, одновременно сливают оставшуюся сыворотку до полной выборки из ванны зерна. Сгусток в формах подвергается самопрессованию от 120 до 150 мин. Конец самопрессования устанавливают по прекращению выделения прозрачной сыворотки. Сыр после самопрессования должен иметь заметно уплотнившуюся массу, хорошо замкнутую поверхность и активную кислотность в пределах рН $5,15 \pm 0,10$.

Посолка и обсушка сыра. Сыр солят в рассоле с массовой долей поваренной соли от 18 до 22% при температуре рассола от 8 до 12°C . В зависимости от массовой доли влаги после прессования продолжительность посолки составляет от 90 до 150 мин. После посолки сыр выдерживают для обсушки при температуре от 8 до 12°C и относительной влажности воздуха от 90 до 95%.

Охлаждение и упаковка сыра. После упаковки в потребительскую тару сыр помещают в камеру с температурой от 2 до 6°C и относительной влажностью воздуха от 85 до 90%. Продолжительность охлаждения составляет не менее суток. После охлаждения сыр укладывают в транспортную тару и направляют на хранение. Процесс производства сыра считается законченным после достижения охлажденным сыром температуры, равной температуре хранения.

Исследование органолептических и физико-химических показателей сыра в процессе хранения. Сыр предназначен для выпуска в реализацию с массовой долей жира в сухом веществе $45,0 \pm 1,6\%$, имеет форму низкого цилиндра высотой от 3 до 4 см, диаметром от 8 до 10 см, массой от 200 до 250 г.

По физико-химическим и органолептическим показателям сыр должен соответствовать требованиям, указанным в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Физико-химические показатели мягкого сыра

Наименование показателя	Значение показателя, %
Массовая доля жира в сухом веществе сыра	45,0± 1,6
Массовая доля влаги, не более	55,0
Массовая доля влаги в обезжиренном веществе, не более	67,0
Массовая доля соли, не более	от 1,0 до 2,0 включительно

Таблица 2

Органолептические показатели мягкого сыра

Наименование показателя	Характеристика показателя
Внешний вид	Сыр корки не имеет. Поверхность сыра чистая, замкнутая, увлажненная. При самопрессовании в перфорированных формах на поверхности сыра допускаются отпечатки перфорации
Вкус и запах	Чистые, кисломолочные
Консистенция	Тесто нежное, однородное, несколько мажущееся
Рисунок	Отсутствует. Допускается незначительное количество пустот и щелей
Цвет теста	От белого до слегка кремового. Допускается наличие кремовых пятен на разрезе сыра

Мягкие сыры относятся к скоропортящимся продуктам и требуют определенных условий хранения, обеспечивающих максимальное сохранение качества готового продукта и безопасности для потребителя.

Исследование мягкого сыра в процессе хранения предусматривало контроль показателей качества согласно МУ 4.2.727-99. В соответствии с нормативным документом сроки исследования скоропортящихся пищевых продуктов должны превышать предполагаемый срок годности, указанный в технической документации, в 1,3 раза (коэффициент резерва) при сроке годности до 30 сут. С учетом коэффициента резерва, данных микробиологического и органолептического контроля был установлен срок годности продукта – 11 сут.

Заключение

Разработана схема технологических процессов (схема производства сыра) с указанием технологических взаимосвязей между ними по потокам сырья, функционально необходимых ингредиентов и материалов, а также пищевых добавок, используемых при изготовлении сыра. В схеме указаны номинальные значения характеристик, параметров показателей и их допуски, необходимые и достаточные для изготовления сыра. Проведено обоснование сроков годности продукции.

Библиографический список

1. Pocker, Y., Green, E. Hydrolysis of D-glucono-delta-lactone. I. General acid-base catalysis, solvent deuterium isotope effects, and transition state characterization // Journal of American Chemical Society. – 1973. – Vol. 95 (1). – P. 113-119.
2. Ismail M.M., Ayyad K.M., Hamad M.N. Manufacture of Mozzarella cheese using Glucono-Delta-Lacton. In: Proc. 10th Egypt. Conf. Dairy Science Technology, 19-21 November 2007. pp. 415-432.
3. Lynch, C.M., McSweeney, P.L.H., Fox, P.F., Cogan, T.M., Drinan, F.D. Contribution of starter lactococci and non-starter lactobacilli to proteolysis of Cheddar cheese with a controlled microflora // Lait. – 1997. – Vol. 77 (4). – P. 441-459.
4. El-Sheikh, M., Farrag, A., Zaghloul, A. Ricotta Cheese from Whey Protein Concentrate // Journal of American Science. – 2010. – Vol. 6 (8). – P. 321-325.
5. Мазалевский В.Б. Исследование и разработка технологии мягкого сыра из восстановленного молока: дис. ... канд. техн. наук / 05.18.04. – Барнаул, 2013. – 157 с.
6. Мазалевский В.Б., Яшкин А.И., Мироненко И.М. Разработка технологии мягкого кислотно-сычужного сыра: 1. Эффективность комбинированного применения глюконо-дельта-лактона и бактериальной

закваски // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. статей: в 3 кн.; IX Междунар. науч.-практ. конф. (5-6 февраля 2014 г.). – Барнаул: РИО АГАУ, 2014. – Кн. 3. – С. 152-154.

7. Мироненко И.М., Яшкин А.И. Использование глюконо-δ-лактона как подкисляющего агента // Актуальные проблемы техники и технологии переработки молока: сб. науч. тр. с междунар. участием / под ред. А.А. Майорова. – Барнаул: АЗБУКА, 2014. – Вып. 11. – С. 37-41.

8. Мироненко И.М., Яшкин А.И., Вахрушева С.А. Сырный крем «Нетаяющий пломбир» // Сыроделие и маслоделие. – 2013. – № 1. – С. 19-21.

References

1. Pocker, Y., Green, E. Hydrolysis of D-glucono-delta-lactone. I. General acid-base catalysis, solvent deuterium isotope effects, and transition state characterization // Journal of American Chemical Society. – 1973. – Vol. 95 (1). – P. 113-119.

2. Ismail M.M., Ayyad K.M., Hamad M.N. Manufacture of Mozzarella cheese using Glucono-Delta-Lacton. In: Proc. 10th Egypt. Conf. Dairy Science Technology, 19-21 November 2007. pp. 415-432.

3. Lynch, C.M., McSweeney, P.L.H., Fox, P.F., Cogan, T.M., Drinan, F.D. Contribution of starter lactococci and non-starter

lactobacilli to proteolysis of Cheddar cheese with a controlled microflora // Lait. – 1997. – Vol. 77 (4). – P. 441-459.

4. El-Sheikh, M., Farrag, A., Zaghloul, A. Ricotta Cheese from Whey Protein Concentrate // Journal of American Science. – 2010. – Vol. 6 (8). – P. 321-325.

5. Mazalevskiy V.B. Issledovanie i razrabotka tekhnologii myagkogo syra iz vostanovlennogo moloka: diss. ... kand. tekhn. nauk: 05.18.04. – Barnaul, 2013. – 157 s.

6. Mazalevskiy V.B., Yashkin A.I., Mironenko I.M. Razrabotka tekhnologii myagkogo kislotno-sychuzhnogo syra: 1. Effektivnost kombinirovannogo primeneniya glyukono-delta-laktona i bakterialnoy zakvaski // Agrarnaya nauka – selskomu khozyaystvu: sb. statey: v 3 kn. / IX mezhdunar. nauch.-prakt. conf. (5-6 fevralya 2014 g.). – Barnaul: RIO AGAU, 2014. – Kn. 3. – S. 152-154.

7. Mironenko I.M., Yashkin A.I. Ispol-zovanie glyukono-δ-laktona kak podkislyayushchego agenta // Aktualnye problemy tekhniki i tekhnologii pererabotki moloka: sb. nauch. tr. s mezhdunar. uchast.; vyp. 11 / pod red. A.A. Mayorova. – Barnaul: AZBUKA, 2014. – S. 37-41.

8. Mironenko I.M., Yashkin A.I., Vakhrusheva S.A. Syrnyy krem «Netayushchiy plombir» // Syrodelle i maslodelle. – 2013. – № 1. – S. 19-21.

