

<https://doi.org/10.67290/2026.dw.7>

УДК 637.3.04

Полина Александровна Кожевникова

Ирина Леонидовна Остроухова, канд. техн. наук

ВНИИМС – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Углич

НОРМАЛИЗАЦИЯ МОЛОКА ПО ЖИРУ: ВЛИЯНИЕ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ВЫХОД МЯГКОГО СЫРА, СОЗРЕВАЮЩЕГО С УЧАСТИЕМ ПЛЕСНЕВЫХ ГРИБОВ *Penicillium camemberti* И *Penicillium roqueforti*

*Исследовано влияние массовой доли жира нормализованного молока на физико-химические показатели и выход мягкого сыра, созревающего с участием плесневых грибов *Penicillium camemberti* и *Penicillium roqueforti*. Опытные образцы сыра вырабатывались из коровьего молока с различными значениями коэффициента нормализации при постоянном содержании белка. Установлены закономерности изменения массовой доли жира в сыре, жира в сухом веществе сыра, массовой доли влаги сыра от массовой доли жира в нормализованном молоке. Показано влияние нормализации молока по массовой доле жира на выход сыра. Проведён сравнительный анализ эффективности использования молочного жира при производстве сыра с плесенью и альтернативной продукции: полутвердого сыра и сливочного масла. Полученные результаты свидетельствуют о возможности целенаправленного управления составом и выходом мягкого сыра с плесенью посредством варьирования коэффициента нормализации молока в рамках единой технологической схемы производства.*

Ключевые слова: плесневые сыры, *Penicillium roqueforti*, *Penicillium camemberti*, коэффициент нормализации, выход сыра

UDC 637.3.04

Polina Aleksandrovna Kozhevnikova

Irina Leonidovna Ostroukhova, Candidate of Technical Sciences

VNIIMS – Branch of Gorbатов Research Center for Food Systems, Uglich

MILK STANDARDIZATION BY FAT CONTENT: EFFECTS ON THE PHYSICOCHEMICAL INDICATORS AND YIELD OF SOFT CHEESE RIPENED WITH THE PARTICIPATION OF THE MOLD FUNGI *Penicillium camemberti* AND *Penicillium roqueforti*

*The influence of the mass fraction of fat in standardized milk on the physicochemical indicators and yield of soft cheese ripened with the participation of the mold fungi *Penicillium camemberti* and *Penicillium roqueforti* was studied. Experimental cheese samples were produced*

from cow's milk with different standardization coefficients at a constant protein content. Regularities were established in the change in the mass fraction of fat in the cheese, fat in the cheese dry matter, and the mass fraction of moisture in the cheese depending on the mass fraction of fat in the standardized milk. The effect of milk standardization by fat mass fraction on cheese yield was shown. A comparative analysis was carried out of the efficiency of milk fat use in the production of mold-ripened cheese and alternative products: semi-hard cheese and butter. The results obtained indicate the possibility of purposeful control of the composition and yield of soft mold-ripened cheese by varying the milk standardization coefficient within a single technological production scheme.

Keywords: *mold-ripened cheeses, Penicillium roqueforti, Penicillium camemberti, standardization coefficient, cheese yield*

В современных условиях развития отечественного сыроделия и в условиях импортозамещения разработка технологий производства сыров с плесенью становится актуальной практической задачей. Сыры, созревающие с участием плесневых грибов, занимают особое место на рынке молочных продуктов. Несмотря на относительно небольшую долю в общем объёме производства, интерес к ним со стороны потребителей устойчиво растёт. Ввиду многовековой европейской традиции производства сыров с плесенью данная категория продуктов нередко воспринимается потребителем как продукт высокого качества, что дополнительно повышает её потребительскую ценность. В настоящее время среди отечественных производителей интерес к подобным сырам возрастает как среди крупных молочных предприятий, так и в сегменте ремесленного сыроделия, что определяет необходимость научного обоснования технологических параметров их производства и, прежде всего, параметров подготовки молочного сырьё.

Нормализация молока является одним из ключевых технологических параметров производства сыра, определяющих состав и качество готового продукта. В отечественном сыроделии нормализацию проводят путём установления определённого соотношения массовых долей жира (Ж) и белка (Б) в молочной смеси, для чего используют коэффициент (К) нормализации $K = Ж/Б$ [1]. Массовая доля жира в готовом сыре напрямую зависит от соотношения этих компонентов в нормализованной смеси: жир и белок (казеин) являются основными составными частями сухого вещества сыра и совместно определяют его структурно-механические и органолептические свойства [2]. Сезонная вариабельность состава молока-сырьё обуславливает необходимость обязательной стандартизации молочной смеси по коэффициенту нормализации перед каждой выработкой [3]. Однако характер влияния коэффициента нормализации на состав и выход сыра существенно различается в зависимости от типа продукта и технологии его производства.

Влияние коэффициента нормализации молока на состав и выход сыра наиболее полно изучено применительно к твёрдым и полутвёрдым прессованным сырам. Установлено, что увеличение массовой доли жира в молочной смеси при постоянном содержании белка закономерно повышает фактический выход сыра и массовую долю жира в сухом веществе готового продукта [1, 2]. Жировые глобулы физически

включаются в параказеиновую матрицу сгустка, блокируют её поры и снижают интенсивность синерезиса, тем самым увеличивая влагоудерживающую способность сырного зерна [3]. На примере сыра Чеддер показано, что увеличение соотношения жира к белку в молоке сопровождается значительным ростом фактического выхода и удержания влаги в сырной массе [4]. Аналогичные закономерности подтверждены и для других полутвёрдых сыров: установлена корреляция между соотношением жира и белка в молоке и физико-химическими показателями, а также выходом готового продукта [5]. Стандартизация молока по соотношению жир/белок оказывает значимое влияние на извлечение жира и белка, состав и органолептические свойства сыра [6]. Вместе с тем для мягких сыров с плесенью, принципиально отличающихся от твёрдых сыров по технологии дренажа и условиям созревания, влияние нормализации молока по жиру на состав, выход и эффективность производства исследовано недостаточно.

С точки зрения технологии производства мягкие сыры с плесенью формируются методом самопрессования без механического воздействия на сгусток, что определяет иной характер синерезиса и дренажа сыворотки по сравнению с твёрдыми прессованными сырами [7]. По составу они характеризуются значительно более высокой массовой долей влаги в готовом продукте. Это непосредственно отражает различия в интенсивности обезвоживания сырного зерна в процессе выработки. Созревание мягких сыров с плесенью протекает при доминирующей роли плесневых грибов, ферментные системы которых трансформируют белковую и жировую фракции сырного теста, формируя текстуру сыра [8]. Таким образом, для мягких сыров с плесенью характер влияния коэффициента нормализации молока на состав и выход готового продукта остаётся открытым вопросом, что и определило направление настоящего исследования.

Помимо технологических аспектов выбор коэффициента нормализации молока имеет непосредственное экономическое значение для предприятий молочной отрасли. Молочный жир, направляемый в производство сыра, представляет собой альтернативу его переработке в сливочное масло – с принципиально иным соотношением стоимости и выхода из единицы сырья. Обоснование экономической целесообразности выбора того или иного коэффициента нормализации с учётом стоимости молочного жира в составе сыра по сравнению с его альтернативным использованием является практически значимой задачей при проектировании ассортимента и оптимизации производственного цикла молочного предприятия.

Цель данной работы – изучение влияния нормализации молока по жиру (через коэффициент нормализации $K = Ж/Б$) на физико-химические показатели и выход мягкого сыра с белой и голубой плесенью по типу Камбоцола для направленного управления составом и эффективностью его производства.

Объектами исследования были:

- молоко коровье (сырьё, молочная смесь после пастеризации и после внесения бактериальной закваски);
- образцы мягкого сыра с двумя видами плесени рода *Penicillium* после созревания.

Для нормализации молочной смеси использовали натуральные сливки, полученные путём сепарирования исходного сырого молока при температуре 45 °С. Массовая доля жира в полученных сливках составляла 57 %. Коэффициент нормализации $K = Ж/Б$ рассчитывали как отношение массовой доли жира к массовой доле белка в нормализованной молочной смеси. Целевые значения коэффициента нормализации составляли $K = 1,21; 1,38$ и $1,62$, что соответствовало массовой доле жира в нормализованной смеси 4,1 %; 4,7 % и 5,5 %.

Массовая доля жира в исходном цельном молоке была 3,87 %; массовая доля белка – 3,40 %. Сливки вносили в исходное молоко при температуре 45 °С при непрерывном перемешивании в течение 3–5 мин до получения однородной молочной смеси. Соответствие фактического состава нормализованной смеси целевым значениям контролировали с помощью ультразвукового анализатора Лактоскан.

Сыры выработывали по технологической схеме, приведенной в таблице 1.

Таблица 1

Технологические параметры выработки мягкого сыра с белой и голубой плесенью

№	Технологическая операция	Образец 1	Образец 2	Образец 3
1	Нормализация молока: добавление сливок	МДЖ = 4,1%	МДЖ = 4,7%	МДЖ = 5,5%
2	Пастеризация	72 °С, 15 с		
3	Охлаждение	36 °С		
4	Внесение хлорида кальция	0,02 % от массы молока, 40 %-й раствор		
5	Внесение закваски: <i>Streptococcus thermophilus</i>	рН молочной смеси 6,55		
6	Внесение молокосвёртывающего фермента: жидкий, активность 220 ИМСУ/1 мл	рН 6,40; доза – 4000 ИМСУ/100 л		
7	Коагуляция	30 мин; готовность — по чистому излому		
8	Разрезка сгустка	кубики 2×2×2 см		
9	Вымешивание сырного зерна	5 мин вымешивание / 10 мин покой (повторно)		
10	Предварительный дренаж на ткани	15 мин		
11	Формование: послойно с инокуляцией <i>P. roqueforti</i>	послойное выкладывание в формы		
12	Самопрессование и дренаж	26→20°С, снижение на 1 °С/ч		
13	Посолка сухая	рН сыра 5,2; соль 2 % от массы головки		
14	Обсушка	16 °С, 24 ч		
15	Проколы	3-и сутки		
16	Инокуляция <i>P. camemberti</i>	4-е сутки, опрыскивание суспензией		
17	Созревание	12 °С, RH= 95 %, 10 сутки		

В сырах в процессе выработки и созревания исследовали физико-химические показатели, применяя следующие методы:

– физико-химические – массовую долю жира и жира в пересчёте на сухое вещество – по ГОСТ Р 55063-2012, п. 7.8; массовую долю влаги – по ГОСТ 55063-2012, п. 7.6; массовую долю поваренной соли – по ГОСТ 55063-2012, п. 7.9;

– расчётные – массовую долю жира в сухом веществе (МДЖСВ), массовую долю влаги в обезжиренном веществе, экономические показатели рассчитывали на основании данных о массе молока, массе готового продукта и их составе.

С целью изучения влияния коэффициента нормализации молока на состав и выход мягкого сыра с белой и голубой плесенью были выработаны три опытных образца с различными значениями $K = Ж/Б$: образец 1 ($K = 1,21$), образец 2 ($K = 1,38$) и образец 3 ($K = 1,62$). Физико-химические показатели опытных образцов мягкого сыра представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Физико-химические показатели опытных образцов
мягкого сыра с белой и голубой плесенью**

Показатель	Образец 1 ($K = 1,21$)	Образец 2 ($K = 1,38$)	Образец 3 ($K = 1,62$)
Массовая доля жира, %	22,7±0,8	24,4±0,8	27,4±0,8
Жир в сухом веществе (ЖСВ), %	51,4±0,8	52,3±0,8	55,0±0,8
Массовая доля влаги, %	55,8±0,2	53,4±0,2	50,1±0,2
Массовая доля поваренной соли, %	1,23±0,08	1,21±0,08	1,24±0,08
Массовая доля влаги в обезжиренном веществе, %	72,2	70,6	69,0
Масса сыра из 100 кг нормализованного молока, кг	14,33	16,56	19,50

Из представленных данных можно заметить прямую зависимость между значением коэффициента нормализации и массовой долей жира в готовом сыре: увеличение K с 1,21 до 1,62 сопровождалось ростом массовой доли жира от 22,7 до 27,4% и жира в сухом веществе – от 51,4 до 55,0%. Это закономерно, поскольку более высокое содержание жира в молочной смеси непосредственно влияет на жировой профиль готового продукта.

Одновременно с увеличением K наблюдалось снижение массовой доли влаги в сыре – от 55,8 до 50,1%, а также снижение массовой доли влаги в обезжиренном веществе (МДВОВ) от 72,2 до 69,0%. Снижение массовой доли влаги объясняется концентрирующим эффектом жировой фазы: при высоком содержании жира в молочной смеси увеличивается объёмная доля жира в сырной массе, что при неизменном абсолютном количестве влаги приводит к снижению её процентного содержания в готовом продукте. Снижение МДВОВ при росте K отражает уменьшение доли влаги именно в белковой матрице сыра: жировые глобулы, занимая поры параказеиновой матрицы сгустка, затрудняют отток сыворотки в процессе синерезиса, однако одновременно вытесняют влагу из нежировой части, снижая её относительное содержание в обезжиренном веществе.

Следует отметить, что полученные значения массовой доли влаги в обезжиренном веществе во всех трёх образцах (69,0–72,2%) соответствуют диапазону, характерному для мягких сыров, и обеспечивают условия для активного протеолиза в процессе созревания.

Анализ представленных данных позволяет сделать вывод о том, что коэффициент нормализации молока оказывает существенное влияние на состав и выход мягкого сыра с белой и голубой плесенью. Установлена взаимосвязь между значением K и содержанием массовой доли жира, влаги, а также влаги в обезжиренном веществе в готовом продукте. Можно заключить, что устанавливая коэффициент нормализации молока возможно целенаправленно управлять содержанием жира и консистенцией сыра в рамках единой технологической схемы производства, не изменяя других параметров процесса.

Для оценки экономической эффективности использования молока различной жирности при производстве мягкого сыра с белой и голубой плесенью по типу Камбоцолы проведён расчёт на 100 кг нормализованного молока. Принятые допущения: стоимость мягкого сыра – 1500 руб/кг. Результаты сравнительной оценки представлены в таблице 3. Расчёт носит условный характер, т.к. учитывает затраты только на молочное сырьё.

Таблица 3

Сравнительная оценка экономической эффективности переработки 100 кг молока различной жирности

Показатель	Массовая доля жира в нормализованном молоке, %		
	4,1% ($K = 1,21$)	4,7% ($K = 1,38$)	5,5% ($K = 1,62$)
Массовая доля жира молока, %	4,1	4,7	5,5
Затраты на 100 кг нормализованного молока, выраженные через стоимость молока базисной жирности (3,4%), руб	4 824	5 529	6 471
Выход сыра из 100 кг нормализованного молока	14,33	16,56	19,50
Выручка от продажи сыра типа Камбоцолы, руб	21 495	24 840	29 250
Условная прибыль, руб	16 671	19 311	22 779

Анализ данных таблицы 3 позволяет сделать следующие выводы.

Условная прибыль от производства сыра типа Камбоцолы составляет от 16 671 до 22 779 руб на 100 кг молока в зависимости от коэффициента нормализации.

С увеличением коэффициента нормализации от $K = 1,21$ до $K = 1,62$ наблюдается одновременный рост как затрат на сырьё (с 4 824 до 6 471 руб на 100 кг молока), так и выручки от реализации сыра (с 21 495 до 29 250 руб на 100 кг молока).

Таким образом, использование молока повышенной жирности ($K = 1,62$) обеспечивает максимальный экономический эффект по условной прибыли. Это обусловлено одновременным действием двух факторов: ростом выхода сыра и увеличением содержания жира в готовом продукте, что при неизменной цене реализации обеспечивает опережающий рост выручки относительно затрат. Расчёт носит условный характер и учитывает только затраты на молочное сырьё; для принятия производственных решений необходим полный расчёт себестоимости с учётом всех статей затрат.

Заключение

Результаты проведённого исследования свидетельствуют о том, что коэффициент нормализации молока $K = Ж/Б$ является эффективным инструментом управления составом и выходом мягкого сыра с белой и голубой плесенью. Показано, что повышение K с 1,21 до 1,62 закономерно увеличивает массовую долю жира, массовую долю жира в сухом веществе и энергетическую ценность готового продукта при одновременном снижении массовой доли влаги и влаги в обезжиренном веществе. Полученные результаты могут служить основой для научно обоснованного выбора параметров нормализации молока при разработке технологии отечественных мягких сыров с плесенью.

Список использованной литературы:

1. Кузнецов, В.В., Шилер, Г.Г. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. Т. 3. Сыры. СПб.: ГИОРД, 2003. — 512 с.
2. Диланян, З.Х. Сыроделие. М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1984. — 280 с.
3. ГОСТ Р 52054-2003. Молоко натуральное коровье-сырьё. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2004. — 12 с.
4. Dejmek, P., Walstra, P. The syneresis of rennet-coagulated curd // Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology / ed. by P. F. Fox [et al.]. — 3rd ed. Amsterdam : Elsevier Academic Press, 2004. Vol. 1. P. 71–103. [https://doi.org/10.1016/S1874-558X\(04\)80063-0](https://doi.org/10.1016/S1874-558X(04)80063-0)
5. Guinee, T.P. Effect of protein-to-fat ratio of milk on the composition, manufacturing efficiency, and yield of Cheddar cheese / T.P. Guinee, E.O. Mulholland, J. Kelly, D.J. O'Callaghan // Journal of Dairy Science. 2007. Vol. 90. № 1. P. 110–123. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(07\)72613-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(07)72613-9)
6. Bojanić-Rašović, M. [et al.]. Correlation between protein to fat ratio of milk and chemical parameters and the yield of semi-hard cheese // Biotechnology in Animal Husbandry. 2013. Vol. 29, № 1. P. 145–159.
7. Kalit, S. [et al.]. The influence of milk standardization on chemical composition, fat and protein recovery, yield and sensory properties of Croatian PGI Lički Škripavac cheese // Foods. 2021. Vol. 10, № 4. Art. 690. <https://doi.org/10.3390/foods10040690>
8. Spinnler, H.E. Surface mould-ripened cheeses / H.E. Spinnler, J.C. Gripon // Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology / ed. by P. F. Fox [et al.]. — 3rd ed. Amsterdam : Elsevier Academic Press, 2004. Vol. 2. P. 157–174. [https://doi.org/10.1016/S1874-558X\(04\)80043-5](https://doi.org/10.1016/S1874-558X(04)80043-5)
9. Садовая, Т.Н. Влияние температуры созревания на органолептические и биохимические свойства сыров с плесенью / Т.Н. Садовая // Техника и технология пищевых производств. 2011. № 3 (22). С. 78–82.