

Ф.Х. Смольникова^{*}, Г.К. Наурзбаева¹, М.Б. Ребезов², Б.К. Асенова¹, Э.К. Окусханова¹

¹Шәкәрім университет,

071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки 20 А

²Федеральный научный центр пищевых систем имени В.М. Горбатова РАН,

109316, Российская Федерация, г. Москва, ул. Талалихина, 26

^{*}e-mail: smolnikovafarida@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА МАСЛООБРАЗОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОНЦЕНТРАТА СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ КСБ-60

Аннотация: Процесс маслообразования зависит от физического созревания сливок, сбивания сливок, обработки масляного зерна. Для улучшения и интенсификации процесса используются различные методы, это зависит от применения теории сбивания масла сливок и происходящих физических процессах при сбивании. В данной статье было исследовано влияние концентрата сывороточных белков КСБ-60 на процесс сбивания сливок и маслообразование при получении сливочного масла массовой долей жира 82,5%, с целью его интенсификации. Концентрат сывороточных белков вносили в виде сливочного модуля (растворения порошка КСБ-60 в сливках) в соотношении 1:3. При сбивании сливок было предложено вводить КСБ-60 в виде сливочного модуля, вводимого в разных количествах в сбиваемые сливки от 0,5 до 1,5 %. Эксперименты проводили в летний и зимний периоды при различных температурных режимах сбивания. Исследовался процесс маслообразования, содержание жира в пахте, фактический выход масла, степень использования молочного жира, массовую долю влаги, количество вытекаемого жира и термоустойчивость масла. Установлено, что применение КСБ-60 способствует ускорению процесса сбивания, снижению отхода жира в пахту и увеличению степени использования молочного жира по сравнению с контрольными образцами. Наиболее эффективными режимами оказались: в летний период – температура 6-8°C и внесение 1% КСБ-60, в зимний период – температура 10-12°C и внесение 1,5% КСБ-60. Полученные результаты подтверждают целесообразность применения концентрата сывороточного белка КСБ-60 при периодическом способе сбивания сливок для производства сливочного масла жирностью 82,5% с улучшенными показателями качества.

Ключевые слова: масло, сбивание, термоустойчивость, вытекаемый жир, пахта.

Введение

Сливочное масло и молочный жир являются примерами пластичных материалов, для которых текстура играет решающую роль в определении функциональности и потребительской приемлемости [1].

Сливочное масло, маргарин и спреды представляют собой вязкоупругие твердые вещества (т.е. пластичные эмульсии, которые остаются твердыми при комнатной температуре и в основном состоят из воды и масла).

Сливочное масло, маргарин и полножирные смеси должны содержать не менее 80% жира, но не более 90% жирности, максимум 16% воды и 2% сухого обезжиренного молока. С пониженным содержанием жира или на три четверти жирные продукты должны содержать более 41%, но не более 62% жира. Нежирные, легкие или полужирные продукты должны содержать 10-41% жира [2].

Процесс производства сливочного масла в основном включает в себя ряд этапов, направленных на концентрацию молочного жира до 80% и преобразование эмульсии масло-в-воде в эмульсию вода-в-масле, что обеспечивает максимально возможное извлечение молочного жира из масла [3].

Взбивание сливок в масло практикуется уже довольно давно. Все методы взбивания направлены на частичную дестабилизацию границы раздела молочных шариков, тем самым высвобождая жир, который образует непрерывную фазу масла. Введение пузырьков воздуха способствует дестабилизации эмульсии, и большая часть современного оборудования использует непрерывные технологии, основанные на процессе Фрица. Альтернативные

методы включают смешивание безводного молочного жира с сывороткой в скребковых охладителях. В технологическом процессе учитываются как параметры оборудования (конфигурация установок и условия эксплуатации), так и способ добавления второстепенных ингредиентов, а также параметры сливок [4].

Сливочное масло и другие продукты на основе молочного жира являются ценными продуктами для молочной промышленности благодаря своему уникальному вкусу, текстурным характеристикам и питательной ценности. Однако растущий потребительский спрос на продукты с низким содержанием жира увеличивает потребность в более глубоком понимании факторов, определяющих структуру продуктов на основе молочного жира. Сегодня доступны два метода производства: метод взбивания и метод эмульгирования. Первый обычно используется для производства масла с глобулярной структурой, которое становится все более популярным для получения продуктов с низким содержанием жира, как правило, без наличия молочных жировых глобул. Микроструктура продуктов на основе молочного жира тесно связана с их структурной реологией, а следовательно, и с областями применения. Структурное поведение определяется не одним единственным параметром, а взаимодействием многих из них. Эта сложность рассматривается здесь. Такие параметры, как термическая обработка сливок перед производством масла, содержание воды и химический состав, влияют не только на полиморфизм кристаллов, но и на количество и размеры жировых кристаллов. Количество взаимодействий между кристаллами, образующихся в продуктах, связано с твёрдостью продукта [5].

Одним из этапов производства масла является взбивание, при котором сливки, представляющие собой эмульсию типа «масло в воде», подвергаются фазовой инверсии. Во время взбивания образуются пузырьки воздуха, окружённые белковой плёнкой. Поскольку во время взбивания применяется непрерывное сдвиговое воздействие, жировые шарики молока схлопываются, позволяя жидкому жиру окружить пузырьки воздуха. В определённый момент пузырьки воздуха начинают сливаться, и образуются более крупные агрегаты жира, также называемые масляными зёрнами, окружённые пахтой. Температура взбивания обычно находится в диапазоне 10-15°C. Было отмечено, что температура взбивания выше 13°C приводит к относительно большому количеству жидкого жира, что ограничивает возможность включения большого количества воды в масляную матрицу. Кроме того, при высоких температурах взбивания больше жира теряется в пахте. Высокая температура вызывает частичное плавление жира, тем самым увеличивая процент жидкого жира. В жидком состоянии жир не включается в масляные зерна и затем выводится с пахтой [6].

Проведённые ранее теоретические и практические исследования (Han, J., Zhou, X., 2018) позволили сделать предположение, что процесс сбивания находится в прямой зависимости от пенообразования сливок, чем лучше пенообразование, тем интенсивнее процесс маслообразования [7]. Таким образом, регулируя данный процесс можно повысить качество масла, уменьшить отход жира в пахту, повлиять на консистенцию масла и показатели качества готовой продукции.

В данном исследовании будет рассматриваться возможность применения концентрата сывороточного белка КСБ- 60 для улучшения качества сладкосливочного масла жирностью 82,5%, интенсификации процесса маслообразования методом сбивания сливок.

Условия и методы исследования

Отбор проб масла осуществляли по ГОСТ 26809.2-2014. Прежде чем брать образцы, оценивают состояние тары и убеждаются в равномерности состава каждой партии товара. Если содержимое нескольких партий было перемешано, продукт разделяют на отдельные группы с похожими характеристиками.

Для оценки химического и физического качества продукции берут точечные, объединённые и лабораторные пробы. Отобранные образцы упаковывают в подходящие контейнеры – стеклянные, керамические, металлические или пластиковые – которые не искажают результаты исследований и оберегают образец от внешних факторов, плотно закрывая их. Для независимой проверки составленную единую пробу делят надвое. Из одной части весом от 500 грамм делают лабораторные исследования. Другую часть хранят в оригинальной упаковке, соблюдая условия хранения, рекомендованные для этого продукта, чтобы использовать её для повторного анализа в случае несоответствия результатов первоначальных тестов хотя бы по одному параметру [8].

Термоустойчивость определялась по методике ГОСТ 32261-2013 [9].

Показатель термоустойчивости рассчитывали по формуле 1:

$$K_T = \frac{D_0}{D_1}, \quad (1)$$

D_0 – начальный диаметр пробы, 20 мм;

D_1 – диаметр основания пробы после ее термостатирования, мм.

Показания исследований – хорошая термоустойчивость – 1,00-0,86; удовлетворительная термоустойчивость – 0,85-0,70; неудовлетворительная термоустойчивость – менее 0,70.

Для определения вытекания свободного жидкого жира из сливочного масла использовали специальную методику [10].

Количество вытекшего жира в (%) рассчитывали по формуле:

$$M_{ВЖ} = \frac{(c-a) \times 100}{(b-a)}, \quad (4)$$

где

a – масса чашки Петри с фильтровальной бумагой;

b – масса чашки Петри с фильтровальной бумагой и кубиком масла;

c – масса чашки Петри с пропитанной жиром фильтровальной бумагой.

Органолептические исследования масла осуществляли по ГОСТ 33632–2015 [111].

Сбивание сливок осуществляли на аппарате МБ-01 «ФЕРМЕР», (г. Новосибирск, Россия), частота вращения мешалки 70 об/мин.

Результаты исследования

В молочной промышленности широко применяются концентраты сывороточных белков. В данном исследовании была рассмотрена возможность применения концентрата сывороточных белков для улучшения процесса сбивания и интенсификации процесса. Для проведения данного исследования был выбран концентрат сывороточного белка КСБ-60 в качестве технологической добавки для улучшения процесса сбивания сливок 35% жирности.

Ранее были проведены исследования учеными (Ghorbani-HasanSarai A., Rafe A., 2019) [12], которые применяли концентрат рисового протеина для сбивания сливок в количестве 1-3 %, в данном исследовании было принято решение вводить КСБ-60 в виде сливочного модуля в сбиваемые сливки в количестве от 0,5 до 1,5 %, составы сливочных модулей приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Состав сливочного модуля с КСБ-60

Наименование	Модуль 1 (0,5% КСБ-60) от массы сливок	Модуль 2 (1 % КСБ-60) от массы сливок	Модуль 3 (1, 5 % КСБ-60) от массы сливок
Соотношение КСБ-60 : сливки 35 %	1:3	1:3	1:3
Модуль:			
Сливки 35 %, кг	1,5	3	4,5
КСБ-60, кг	0,5	1	1,5
Сливки 35 %, кг	98	96	94
Итого, кг	100	100	100

На рисунке 1 представлена схема для изготовления сливочного модуля с КСБ-60.

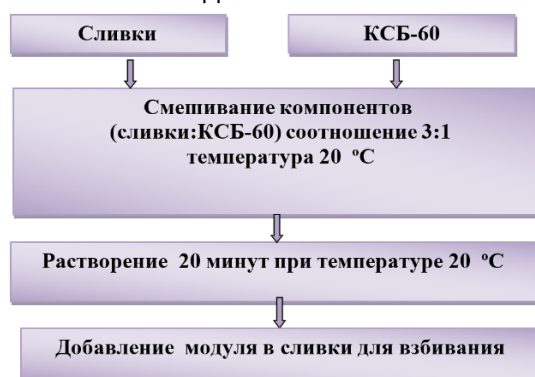


Рисунок 1 – Приготовление сливочного модуля с КСБ-60

Для исследования процесса маслообразования при сбивании сливок с КСБ-60 было выбрано несколько температурных режимов сбивания, данные приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Температурные режимы сбивания сливок в производстве сливочного масла

Летний период			Зимний период		
Температура сбивания	Количество КСБ-60, %	Номер опытного образца	Температура сбивания	Количество КСБ-60 от массы сливок %	Номер опытного образца
6+8°C	0,5	Опыт 1	10-12°C	0,5	Опыт 7
	1	Опыт 2		1	Опыт 8
	1,5	Опыт 3		1,5	Опыт 9
	-	Контроль 1		-	Контроль 3
10-12°C	0,5	Опыт 4	12-14°C	0,5	Опыт 10
	1	Опыт 5		1	Опыт 11
	1,5	Опыт 6		1,5	Опыт 12
	-	Контроль 2		-	Контроль 4

Было исследовано время сбивания сливок 35 % жирности в летний и зимний периоды данные приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Время сбивания сливок с КСБ-60 (летний и зимний период)

Температура сбивания	Опытные образцы	Начальная точка маслообразования, мин	Конечная точка маслообразования, мин
Летний период			
6-8°C	Опыт 1	27±0,01	33±0,01
	Опыт 2	23±0,02	30±0,02
	Опыт 3	25±0,02	32±0,01
	Контроль 1	29±0,01	39±0,01
10-12°C	Опыт 4	29±0,01	37±0,01
	Опыт 5	27±0,01	35±0,01
	Опыт 6	28±0,01	37±0,01
	Контроль 2	30±0,01	41±0,01
Зимний период			
10-12°C	Опыт 7	28±0,01	34±0,01
	Опыт 8	25±0,02	32±0,01
	Опыт 9	26±0,02	32±0,02
	Контроль 3	29±0,01	38±0,01
12-14°C	Опыт 10	29±0,01	36±0,01
	Опыт 11	27±0,01	35±0,01
	Опыт 12	26±0,01	33±0,01
	Контроль 4	30±0,01	40±0,01

Полученные исследования показали, что процесс маслообразования в летний период происходил более интенсивно с использованием 1 % КСБ-60 при температуре 6-8 °C и составил 30 минут. В зимний период процесс маслообразования прошел более интенсивнее и быстрее при температуре 10–12 °C с внесением 1,5 % КСБ-60 и составил 32 минуты (Опыт 9).

Обсуждение научных результатов

Степень использования молочного жира в летний период представлено на диаграмме рисунка 2.

Чем меньше содержание жира в пахте, тем выше степень использования молочного жира сливок. В летний период наибольшее значение было при внесении 1% КСБ-60 при температуре 6-8°C и составило 99,29%, у контрольного образца 99,16%.

Степень использования молочного жира в зимний период представлено на диаграмме рисунка 3.

Максимальные показатели степени использования молочного жира в зимний период были при температуре 10-12°C при использовании 1,5% пенообразователя КСБ-60 и составило 99,28% – рисунок 3 А, в контрольном образце при этой температуре степень использования молочного жира составила 99,16%.

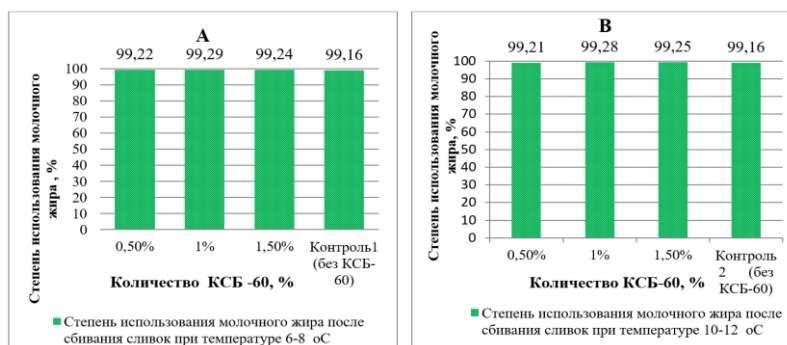


Рисунок 2 – Степень использования молочного жира при сбивании сливок в летний период
А – при температуре 6-8°C; В – при температуре 10-12°C

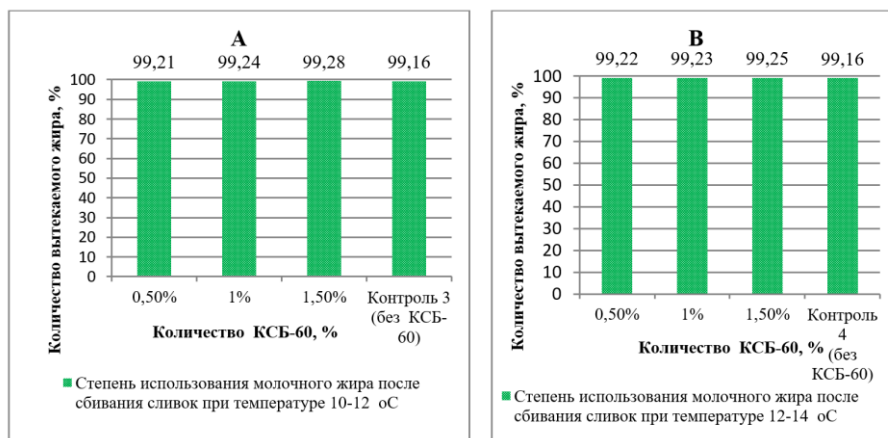


Рисунок 3 – Степень использования молочного жира при сбивании сливок в зимний период
А – при температуре 10-12°C; В – при температуре 12-14°C

В опытных образцах масла был проведён анализ на количество вытекаемого жидкого жира согласно методике В. Моора [9].

Исследовали количество вытекаемого жира в масле после сбивания сливок в зимний и летний периоды (табл. 4, 5).

Таблица 4 – Количество вытекаемого жира из сливочного масла в летний период, %

Опытный образец	Количество КСБ-60, %	Температурный режим	
		Температура 6-8°C	Температура 10-12°C
Опыт 1	0,5	5,1	5,3
Опыт 2	1	5,0	5,2
Опыт 3	1,5	5,3	5,5
Контроль без КСБ -60	-	6,0	6,2

Удовлетворительные показатели (наименьшее значение) было при температуре 6-8°C, количество пенообразователя КСБ-60 – 1%.

В таблице 5 приведено количество вытекаемого жира в зимний период.

Таблица 5 – Количество вытекаемого жира из сливочного масла в зимний период %

Опытный образец	Количество КСБ-60, %	Температурный режим	
		Температура 6-8°C	Температура 10-12°C
Опыт 1	0,5	5,3	5,4
Опыт 2	1	5,2	5,3
Опыт 3	1,5	5,1	5,2
Контроль без КСБ -60	-	6,1	6,4

Наименьшее количество жира вытекло при использовании 1,5% КСБ-60 при температуре сбивания 10-12°C и составило 5,1%.

После сбивания образцы масла были исследованы на термоустойчивость.

На диаграмме рисунка 4 представлена термоустойчивость сливочного масла, полученного в летний период.

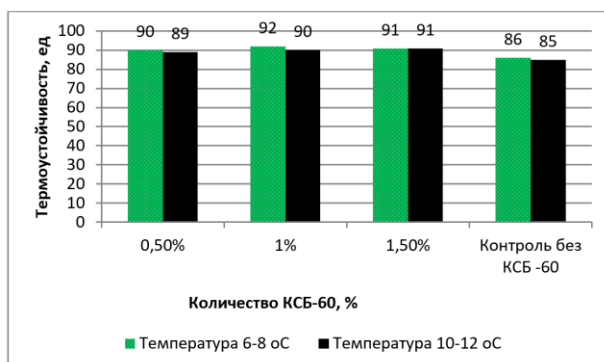


Рисунок 4 – Термоустойчивость сливочного масла, полученного после сбивания сливок в летний период

Высокая термоустойчивость с использованием КСБ-60 – 1% при температуре 6-8°C, составила 92.

На диаграмме рисунка 5 представлена термоустойчивость масла после сбивания в зимний период.

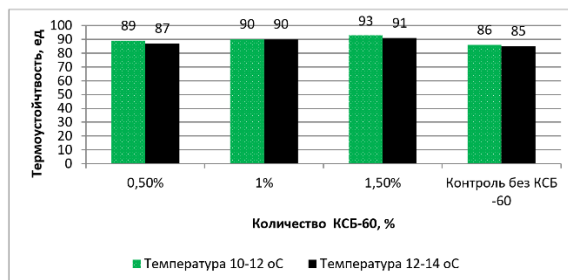


Рисунок 5 – Термоустойчивость масла, полученного после сбивания сливок в зимний период

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что наилучшая термоустойчивость была достигнута при температуре 10-12 °C и составила 93 при использовании 1,5 % пенообразователя КСБ-60.

Заключение

Анализ результатов указывает на перспективность применения концентрата сывороточных белков КСБ-60 при производстве масла методом периодического сбивания с целью достижения жирности продукта 82,5 %.

В связи с этим предлагаются оптимальные параметры обработки сливок содержащих 35% жира: для летнего периода рекомендуется температура 6-8°C, продолжительность процесса – 30 минут, расход сливочного модуля КСБ-60 – 1% от веса сливок; в холодное время года – температура 10-12 °C, длительность – 32 минуты, доля сливочного модуля КСБ-60 – 1,5 % от массы исходного сырья.

Применение КСБ-60 позволяет уменьшить потерю молочного жира, улучшить устойчивость готового масла к нагреву, увеличить эффективность извлечения жира во время сбивания, сократить время сбивания.

Список литературы

1. Rheological properties of milkfat and butter / A.J. Wright et al // Journal of food science. – 2001. – Т. 66. – № 8. – P. 1056-1071.
2. Keogh M.K. Chemistry and technology of butter and milk fat spreads / M.K. Keogh // Advanced dairy chemistry volume 2 lipids. – Boston, MA: Springer US, 2006. – P. 333-363.
3. Patel A.A. Butter and fat spreads: Manufacture and quality assurance / A.A. Patel, P. Sharma, H. Patel // Dairy Processing and Quality Assurance. – 2015. – P. 266-286.

4. Keogh M.K. Chemistry and technology of butter and milk fat spreads / M.K. Keogh // *Advanced dairy chemistry volume 2 lipids*. – Boston, MA: Springer US, 2006. – P. 333-363.
5. Ronholt S. The effective factors on the structure of butter and other milk fat-based products / S. Ronholt, K. Mortensen, J.C. Knudsen // *Comprehensive reviews in Food science and Food safety*. – 2013. – T. 12, № 5. – P. 468-482.
6. The effect of whipping temperature on the water content, rheology, microstructure and stability of butter during four weeks of storage / S. Renholt et al // *The structure of food products*. – 2014. – T. 2, № 1-2. – P. 14-26.
7. Microstructural evolution of whipped cream in whipping process observed by confocal laser scanning microscopy / J. Han et al // *International Journal of Food Properties*. – 2018. – V.21(1). – P. 593-605.
8. ГОСТ 26809.2-2014 Молоко и молочная продукция. Правила приемки, отбор проб и подготовка их к анализу. Часть 2. Масло из коровьего молока, спреды, сыры и сырные продукты, плавленые сыры и плавленые сырные продукты. Введ.01.01.2016 – М.: Стандартинформ, 2019. – 17 с.
9. ГОСТ 32261-2013 Масло сливочное Технические условия (с Поправками). Введ.01.07.2015. – М.: Стандартинформ, 2019. – 23 с.
10. Стандартизация и экспертиза молока и молочных продуктов: метод. рекомендации к выполнению практических работ / сост. О.А. Огнева, Н.Н. Забашта. – Краснодар: КубГАУ. – 2020. – 84 с.
11. ГОСТ 33632-2015 Молочный жир, масло и паста масляная из коровьего молока. Методы контроля органолептических показателей. Введ. 01.07.2016 – М.: Стандартинформ, 2016. – 16 с.
12. Ghorbani-Hasan Saraei A. Microstructure and chemorheological behavior of whipped cream as affected by rice bran protein addition / A. Ghorbani-Hasan Saraei, A. Rafe, S-A. Shahidi, A. Atashzar // *Food Sci Nutr*. – 2019. – V.7. – P.875-881.

References

1. Rheological properties of milkfat and butter / A.J. Wright et al // *Journal of food science*. – 2001. – T. 66. – № 8. – R. 1056-1071. (In English).
2. Keogh M.K. Chemistry and technology of butter and milk fat spreads / M.K. Keogh // *Advanced dairy chemistry volume 2 lipids*. – Boston, MA: Springer US, 2006. – R. 333-363. (In English).
3. Patel A.A. Butter and fat spreads: Manufacture and quality assurance / A.A. Patel, P. Sharma, H. Patel // *Dairy Processing and Quality Assurance*. – 2015. – R. 266-286. (In English).
4. Keogh M.K. Chemistry and technology of butter and milk fat spreads / M.K. Keogh // *Advanced dairy chemistry volume 2 lipids*. – Boston, MA: Springer US, 2006. – R. 333-363. (In English).
5. Ronholt S. The effective factors on the structure of butter and other milk fat-based products / S. Ronholt, K. Mortensen, J.C. Knudsen // *Comprehensive reviews in Food science and Food safety*. – 2013. – T. 12, № 5. – R. 468-482. (In English).
6. The effect of whipping temperature on the water content, rheology, microstructure and stability of butter during four weeks of storage / S. Renholt et al // *The structure of food products*. – 2014. – T. 2, № 1-2. – R. 14-26. (In English).
7. Microstructural evolution of whipped cream in whipping process observed by confocal laser scanning microscopy / J. Han et al // *International Journal of Food Properties*. – 2018. – V.21(1). – P. 593-605. (In English).
8. GOST 26809.2-2014 Moloko i molochnaya produktsiya. Pravila priemki, otbor prob i podgotovka ikh k analizu. Chast' 2. Maslo iz korov'ego moloka, spredy, syry i syrnye produkty, plavlenye syry i plavlenye syrnye produkty. Vved.01.01.2016 – M.: Standartinform, 2019. – 17 s. (In Russian).
9. GOST 32261-2013 Maslo slivochnoe Tekhnicheskie usloviya (s Popravkami). Vved.01.07.2015. – M.: Standartinform, 2019. – 23 s. (In Russian).
10. Standartizatsiya i ehkspertiza moloka i molochnykh produktov: metod. rekomendatsii k vypolneniyu prakticheskikh rabot / sost. O.A. Oгнева, N.N. Zabashta. – Krasnodar: KuBGAU. – 2020. – 84 s. (In Russian).
11. GOST 33632-2015 Molochnyi zhir, maslo i pasta maslyanaya iz korov'ego moloka. Metody kontrolya organolepticheskikh pokazatelei. Vved. 01.07.2016 – M.: Standartinform, 2016. – 16 s. (In Russian).

12. Ghorbani-Hasan Saraei A. Microstructure and chemorheological behavior of whipped cream as affected by rice bran protein addition / A. Ghorbani-Hasan Saraei, A. Rafe, S-A. Shahidi, A. Atashzar // Food Sci Nutr. – 2019. – V.7. – R.875-881. (In English).

Ф.Х. Смольникова*, Г.К. Наурзбаева¹, М.Б. Ребезов², Б.К. Асенова¹, Э.К. Окусханова¹

¹Шәкәрім университеті,

071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинка к-сі, 20 А

²PFA B.M. Горбатов атындағы Тамақ жүйелері федералдық ғылыми орталығы,

109316, Ресей Федерациясы, Мәскеу қ., Талалихин к-сі, 26

*e-mail: smolnikovafarida@mail.ru

КСБ-60 САРЫСУ АҚУЫЗДАРЫ КОНЦЕНТРАТЫН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ МАЙ ТҮЗІЛУ ПРОЦЕСІН ЗЕРТТЕУ

Май түзілу процесі кілегейді физикалық жетілдіруге, кілегейді шайқауға және май дәнін өңдеуге байланысты. Процесті жақсарту және қарқындату үшін әртүрлі әдістер қолданылады, бұл кілегей майын шайқау теориясын және шайқау кезінде жүретін физикалық процестерді қолдануға тәуелді. Бұл мақалада майлылығы 82,5% сары май өндіру кезінде кілегейді шайқау және май түзілу процесін қарқындату мақсатында КСБ-60 сарысу ақуыздары концентратының әсері зерттелді. Сарысу ақуыздарының концентраты кілегей модулі түрінде (КСБ-60 ұнтағын кілегейде еріту) 1:3 қатынасында енгізілді. Кілегейді шайқау барысында КСБ-60-ты шайқалатын кілегейге 0,5-тен 1,5 %-ға дейін әртүрлі мөлшерде енгізілетін кілегей модулі түрінде қосу ұсынылды. Тәжірибелер жазғы және қысқы кезеңдерде, шайқаудың әртүрлі температуралық режимдерінде жүргізілді. Май түзілу процесі, майдың пахтадағы майлылығы, майдың нақты шығымы, сүт майын пайдалану дәрежесі, ылғалдың массалық үлесі, ағып шығатын май мөлшері және майдың термотұрақтылығы зерттелді. КСБ-60 қолдану шайқау процесін жеделдететіні, пахтаға кететін май шығынын азайтатыны және бақылау үлгілерімен салыстырғанда сүт майын пайдалану дәрежесін арттыратыны анықталды. Ең тиімді режимдер: жазғы кезеңде – температура 6-8°C және 1% КСБ-60 енгізу, қысқы кезеңде – температура 10-12°C және 1,5% КСБ-60 енгізу. Алынған нәтижелер майлылығы 82,5% сары май өндіруде кілегейді кезеңдік тәсілмен шайқау кезінде КСБ-60 сарысу ақуыздары концентратын қолданудың мақсатқа сай екенін және өнім сапасының көрсеткіштері жақсаратынын растайды.

Түйін сөздер: май, шайқау, термотұрақтылық, ағып шығатын май, пахта.

F.H. Smolnikova*, G.K. Naurzbaeva¹, M.B. Rebezov², B.K. Assenova¹, E.K. Okuskhanova¹

¹Shakarim University,

071412, Republic of Kazakhstan, Semey, 20A Glinka St.

²V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of the Russian Academy of Sciences,

109316, Russian Federation, Moscow, Talalikhina Street, 26

*e-mail: smolnikovafarida@mail.ru

STUDY OF THE BUTTER FORMATION PROCESS USING WHEY PROTEIN CONCENTRATE WPC-60

The butter formation process depends on the physical ripening of cream, cream churning, and butter grain processing. Various methods are used to improve and intensify this process, depending on the application of the theory of cream butter churning and the physical processes occurring during churning. This paper investigates the effect of whey protein concentrate WPC-60 on the cream churning and butter formation process in the production of butter with a fat content of 82.5%, with the aim of intensifying the process. The whey protein concentrate was added in the form of a cream module (dissolving WPC-60 powder in cream) at a ratio of 1:3. During cream churning, it was proposed to add WPC-60 in the form of a cream module introduced into the churned cream in amounts ranging from 0.5 to 1.5%. Experiments were carried out during summer and winter periods under different churning temperature regimes. The butter formation process, fat content in buttermilk, actual butter yield, degree of milk fat utilization, moisture mass fraction, amount of free (leaking) fat, and butter thermal stability were studied. It was found that the use of WPC-60 contributes to accelerating the churning process, reducing fat losses into buttermilk, and increasing the degree of milk fat utilization compared to control samples. The most effective regimes were: in the summer period – temperature of 6-8°C with the addition of 1% WPC-60; in the winter period – temperature of 10-12°C with the addition of 1.5% WPC-60. The obtained results confirm the feasibility of using whey protein concentrate WPC-60 in the batch churning method for the production of butter with a fat content of 82.5% and improved quality indicators.

Key words: butter, churning, thermal stability, free fat, buttermilk.

Сведения об авторах

Фарида Харисовна Смольникова* – кандидат технических наук, ассоциированный профессор кафедры «Пищевые технологии», Шәкәрім университет, Казахстан; e-mail: smolnikovafarida@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8777-5313>.

Гульмира Каирғалиевна Наурызбаева – докторант кафедры «Пищевые технологии»; Шәкәрім университет, Казахстан; e-mail: gumnur@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2653-226X>.

Макисим Борисович Ребезов – доктор с/х наук, профессор Федерального научного центра пищевых систем имени В.М. Горбатова Российской Академии Наук, Россия; e-mail: rebezov@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>.

Бахыткуль Кажкеновна Асенова – кандидат технических наук, профессор кафедры «Пищевая технология», Шәкәрім университет, Казахстан; e-mail: asenova.1958@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8707-9725>.

Элеонора Курметовна Окушанова – PhD, и.о. ассоциированного профессора кафедры «Пищевые технологии», Шәкәрім университет, Казахстан; e-mail: eleonoraokushan@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5139-9291>.

Авторлар туралы мәліметтер

Фарида Харисқызы Смольникова* – техника ғылымдарының кандидаты, «Тамақ технологиясы» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Шәкәрім университеті, Қазақстан; e-mail: smolnikovafarida@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8777-5313>.

Гульмира Каирғалиқызы Наурызбаева – «Тамақ технологиясы» кафедрасының докторантты, Шәкәрім университеті, Қазақстан; e-mail: gumnur@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2653-226X>.

Макисим Борисұлы Ребезов – В.М. Горбатов атындағы Ресей Ғылым Академиясының Азық-түлік жүйелері жөніндегі федералды ғылыми орталығының ауылшаруашылық ғылымдарының докторы, профессор, Ресей; e-mail: rebezov@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>.

Бахыткуль Кажкенқызы Асенова – техника ғылымдарының кандидаты, «Тамақ технологиясы» кафедрасының профессоры, Шәкәрім университеті, Қазақстан; e-mail: asenova.1958@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8707-9725>.

Элеонора Курметқызы Окушанова – PhD, «Тамақ технологиялары» кафедрасының қауымдастырылған профессорының, Шәкәрім университеті, Қазақстан; e-mail: eleonora-okushan@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5139-9291>.

Information about the authors

Farida Smolnikova* – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department «Food Technology», Shakarim University, Kazakhstan; e-mail: smolnikovafarida@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8777-5313>.

Gulmira Naurzabayeva – Senior Lecturer at the of the Department of Food Technology; Shakarim University, Kazakhstan; e-mail: gumnur@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2653-226X>.

Makisim Rebezov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the V.M. Gorbatov Federal Scientific Center for Food Systems of the Russian Academy of Sciences, Russia; e-mail: rebezov@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>.

Bakhytkul Asenova – Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of Food Technology, Shakarim University, Kazakhstan; e-mail: asenova.1958@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8707-9725>.

Eleonora Okushanova – PhD, Associate professor of the Department of «Food technologies», Shakarim University, Kazakhstan; e-mail: eleonora-okushan@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5139-9291>.

Поступила в редакцию 05.01.2026

Поступила после доработки 12.02.2026

Принята к публикации 13.02.2026