

УДК 637.182

Влияние заменителей молочного жира на биологическую ценность и сроки годности плавленого сырного продукта*Д-р техн. наук Т.П. Арсеньева*, tamara-arseneva@mail.ru*канд. техн. наук Л.А. Надточий*, l.tochka@mail.ru*Н.С. Лотыш*, n.lotysh@mail.ru*Университет ИТМО**191002, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9*

Привлечение в отрасль сырья немолочного происхождения – заменителей молочного жира и рыбных добавок послужило основой разработки технологии плавленых сыров комбинированного состава, которые в соответствии с действующей терминологией называются плавлеными сырными продуктами. Технология плавленых сырных продуктов позволяет легко регулировать их состав введением соответствующих добавок, что позволяет получить продукт с заданными свойствами и составом.

В данной работе с целью приближения состава липидной фракции молочного жира к оптимальному соотношению насыщенных, мононенасыщенных и полиненасыщенными жирными кислотами выбран заменитель молочного жира «Союз 60Э».

Приведены расчеты биологической ценности липидной составляющей плавленого сырного продукта. Установлены сроки годности.

Ключевые слова: заменитель молочного жира; плавленый сырный продукт; насыщенные, мононенасыщенные и полиненасыщенные жирные кислоты; срок годности.

Influence of milk fat substitute on the biological value and shelf life of processed cheese product*D.Sc. Arsenyeva T.P.* tamara-arseneva@mail.ru*Ph.D. Nadtochii L.A.* l.tochka@mail.ru*Lotish N.S.* n.lotysh@mail.ru*ITMO University**191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9*

Development of technology of processed cheese of combined composition (according to the current terminology – processed cheese products) was made possible due to attraction in industry a non-dairy raw materials, in particular, substitutes of milk fat and fish supplements. Technology of processed cheese products allows easy regulate the composition by introducing appropriate additives to provide the product with desired properties.

In this paper the milk fat substitute Union 60E was selected in order to approximate the composition of the lipid fraction of milk fat to the optimum ratio of saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids. The calculations the lipid component of the processed cheese product and its compliance with the recommended standards was presented. The shelf life developed product was detected in this research.

Keywords: milk fat substitute; processed cheese product; saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids; shelf life.

Одним из важнейших элементов общей безопасности и устойчивости развития национальной экономики является состояние пищевой и перерабатывающей промышленности, в которой молочная отрасль занимает третье место по вкладу в ВВП. Производство достаточного количества продовольствия на уровне обеспечения продовольственной безопасности по основным продуктам питания долгие годы являлось основной задачей государства в области пищевой и перерабатывающей промышленности. В настоящее время в число приоритетных задач входит производство продовольствия, способствующего поддержанию здорового образа жизни и снижению риска заболеваний (функциональное питание).

Сектор функциональных продуктов имеет первостепенное значение – это наиболее удобная, естественная форма обогащения организма человека витаминами, минеральными веществами, микроэлементами и другими компонентами.

Привлечение в отрасль сырья немолочного происхождения – заменителей молочного жира – послужило основой разработки технологии плавленых сыров комбинированного состава, которые в соответствии с действующей терминологией называются плавлеными сырными продуктами.

Технология плавленых сырных продуктов позволяет легко регулировать их состав путем введения выбранных добавок для получения продукта с заданным составом и свойствами.

За последние 20–30 лет взгляды на роль жиров в питании коренным образом изменились. Биологическая, физиологическая и пищевая эффективность липидов определяется, с одной стороны структурными характеристиками жирных кислот, с другой – их соотношением между собой и содержанием в жирах липокомпонентов.

Особая роль в составе жира принадлежит эссенциальным полиненасыщенным жирным кислотам – это необходимые для поддержания здоровья жирные кислоты, которые не могут быть выработаны организмом (они и называются незаменимыми, или эссенциальными жирными кислотами). В составе эссенциальных жирных кислот различают пять полиненасыщенных – линолевую, линоленовую, арахидоновую, эйкозапентаеновую и докозагексаеновую. Количество эссенциальных жирных кислот в организме напрямую зависит от того, сколько жиров и масел съедает человек. Эссенциальные жирные кислоты занимают большую часть в составе защитной оболочки или мембраны, окружающей любую клетку.

Существует два главных класса полиненасыщенных жирных кислот – омега-6 (ω_6) класс и омега-3 (ω_3) и один главный класс мононенасыщенных жирных кислот – омега-9 (ω_9). Различием между этими группами является положение двойной связи. В ω_3 -кислотах первая двойная связь находится у 3 атома углерода от метильного конца молекулы; в ω_6 -кислотах – у 6 атома углерода и т. д.

К омега-3 жирным кислотам относятся α -линоленовая, эйкозапентаеновая кислота и докозагексаеновая кислота, которые присутствуют в основном в рыбе, а также в небольших количествах могут синтезироваться в организме из α -линолевой кислоты.

Арахидоновая кислота синтезируется в организме из линоленовой при участии витамина B¹². Низкий уровень ω_3 -кислот в питании может вызвать серьезные проблемы со здоровьем. Они совершенно необходимы для развития и нормальное функционирование глаз и мозга. Эти вещества помогают также справиться с воспалительными процессами, например, с артритом, способствуют уменьшению содержания триглицеридов в крови, которые связаны напрямую с заболеваниями сердца и инсультом.

Улучшение состояния сердечно-сосудистой системы в результате потребления омега-3 жирных кислот, вероятно, происходит за счет снижения образования атеросклеротических бляшек и увеличения активных компонентов, обладающих противовоспалительными свойствами.

Незаменимая ω_6 -кислота – линолевая, которой много в растительных маслах. В организме линолевая кислота может превращаться в γ -линоленовую кислоту. Баланс жирных кислот классов

омега-6 и омега-3 играет ключевую роль в полноценном метаболизме простагландинов. Простагландины и относящиеся к ним компоненты представляют собой гормоноподобные молекулы, получаемые из жирных кислот, структурная цепочка которых включает 20 молекул углерода и содержит 3, 4 или 5 двойных связей. Линолевая и линоленовая кислоты могут быть преобразованы в простагландины путем добавления двух молекул углерода и удаления молекул водорода (при необходимости).

Мононенасыщенные жиры содержат ненасыщенные жирные кислоты с одной двойной связью (ω_9). Наиболее важной мононенасыщенной жирной кислотой в питании является олеиновая кислота. Она имеет цепочку из восемнадцати атомов углерода с одной двойной связью между девятым и десятым атомами углерода.

При отсутствии эссенциальных кислот прекращается рост организма, возникают тяжёлые заболевания. К дефициту полиненасыщенных жирных кислот наиболее чувствителен растущий организм, так как он в большей мере нуждается в пластическом материале для синтеза фосфолипидов. Установлена связь полиненасыщенных жирных кислот с обменом холестерина. Эссенциальные кислоты при достаточном их количестве образуют с холестерином сложные эфиры, которые при обмене веществ окисляются до низкомолекулярных веществ и легко выводятся из организма.

В вопросах рационализации состава жировых композиций большое внимание уделяется соотношению полиненасыщенных жирных кислот. Отношение линолевой кислоты к линоленовой должно составлять не менее 7, алинолевой к олеиновой не менее 0,25.

В составе молочного жира насыщенных жирных кислот значительно больше (63,9–70,1%), чем ненасыщенных (29,9–36,1%).

Заменители молочного жира имеют хорошо сбалансированный состав. Их жирнокислотный состав максимально приближен к нормам по содержанию насыщенных, полиненасыщенных и мононенасыщенных жирных кислот, а также по содержанию полиненасыщенных жирных кислот семейств омега-3 и омега-6.

На кафедре технологии молока и пищевой биотехнологии под руководством профессора д.т.н. Арсеньевой Т.П. проведены исследования и разработана технология производства плавленого сырного продукта с регулируемым жирнокислотным составом с рыбными добавками.

С целью приближения состава липидной фракции молочного жира к оптимальному соотношению между насыщенными, мононенасыщенными и полиненасыщенными жирными кислотами выбран заменитель молочного жира «Союз 60Э». При 50-процентной замене молочного жира заменителем «Союз 60Э» плавленый сырный продукт с массовой долей жира 60% имел выраженный вкус и типичную для данного вида плавленого сырного продукта мажущую, вязную консистенцию.

Для оценки качества жиров по жирнокислотному составу Институт питания РАМН и ВНИИМС предложили по аналогии с идеальным белком ввести понятие «гипотетически идеальный жир», предусматривающее определенные соотношения между отдельными группами и представителями жирных кислот. Согласно этой модели «гипотетически идеальный жир» должен содержать (в относительных частях): ненасыщенных жирных кислот от 0,38 до 0,47; насыщенных жирных кислот от 0,53 до 0,62. Отношения содержания ненасыщенных и насыщенных жирных кислот в таком жире должны находиться в пределах от 0,6 до 0,9; линолевой и линоленовой кислот от 7 до 40; линолевой и олеиновой кислот от 0,25 до 0,4 [9].

Исследование жирнокислотного состава опытного образца плавленого сырного продукта в сравнении с контрольным плавленым сыром с молочным жиром проводили в лаборатории ФБУ «Тест-С.-Петербург». Сравнительные характеристики липидной составляющей, разработанного плавленого сырного продукта с «гипотетически идеальным жиром» представлены в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительная характеристика содержания липидной составляющей

Образцы	Содержание жирных кислот в 100 гр липидов		Отношение содержания ненасыщенных и насыщенных жирных кислот	Отношение содержания линолевой и линоленовой кислот
	Насыщенные жирные кислоты	Ненасыщенные жирные кислоты		
Образец, рекомендованный как «гипотетически идеальный жир»	0,53–0,62	0,38–0,47	0,6–0,9	7–40
Разработанный образец плавленого сырного продукта	0,55	0,45	0,8	8

Разработанный плавленый сырный продукт по соотношению полиненасыщенных жирных кислот семейств омега-3 и омега-6 приближен к функциональным жировым продуктам массового потребления, рекомендованным Всемирной организацией здравоохранения (ФАО/ВОЗ) и Институтом питания РАМН.

Расчеты по биологической ценности липидной составляющей приведены в таблице 2, где *нжк* – ненасыщенные жирные кислоты; *мнжк*-мононенасыщенные жирные кислоты; *пнжк* – полиненасыщенные жирные кислоты.

Содержание НЖК в продукте:

$$C = (33,2 \cdot 14,2) + (11,6 \cdot 47,9) + (8 \cdot 0) + (0,04 \cdot 0,37) + (5 \cdot 3) + (5,3 \cdot 44,16) / 63,14 = 21\%$$

Содержание МНЖК в продукте:

$$C = (33,2 \cdot 5,9) + (11,6 \cdot 36,9) + (8 \cdot 0) + (0,04 \cdot 0,17) + (5 \cdot 2,06) + (5,3 \cdot 23,54) / 63,14 = 12,02\%$$

Содержание ПНЖК в продукте:

$$C = (33,2 \cdot 0,64) + (11,6 \cdot 25,8) + (8 \cdot 0) + (0,04 \cdot 0,024) + (5 \cdot 2,5) + (5,3 \cdot 0,8) / 63,14 = 5,34\%$$

Содержание ω-3 в продукте:

$$C = (33,2 \cdot 0) + (11,6 \cdot 2,4) + (8 \cdot 0) + (0,04 \cdot 0,012) + (5 \cdot 1,84) + (5,3 \cdot 0,06) / 63,14 = 0,6\%$$

Содержание ω-6 в продукте:

$$C = (33,2 \cdot 0,64) + (11,6 \cdot 23,4) + (8 \cdot 0) + (0,04 \cdot 0,012) + (5 \cdot 0,66) + (5,3 \cdot 0,74) / 63,14 = 4,75\%$$

Все ЗМЖ имеют высокую окислительную стабильность (значительно выше, чем молочный жир) благодаря природному антиоксиданту – витамину Е, который входит в состав ЗМЖ, что позволяет выпускать продукты, имеющие стабильное качество при длительном хранении.

В ходе экспериментальных исследований были установлены сроки годности плавленого сырного продукта.

Таблица 2

Биологическая ценность липидной составляющей поликомпонентного продукта

Компоненты по рецептуре	Массовая доля жира, %	Жирные кислоты, г/100 г липидов				
		нжк	мнжк	пнжк	ω -3	ω -6
Сыр Голландский	24,8	14,2	5,9	0,64	–	0,64
Творог нежирный	0,6	–	–	–	–	–
Сухое обезжиренное молоко	0,6	0,37	0,17	0,024	0,012	0,012
Масло сладко-сливочное	72,5	44,16	23,54	0,8	0,06	0,74
Заменитель молочного жира	99,9	47,9	36,9	25,8	2,4	23,4
Полуфабрикат рыбный (семга)	8,1	3,0	2,06	2,5	1,84	0,66
Готовый продукт	60	21	12,02	5,34	0,6	4,75

На хранение при температуре 2–4°C и относительной влажности воздуха не более 85% закладывали опытные и контрольные образцы. Физико-химические показатели опытного и контрольного образцов представлены в таблице 3.

Таблица 3

Физико-химические показатели опытного и контрольного образца

Наименование образца	Массовая доля жира в сухом веществе, %	Массовая доля влаги, %	Активная кислотность, рН
Опытный	60	57,8	6,02
Контрольный	60	58,2	6,0

Оценку показателей качества проводили через каждые 10 суток в течение 90 суток.

Изменение физико-химических показателей в течение всего срока хранения не наблюдалось.

Ввиду того, что по органолептическим показателям существенных изменений на протяжении 70 суток в опытном и контрольном образце не наблюдалось, за исключением изменения вкуса и консистенции в контрольном образце на 80 сутки, в таблице 4 приведены данные органолептических показателей на 10-е и 90-е сутки хранения.

Таблица 4

Органолептические показатели контрольного и опытного образцов

Наименование образца	Продолжительность хранения, сут	
	10	90
Опытный	Хорошо выраженный вкус и аромат с привкусом рыбы. Консистенция типичная для пастообразного плавленого сырного продукта, мажущаяся, с наличием частичек рыбы. Цвет от белого до слабо-желтого с наличием частичек, характерных цвету рыбы.	Хорошо выраженный вкус и аромат с привкусом рыбы. Консистенция типичная для пастообразного плавленого сырного продукта, мажущаяся, с наличием частичек рыбы. Цвет от белого до слабо-желтого с наличием частичек, характерных цвету рыбы.
Контрольный	Хорошо выраженный вкус и аромат. Консистенция типичная для пастообразного плавленого сыра, мажущаяся. Цвет слабо-желтый	Недостаточно выраженный вкус и аромат. Консистенция слегка тугоплавкая, немного липкая. Цвет слабо-желтый

Результаты исследований микробиологических показателей контрольного и опытного образцов на конечный срок годности (90 суток) представлены в таблице 5.

Таблица 5

Микробиологические показатели опытного и контрольного образцов на 90-е сутки

Наименование образца	КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	Масса продукта, г в которой не обнаружены БГКП (колиформы)	Дрожжи, КОЕ/г, не более	Плесени, КОЕ/г, не более	Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы, в 25 г
Опытный	3,5x10 ³	0,1	20	5	Не обнаружены
Контрольный	3,8x10 ³	0,1	10	5	Не обнаружены

Как видно из данных представленных в таблице 5 микробиологические показатели не превышают допустимых норм. На основании проведенных экспериментальных исследований можно сделать следующие выводы:

- выявлено, что при хранении плавленого сырного продукта с использованием заменителя молочного жира показатели качества в течение всего срока хранения (90 суток) не изменялись, в то время как в контрольном образце показатели качества не изменялись в течение 70 суток. Стабильность качества плавленого сырного продукта связана с высокой окислительной стабильностью заменителя молочного жира;

- установлены сроки годности плавленого сырного продукта с регулируемым жирнокислотным составом в течение 90 суток при температуре хранения 2–4°С и относительной влажности воздуха не более 85%. Однако, руководствуясь методикой расчета сроков годности (Гигиеническая оценка сроков годности пищевых продуктов), сроки годности составляют 60 суток;

- Жирно-кислотный состав плавленого сырного продукта приближен к функциональным жировым продуктам массового потребления, рекомендованным Всемирной организацией здравоохранения (ФАО/ВОЗ) и Институтом питания РАМН.

Литература

1. *Аппалонова И.В., Смирнова Е.А., Никонорова Н.П.* Исследование жирнокислотного состава липидов молока // Пищевая промышленность. 2012. № 11. С. 72–75.
2. *Арсеньева Т.П., Брусенцев А.А.* Факторы, влияющие на стабильность сливочно-растительной эмульсии // Молочная промышленность. 2005. № 10. С. 54–55.
3. *Арсеньева Т.П., Лотыш Н.С.* Разработка состава и технологии плавящихся сырных продуктов с регулируемым жирнокислотным составом // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2014. № 2.
4. *Лях В.Я., Шергина И.А., Садовая Т.Н.* Справочник сыродела. СПб.: Профессия. 2011. С. 680.
5. *Рошупкина Н.В.* Технология плавящихся сырных продуктов // Переработка молока. 2006. № 5. С. 18–19.
6. *Павлова И.В., Долганова Н.В., Кравченко Е.В., Доценко Е.В., Коблицкая М.Б.* Вопросы технического регулирования в области производства ЗМЖ // Молочная промышленность. 2013. № 8. С. 10–11.
7. *Степанова Л.И.* Заменители молочного жира SDS и СОЮЗ – гарантия качества вашей продукции // Молочная промышленность. 2010. № 10. С. 48–49.
8. *Харитонов В.Д.* Приоритетные направления развития пищевых технологий // Молочная промышленность. 2014. № 5. С. 4–5.
9. *Просяков А.Ю.* Научные основы производства продуктов питания: учебное пособие. Кемерово, 2005. 234 с.
10. *Арсеньева Т.П.* Развитие теоретических основ и разработка технологий низколактозных молочных продуктов с регулируемым жирнокислотным составом: дис. ... докт. техн. наук. СПб., 2009.
11. *Лотыш Н.С., Арсеньева Т.П.* Подбор заменителей молочного жира с целью регулирования жирнокислотного состава плавящегося сырного продукта // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2014. № 3. С. 135–144.

References

1. Appalonova I.V., Smirnova E.A., Nikonorova N.P. Study of the fatty acid composition of milk lipids. *Food processing industry*. 2012, № 11, pp. 72–75.
2. Arsenyeva T.P., Brusencev A.A. The factors influencing the stability of the cream& plantemulsion. *Dairy industry*. 2005, №10, pp. 54–55.
3. Arsen'eva T.P., Lotysh N.S. Razrabotka sostava i tekhnologii plavlenykh syrnykh produktov s reguliruemyim zhirnokislotnym sostavom. *Scientific journal NRU ITMO Series "Processes and equipment for food production"*. 2014. № 2.
4. LjahV. Ja, Shergina I.A., Sadovaja T.N. *Directory of cheesemaking*. St. Petersburg, Professia Publ., 2011, p. 680.
5. RoshhupkinaN.V. Technology processed cheese products. *Milk processing*. 2006, N 5, pp. 18–19.
6. Pavlova I.V., Dolganova N.V., Kravchenko E.V., Docenko E.V., Koblickaja M.B. Technical regulation in the production of milk fat substitutes. *Dairy industry*. 013, N 8, pp.10–11.
7. Stepanova L.I. Milk fat substitutes SDS and UNION – guarantee the quality of your products. *Dairy industry*. 2010, N 10, pp. 48–49.
8. Haritonov V.D. Priority directions of development of food technologies. *Dairy industry*. 2014, N 5, pp. 4–5.
9. Prosekov A.Ju. *Scientific basis of food production: Teaching manual*. Kemerovo, 2005. 234 p.
10. Arsenyeva T.P. Development of theoretical bases and development of technologies low-lactose dairy products regulated fatty acid composition. *Doctor's thesis*. St. Petersburg, 2009.
11. Lotysh N.S., Arsenyeva T.P. Selection of milk fat substitutes in order to regulate the fatty acid composition of processed cheese product. *Scientific journal NRU ITMO Series "Processes and equipment for food production"*. 2014, № 3, pp. 135–144.