УДК 637.356 https://doi.org/10.21603/1019-8946-2023-6-17

ВЛИЯНИЕ ОБОГАЩЕНИЯ МОЛОКА-СЫРЬЯ КАЗЕИНАТОМ НАТРИЯ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЫРА КАЧОТТА

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

Олеся Игоревна Калугина, ассистент
E-mail: kasynchik@mail.ru
Марина Геннадьевна Курбанова, д-р техн. наук, доцент
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово

Обогащение молока-сырья белковыми концентратами, такими как казеинат натрия, обеспечивает потенциальное увеличение выхода продукта наряду с увеличением эффективности производства сыра. Хлорид кальция добавляли для восстановления солевого баланса молока после пастеризации и улучшения сычужных коагуляционных свойств из расчета 30 г на 100 л молока. Сыр Качотта был приготовлен из сырого молока, обогащенного следующим способами: 1 образец – без добавления казеината натрия (контроль), 2 образец – с добавлением 10 % казеината натрия от используемого объема сырья и 3 образец – с добавлением 20 % казеината натрия от используемого объема сырья. Соотношение жир/белок во всех образцах поддерживалось постоянным на протяжении всего исследования. Сыры, приготовленные из молока, обогащенного казеинатом натрия, содержали меньше жира, больше влаги и больше соли по сравнению с контрольным образцом. Использование казеината натрия для обогащения молока повлияло на увеличение выхода готового продукта.

Ключевые слова: сыр, молоко, казеинат натрия, хлорид кальция, свойства, обогащение

ВВЕДЕНИЕ

Зависимость выхода молока от времен года приводит к периодам простоя заводов в сыродельной промышленности. Безусловно, экономичным решением является постоянное производство сыра в течение всего года [1]. Добавление молочных белковых концентратов (МБК) в молоко-сырье потенциально может увеличить выход продукта и повысить эффективность производства сыра, так как молоко будет содержать повышенное содержание белков и коллоидных минералов. Ультрафильтрация, дополнительно применяемая одновременно с добавлением МБК в сырье, тоже может повысить выход сыра. Но это может отрицательно сказаться на качестве продукта Концентрирование молока с помощью вакуумной конденсации или ультрафильтрации может привести к замедленному протеолизу и получению продукта с пониженным содержанием влаги, высоким содержанием кальция [2].

Использование МБК для обогащения молока-сырья при производстве сыра запрещено законом во многих странах из-за стандартов и идентификационных признаков сыров в соответствии с различными ГОСТами. Однако преимущество такого обогащения заключается в том, что оно дешевле, так как происходит добавление МБК без применения какого-либо дорогостоящего оборудования, в отличие от мембранных процессов. Но в то же время, необходимо обращать внимание на состав МБК, так как он может сильно варьироваться в зависимости от источника сырья и режимов производства, что может повлиять на их качество [3, 5]. Поэтому, при выборе МБК для обогащения молока при производстве сыра, в России руководствуются стандартами Технического регламента Таможенного союза. Целью данного исследования было оценить влияние обогащения молока-сырья казеинатом натрия на процесс производства и состав сыра Качотта.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В работе использовались: сырое молоко (СПК «Береговой», Кемеровская область), казеинат натрия (массовая доля белка 88 %, содержание сухих веществ 95 %) (ООО «Таргис молоко», г. Вязьма), хлорид кальция ($CaCl_2$) (ООО «Стоинг», г. Москва), закваска прямого внесения «LYOBAC SC» 094, 097 (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*) (Компания «Альче интернешнл Рус», г. Москва), сычужный фермент «Natural Calf Rennet – Powder 100.000» (порошок: химозин (97 %), пепсин (3 %)) (Компания «Альче интернешнл Рус», г. Москва).

Состав молока определяли с помощью анализатора молока «Эксперт Стандарт». Полученную сыворотку анализировали на содержание жира и белка по стандартизированному методу Гербера и Кьельдаля соответственно. Сыры анализировали через 7 дней созревания на содержание влаги, используя прибор

Чижовой, белка – методом Кьельдаля, жира – методом Гербера и соли по формуле: C=a/N, где C – содержание соли, %; a – количество азотнокислого серебра, пошедшее на титрование, мл; N – масса навески сыра, г.

Исследования проводились в лабораториях кафедры технологии продуктов питания животного происхождения Кемеровского государственного университета.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Цельное молоко нормализовали по массовой доли жира и белка, путем добавления казеината натрия в количестве 10 и 20 % от объема используемого сырья, предварительно растворив его в рассчитанном объеме молока. Изменения химического состава используемого сырья, в зависимости от дозы внесения казеината натрия, приведены в таблице 1.

Казеинат натрия добавляли в молоко-сырье в виде концентрированного раствора, приготовленного следующим образом: казеинат натрия диспергировали в теплом молоке при температуре 43 ± 2 °C, перемешивая верхнеприводной мешалкой со скоростью 300 об/мин. в течение 30 минут и оставляли при этой температуре на 2 часа, далее смесь охлаждали до 8 °C и оставляли для набухания в течение 17 часов. Готовые концентрированные растворы добавляли в нормализованное молоко по массовой доли жира.

Контрольные и опытные образцы молочной смеси пастеризовали при 64 °C и выдерживали 30 минут. Предварительные результаты раннее проведенных экспериментов показали, что обогащение молока казеинатом натрия влияло на коагуляционные свойства смеси. Для образования плотного колье во время коагуляции, после пастеризации в охлажденную до 34 °C молочную смесь добавляли $CaCl_2$ в количестве 0,9 г на 3 литра молока и перемешивали 10 минут.

Далее вносили рассчитанное количество закваски прямого внесения, согласно рекомендациям производителя, перемешивание производили 10 минут и смесь оставляли для активации стартерных культур на 20 минут. Затем вносили водный раствор сычужного фермента в количестве 0,1 г на 3 литра молока, и устанавливали вращающий сосуд для определения точки флокуляции. Время инокуляции составило 10 минут. Окончание процесса свертывания молока, характеризующееся началом разрезки сгустка определяли с помощью мультипликатора флокуляции, который индивидуален для каждого вида сыра. В связи с этим, время инокуляции умножали на коэффициент 3.

По истечении 30 минут (10 × 3) готовый сгусток разрезали на кубики с гранью 1 см, и оставляли в покое на 10 минут, далее осторожно производили нагрев сгустка до 45 °C при медленном перемешивании в течение 5 минут. В завершении процесса приготовления образцов, сыры сливали сыворотку и заполняли подготовленные формы готовым сгустком. Формы с сыром оставляли при температуре 45 °C в течение 30 минут для прессования. Производили посол в рассоле концентрацией 18 % в течение 3 часов. Готовый сыр упаковывали в вакуумную упаковку и убирали в холодильник при температуре 8 °C до исследования.

Изменения физико-химических показателей сыров Качотта, приготовленных из молока, обогащенного различными дозами казеината натрия, приведены в таблице 2.

Исходя из полученных данных, в образцах № 2 и 3, содержание жира ниже по сравнению с контролем. Это можно обосновать тем, что при приготовлении концентрированного раствора казеината натрия было применено интенсивное перемешивание верхнеприводной мешалкой, в результате

Таблица 1
Зависимость химического состава сырья от дозы внесения казеината натрия

Образцы (% внесенного казеината натрия)	Массовая доля жира в сырье, %	Массовая доля белка в сырье, %	Доля казеина от общего белка в сырье, %	Массовая доля лактозы в сыворотке, %
№ 1 (контроль)	2,65 ± 0,11	3,39 ± 0,10	2,64 ± 0,08	4,62 ± 0,15
№ 2 (10 %)	2,77 ± 0,14	4,09 ± 0,12	3,19 ± 0,10	4,55 ± 0,14
№ 3 (20 %)	2,82 ± 0,16	4,79 ± 0,14	3,73 ± 0,11	4,48 ± 0,13

Таблица 2
Физико-химические показатели сыра с различной дозой внесения казеината натрия

Образцы (% внесенного казеината натрия)	Массовая доля жира в сухом веществе, %	Массовая доля влаги, %	Массовая доля соли, %	Массовая доля жира в сыворотке, %
№ 1 (контроль)	41,75 ± 1,25	60,11 ± 1,80	1,41 ± 0,04	0,45 ± 0,01
№ 2 (10 %)	40,83 ± 1,22	60,20 ± 1,81	1,54 ± 0,05	0,68 ± 0,02
№ 3 (20 %)	40,33 ± 1,21	60,61 ± 1,82	1,58 ± 0,05	0,77 ± 0,02

чего оболочки жировых шариков могли повредиться и выделившийся жир перешел в сыворотку, о чем свидетельствует содержание жира в сыворотке. Массовая доля жира в образце № 3, где содержание казеината натрия составляло 20 % значительно больше, чем в образце № 1 (без казеината натрия). Показатель влажности имел тенденцию увеличиваться в зависимости от внесенного количества концентрированного раствора казеината натрия [4]. Это обосновывается высокой водосвязывающей способностью казеината натрия, что могло повлиять на синеретические свойства сгустка при производстве сыра. Пониженное содержание жира в образце № 3 обусловлено повышенным содержанием влаги в нем. Исследование показало, что в образце № 3 содержание соли выше, чем в других образцах. Данный факт подтверждается повышенным содержанием влаги и приводит к усиленному поглощению соли сыром [6, 7].

Был проанализирован выход готового продукта после процесса самопрессования по истечении 1 часа, при этом сыр в формах переворачивали 6 раз каждые 10 мин, следующее измерение выхода сыра провели по окончании процесса стуфатуры, который занял 6 часов. В результате этих измерений в образцах получился средний выход сыра. Заключительное измерение выхода сыра было произведено после 14 дней созревания. Образец сыра, приготовленный из молока, с добавлением 20 % казеината натрия имел более высокий выход готового продукта (см. рисунок), что обусловлено высоким содержанием сухих веществ в нормализованном молоке. Это обосновывается тем, что в используемом молоке имелось более высокое содержание сухих веществ.

Фактический выход сыра был рассчитан путем деления веса сыра после прессования на общий вес молока.

Источник изображения: unsplash.com

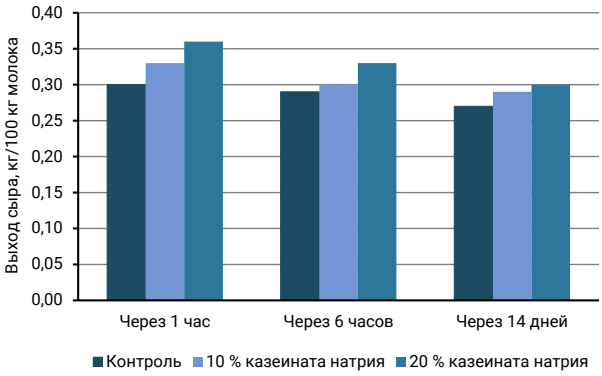

Рисунок. Выход сыра в разные периоды его производства

Скорректированный выход *Нс*, г, рассчитан с учетом 55 % влажности и 1,7 % соли по следующей формуле:

$$Нс = Н\,(100 - (Вф + Сф))/100 - Вж + Сф,$$

где *Н* – вес сыра после прессования, г; *Вф* – фактическое содержание влаги в сыре, %; *Сф* – фактическое содержание соли в сыре, %; *Вж* – желаемое содержание влаги в сыре, %.

Через 1 час после самопрессования наибольший выход показал образец № 3, где вес сыра составил 360 г, и имел показатель равный 120 %. В образце

№ 1 выход составил 100 %. После процесса стуфатуры, где происходило интенсивное отделение сыворотки, через 6 часов выход сыра в образце № 3 составил 330 г – 110 %, в образце № 2 – 300 г (100 %), а в образце № 1, где отсутствовало использование казеината натрия, выход составил 290 г (97 %). Окончательное измерение выхода сыра производили через 14 дней созревания в камере при температуре 8 °С и влажности 85 %. Вес образца № 3 был равен 300 г (100 %), образца № 2 – 290 г (97 %), образца № 1 – 270 г (90 %). В связи с тем, что исследуемые образцы сыра были небольшого веса, это могло повлиять на изменение веса в процессе созревания.

ВЫВОДЫ

Использование казеината натрия для обогащения молока-сырья при производстве сыра Качотта привели к увеличению выхода сыра, а также к изменению физико-химических показателей. Образцы, полученные из молока с обогащением, имели меньшее содержание жира, больше влаги и соли [2]. В заключении можно предположить, что сыр Качетта, приготовленный из обогащенного казеинатом натрия молока, может быть использован в качестве ингредиента при приготовлении различных блюд.

Для нормализации по белковому составу молочной смеси, применяют МБК, при этом необходимо учитывать некоторые факторы, например, температуру пастеризации для молока с более высоким содержанием сухих веществ. Использование МБК для обогащения и увеличения содержания белка в используемом сырье, может принести потенциальную пользу при решении проблем сезонности молока, таких как низкое, или нестабильное содержание сухого обезжиренного молочного остатка. Преимуществом, также может быть увеличение выхода сыра. ■

EFFECT OF SODIUM CASEINATE FORTIFICATION OF RAW MILK ON PHYSICOCHEMICAL PARAMETERS OF CACIOTTA CHEESE

Olesya I. Kalugina, Marina G. Kurbanova
Kemerovo State University, Kemerovo

ORIGINAL ARTICLE

Milk producers increase both milk yield and cheese production efficiency by fortifying raw milk with protein concentrates, such as sodium caseinate. In this research, we added 30 g calcium chloride to 100 L milk in order to restore its salt balance after pasteurization and improve the rennet coagulation properties. The control sample of Caciotta cheese contained no sodium caseinate; Sample 1 had 10% sodium caseinate; Sample 3 included 20% sodium caseinate. The fat vs. protein ratio in all the samples remained constant throughout the study. The experimental cheeses contained less fat, more moisture, and more salt, compared to the control sample. Sodium caseinate proved able to increase the yield of the fortified finished product.

Keywords: cheese, milk sodium caseinate, calcium chloride, properties, enrichment

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Гудков, А. В.** Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / А. В. Гудков. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 804 с.
2. **Нестеренко, Н. С.** Способы получения молочно-белкового концентрата для функциональных продуктов / Н. С. Нестеренко, М. Г. Курбанова, Е. М. Лобачева // От импортозамещения к экспортному потенциалу: научное обеспечение инновационного развития животноводства и биотехнологий, Екатеринбург, 25–26 февраля 2021 года. – Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2021. С. 83–85.
3. **Khwaldia, K.** Mechanical and barrier properties of sodium caseinate–anhydrous milk fat edible films / K. Khwaldia [et al.] // International journal of food science & technology. 2004. V. 39. №. 4. P. 403–411.
4. **Тепел, А.** Химия и физика молока / А.Тепел. – СпБ.: Профессия, 2012. С. 288–300.
5. **Dalgleish, D. G.** Sodium caseinates – composition and properties of different preparations / D. G. Dalgleish, A. J. R. Law // Journal of the Society of Dairy Technology. 1988. V. 41. P. 1–4.
6. **Судаков, Г. В.** Обзор способов обогащения сыра / Г. В. Судаков, В. В. Маклюк, Ю. В. Задворных [и др.] // Пищевые инновации и биотехнологии: Сборник тезисов XI Всероссийской (национальной) научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Кемерово, 18 мая 2023 года / Под общей редакцией А.Ю. Просекова. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2023. С. 200–201.
7. **Неронова, Е. Ю.** Варианты гидратации казеината натрия при обогащении обезжиренного молока в производстве творога / Е. Ю. Неронова, А. Л. Новокшанова // Молочнохозяйственный вестник. 2022. №2. С. 46.