УДК 637.358

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ПЛАВЛЕНИЯ ТВОРОЖНОГО СЫРЬЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПЛАВЛЕНЫХ СЫРОВ

С.М. Лупинская*, А.Н. Ганцева

ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47

**e-mail: lupinskaia@mail.ru*

Дата поступления в редакцию: 04.07.2017
Дата принятия в печать: 04.09.2017

Аннотация. Представлены теоретические сведения процесса плавления сычужных сыров, характеристики используемых в промышленности солей-плавителей. Показано, что процесс плавления творожного сырья отличается от плавления сычужного сыра, что связано с разными формами белковых мицелл сырья. Рабочей гипотезой проведения исследований являлось предположение о том, что для плавления творожного сырья можно использовать реагенты, которые влияют на активную кислотность среды, а также стабилизируют структуру, связывают влагу и улучшают консистенцию готового продукта. Изучено влияние соли-плавителя (фосфата натрия двузамещенного Е339 ii), регулятора кислотности (гидрокарбоната натрия Е 500 ii) и стабилизаторов структуры «Стабилан СМ1» и «Генулакт LRA-50» на способность творожного сырья к плавлению. В качестве молочного сырья использован творог обезжиренный, полученный кислотным способом. По результатам полного четырехфакторного эксперимента на двух уровнях получены уравнения регрессии и построены графические зависимости активной кислотности (pH) и органолептической оценки расплавленной творожной массы (плавимости) от исследуемых факторов. Наиболее существенное влияние на изменение указанных параметров оказали соль-плавитель и регулятор кислотности. Линейный эффект влияния фактора регулятора кислотности на pH смеси в 1,5 раза выше, а на показатель плавимости в 13 раз выше, чем фактора соли-плавителя. При производстве плавленых сыров на основе творожного сырья, полученного методом кислотной коагуляции, рекомендован следующий состав стабилизационной смеси: гидрокарбонат натрия – 1,0 % и стабилизатор структуры «Генулакт LRA-50» – 0,5 % (в соотношении 2:1). Разработанный белково-структурный комплекс можно рекомендовать при получении пастообразных плавленых сыров с нежной мажущейся консистенцией. Строгое соблюдение соотношения между белковой частью и пищевыми добавками, влияющими на структуру продукта, позволит избежать пороков: «неоднородная консистенция, не расплавившиеся частицы белка», а также «щелочной привкус». Использование творожного сырья при получении плавленых сыров позволит рационально использовать молочное сырье, снизить затраты на производство белкового сырья при получении плавленых сыров, расширить их ассортимент и сгладить сезонность производства.

Ключевые слова. Творожное сырье, плавленый сыр, стабилизаторы структуры, соль-плавитель, регулятор кислотности

INVESTIGATION OF THE PROCESS OF MELTING OF COTTAGE CHEESE RAW MATERIAL WHEN MANUFACTURING PROCESSED CHEESES

S.M. Lupinskaya*, A.N. Gantseva

Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia

**e-mail: lupinskaia@mail.ru*

Received: 04.07.2017
Accepted: 04.09.2017

Abstract. Theoretical data on the process of rennet cheese melting and characteristics of cheese-melting salts used in the industry are given. It is shown that the process of melting of cottage cheese raw material differs from melting of rennet cheese that is connected with different forms of protein micelles of raw materials. The hypothesis of our research is the assumption that to melt cottage cheese raw material it is possible to use reagents, which influence active acidity of the environment, and also stabilize texture, connect moisture and improve the consistence of the finished product. The influence of cheese-melting salt (disodium phosphate E339 ii), the acidity regulator (disubstituted sodium phosphate E 500 ii) and "Stabilan CM1" and "Genulakt LRA-50" texture stabilizers on the melting ability of cottage cheese raw materials has been studied. Fat-free cottage cheese obtained with the method of acidity is used as dairy raw material. By results of a complete four-factorial experiment at two levels, the equations of regression have been obtained and graphic dependences of active acidity (pH) and an organoleptic assessment of the melted curds (melting ability) from the specified factors have been constructed. Cheese-melting salt and the regulator of acidity *have* the most essential impact on the change of specified parameters. The linear effect of influence of the regulator of acidity factor on pH is 1.5 times higher and that on the factor of melting ability is 13 times higher than for the factor of cheese-melting salt. When manufacturing processed cheeses based on cottage cheese raw material obtained with the method of acid coagulation it is possible to recommend the following composition of stabilization mix: 1.0% of sodium hydrogen carbonate and 0.5% "Genulakt LRA-50" texture stabilizer (in the ratio of 2:1). The developed protein and structural complex can be recommended for obtaining paste-like processed cheese with soft, easily spread

consistency. Strict observance of the protein part to food additives ratio influencing the product texture will allow avoiding such defects as a non-uniform consistence, unmelted protein particles, and alkaline flavor. The use of cottage cheese raw material when manufacturing processed cheeses allow us to use dairy raw material rationally, to lower the cost of protein raw material production, to widen the assortment of processed cheeses and to smooth production seasonality.

Keywords. Cottage cheese raw material, processed cheese, texture stabilizers, cheese-melting salt, acidity regulator

Введение

Несмотря на обширность ассортимента плавленых сыров, происходит постоянное его обновление. Это обуславливается необходимостью удовлетворения требований науки о питании, изменением потребительского спроса, а также наличием сырьевых ресурсов и соображениями рентабельности того или иного вида сыра [1, 2].

Интерес потребителей к плавленым сырам вызван их способностью хорошо сохранять свои качества во время длительного хранения (даже при плюсовых температурах), а также возможностью сочетания различных компонентов, в том числе немолочного происхождения, и получения продуктов высокой пищевой и биологической ценности.

Основным сырьем для получения плавленых сыров являются натуральные сычужные сыры. Их производство требует значительных затрат сырья, трудовых ресурсов и капитальных вложений. На одну тонну сыра в среднем расходуется 11–13 тонн молока. Высокие трудовые затраты и капитальные вложения связаны с необходимостью использования камер созревания сыров с различными режимами, а также уходом за сыром во время созревания, требующим значительного ручного труда. Поэтому сычужные сыры относятся к дорогостоящим молочным продуктам.

Кроме различных видов натуральных сыров при производстве плавленых сыров в качестве молочного белка используются быстросозревающие сыры, предназначенные для плавления, творог с различным содержанием жира. Именно белоксодержащие компоненты в комплексе с солями-плавителями участвуют в формировании качественных показателей продукта. В процессе плавления происходит разрушение белковой матрицы исходного сырья и формирование нового белкового комплекса плавленого сыра. В конечном итоге консистенция готового продукта зависит от соотношения многокомпонентной системы, основной «каркас» которой составляет белок. Жир, вода и растворенные в ней вещества равномерно распределены между белковыми структурными элементами.

Наиболее хорошо изучен процесс плавления для сычужного сыра, который имеет следующее теоретическое обоснование.

При плавлении сычужного сыра происходит взаимодействие солей-плавителей с мицеллами параказеинаткальцийфосфатного комплекса (ПККФК). Основным процессом при плавлении сыра является связывание кальция и образование параказеинат натрия. Соли-плавители взаимодействуют в первую очередь со структурообразующим кальцием, который связывает отдельные мицеллы ПККФК между собой. В результате происходит разрушение параказеинового геля на отдельные мицеллы. В связи с тем, что они имеют более мелкие размеры, повышается их растворимость. Крупные мицеллы ПККФК также разрушаются под воздействием тепла со снижением их массы примерно в 20 раз, в результате образуется теплоустойчивый высококонцентрированный коллоидный раствор параказеината натрия. Одновременно со структурными изменениями параказеинового геля и мицелл ПККФК образуются соли кальция с соответствующими анионами солей-плавителей. Это подтверждается микроструктурными исследованиями плавленых сыров [3–5].

Растворимость образованных кальциевых солей повышается при охлаждении плавленого сыра, и образовавшиеся ионы кальция снова связывают мицеллы ПККФК, образуя новый параказеиновый гель. Прочность этого геля будет зависеть от длины цепочек связанных между собой мицелл. Это в свою очередь зависит от правильно подобранной соли для плавления [6].

Структурные изменения мицеллы параказеина являются определяющими процессами при плавлении сыра. Они приводят к образованию параказеината натрия, который обладает высокой растворимостью. Наряду с этим повышается дисперсность мицелл параказеина. Все это приводит к образованию высококонцентрированного белкового коллоидного раствора, устойчивого к нагреванию и сохраняющего свои свойства при многократном нагревании и охлаждении [7–10] .

С.М. Барканом была представлена «адсорбционная теория», дающая объяснение процесса плавления. По этой теории для повышения растворимости белков сыра необходимо усиление гидратации белковых мицелл. Это достигается увеличением их заряда в результате адсорбции многовалентного аниона соли-плавителя [1–3].

В процессе плавления сыра значительным структурным изменениям подвергается и его жировая фракция. В натуральном сыре жир диспергирован в белковой сети в виде жировых микрозерен, отличающихся от жировых шариков более крупными размерами. Размер жировых микрозерен превышает средний размер жировых шариков в 2–4 раза и составляет для разных сыров 8–14 мкм. Характер изменения дисперсности жировых микрозерен в процессе плавления одинаков для различных солей-плавителей и отличается лишь количественно [6, 7, 12].

В основном при выработке плавленых сыров используют соли-плавители: фосфаты и цитраты натрия, а также их смеси.

Фосфатные добавки «Фонакон» и «Полифан» представляют собой смесь триполифосфата натрия и кислого пирофосфата натрия с примесью фторофосфатов и других конденсированных фосфатов.

Такой состав обеспечивает высокую эффективность этих солей-плавителей [8, 10].

«Фонакон» и «Полифан» обладают достаточной буферной емкостью, высокой кальцийотнимающей и пептизирующей способностью, что позволяет использовать их для переработки сырья различной степени зрелости. Данные соли-плавители принимают активное участие в структурообразовании плавленых сыров, образуя сшивку между белковыми цепями, придавая дополнительную прочность и вязкость белковому каркасу. Они способствуют получению систем с однородной, гомогенной структурой и равномерно распределенными макро- и микрочастицами.

Для выработки плавленых сыров ряд предприятий используют натрий фосфорнокислый двузамещенный двенадцативодный как наиболее простую в применении и дешевую соль-плавитель. Однако во многих случаях плавленые сыры, выработанные с динатрийфосфатом, имеют пороки вкуса и консистенции: щелочной, мыльный вкус при переработке незрелого сычужного сыра; грубую, колющуюся консистенцию с наличием не растворившихся частиц. Это объясняется их слабой декальцинирующей и пептизирующей способностью [3, 4].

Цитраты натрия (натриевые соли лимонной кислоты) издавна считаются лучшими в отечественной и мировой практике производства плавленых сыров. Эти соли-плавители обладают сильной декальцинирующей и пептизирующей способностью, отличаются хорошей буферной емкостью, поэтому могут применяться для плавления сырья различной степени зрелости. Структура плавленого сыра, выработанного с цитратом натрия, характеризуется однородностью, тонкой дисперсностью белковой, водной и жировой фаз.

Использование рассмотренных солей-плавителей оправдано лишь в том случае, если в качестве белкового сырья для плавления применяются сычужные сыры, допускается лишь их частичная замена творогом. В случае полной замены сычужного сыра на творог использование данных солей дает неудовлетворительные результаты.

Творожное сырье отличается по характеристикам от сычужных сыров. Для перевода его в растворимое состояние необходимо изменение активной кислотности (pH) в щелочную сторону, нет необходимости использовать реагенты, которые связывают ионы кальция, как это происходит при плавлении сычужных сыров [6]. Особенность плавления творожного сырья заключается в том, что для перевода белка (казеина) в растворимое состояние необходимо изменение заряда белковых частиц при изменении реакции среды. Химические процессы замещения ионов кальция в параказеинате на анионы солей-плавителей, имеющие место при плавлении сычужных сыров, в данном случае практически не протекают. Это связано с разными формами белка в кислотном твороге и сычужном сыре.

Белок сычужного сыра представлен параказеином, который образуется из отдельных фрагментов пара-каппа-казеина, соединенных между собой ионами кальция. Чтобы увеличить подвижность молекул ПККФК, необходимо разрушить кальциевые мостики этого комплекса. Такое их разрушение имеет место при плавлении сычужных сыров [5, 7].

Структурными элементами кислотного творога являются электронейтральные мицеллы казеина, агрегировавшие в процессе кислотной коагуляции. Поэтому для плавления творожного сырья можно использовать реагенты, которые влияют на активную кислотность среды, а также стабилизируют структуру, связывают влагу и улучшают консистенцию готового продукта [11]. Представленная рабочая гипотеза положена в основу проведения данных экспериментальных исследований.

Цель исследования заключалась в изучении влияния соли-плавителя, регулятора кислотности и стабилизаторов структуры на способность творожного сырья к плавлению и выбору оптимальных реагентов для его плавления.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования в работе являлись:

- обезжиренный творог, полученный методом кислотной коагуляции;
- гидрокарбонат натрия (E500 ii,);
- фосфат натрия двузамещенный (E339 ii);
- стабилизатор структуры «Стабилан СМ1»;
- стабилизатор «Генулакт LRA-50».

Содержание влаги в обезжиренном твороге составляло (80±1) %.

Гидрокарбонат натрия (бикарбонат) применяется в молочной промышленности для регулирования кислотности творога в процессе плавления.

Фосфат натрия двузамещенный (динатрий фосфат) относится к самым распространенным солям-плавителям, используемым при производстве плавленых сыров.

В состав стабилизатора структуры «Стабилан СМ1» входят ксантановая камедь (E415), натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы (E466), агар-агар (E406).

В состав стабилизатора структуры «Генулакт LRA-50» входят каррагинаны.

Стабилизаторы структуры, применяемые в работе, разрешены к использованию в пищевой промышленности и соответствуют требованиям, предъявляемым к пищевым добавкам согласно ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств.

Содержание влаги определяли по ГОСТ 3626.

Измерение pH проводили на pH-метре «pH-221».

Показатель плавимости определяли визуально по 5-бальной шкале.

Повторность исследований – трехкратная.

Эксперимент проводили следующим образом.

В подготовленный обезжиренный творог вводили реагент, в соответствии с матрицей эксперимента, тщательно вымешивали и оставляли для созревания при температуре 20–22 ºС на 30 минут. Затем полученную смесь подвергали плавлению при температуре (80±2) ºС в течение (10±5) минут. После охлаждения расплавленную массу оценивали по шкале, представленной в табл. 1.

Таблица 1

Шкала балловой оценки консистенции расплавленной творожной массы

Баллы	Словесная характеристика консистенции творожного сырья после плавления
5	Однородная, стекловидная, пластичная, без крупинок белка
4	Однородная, стекловидная, пластичная, с единичными частицами нерасплавленного белка (до 10-ти)
3	Однородная, имеется много нерасплавленных частиц белка (до 50-ти)
2	Неоднородная, крошливая, с вкраплениями многочисленных нерасплавленных частиц белка, без выделения сыворотки
1	Грубая, несвязная, выделение сыворотки, коагуляция частиц белка

Результаты и их обсуждение

Для решения поставленной цели был проведен полнофакторный эксперимент на двух уровнях, план эксперимента представлен в табл. 2.

Таблица 2

План эксперимента

Уровни варьирования	Факторы			
	X1	X2	X3	X4
Основной интервал варьирования (0)	0,45	0,25	0,25	0,25
Верхний (+)	0,9	0,5	0,5	0,5
Нижний (-)	0	0	0	0

Основными факторами являлись: X1 – доза фосфата натрия двузамещенного (ДФ), X2 – доза гидрокарбоната натрия (БК), X3 – доза стабилизатора «Генулакт LRA-50» (LRA-50), X4 – доза стабилизатора «Стабилан CM1» (CM1). В качестве параметров оптимизации определяли pH и органолептическую оценку расплавленной творожной массы – плавимость (Пл).

Матрица и результаты эксперимента представлены в табл. 3.

Таблица 3

Матрица и результаты эксперимента

№ опыта	Факторы				pH y_1	Пл, балл y_2
	X1	X2	X3	X4		
1	0	0	0	0	4,29	1
2	0,9	0	0	0	5,26	2
3	0	0,5	0	0	5,66	5
4	0,9	0,5	0	0	6,48	5
5	0	0	0,5	0	4,38	2
6	0,9	0	0,5	0	5,33	2
7	0	0,5	0,5	0	5,74	4
8	0,9	0,5	0,5	0	6,49	5
9	0	0	0	0,5	4,53	1
10	0,9	0	0	0,5	5,35	3
11	0	0,5	0	0,5	5,85	5
12	0,9	0,5	0	0,5	6,59	5
13	0	0	0,5	0,5	4,52	1
14	0,9	0	0,5	0,5	5,35	3
15	0	0,5	0,5	0,5	5,9	5
16	0,9	0,5	0,5	0,5	6,59	5

По результатам эксперимента получены уравнения регрессии и построены графики зависимости активной кислотности (pH) и органолептической оценки расплавленной творожной массы (плавимости (Пл)) от названных факторов. Проведен анализ влияния факторов на изучаемые параметры, незначимые члены уравнений исключены.

Уравнение регрессии результатов эксперимента для показателя активной кислотности (pH) в кодированных переменных выглядит следующим образом

$$y_1=5,52+0,41x_1+0,65x_2 \quad (1)$$

Графическая зависимость влияния дозы ДФ и БК на показатель активной кислотности расплавленной творожной массы представлена на рис. 1.

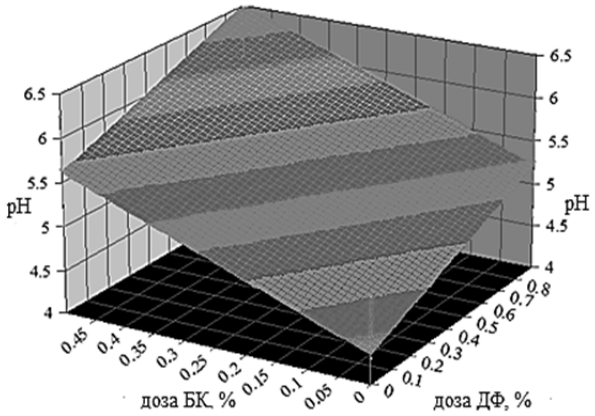

Рис. 1. Влияние дозы фосфата натрия двузамещенного и дозы гидрокарбоната натрия на активную кислотность расплавленной творожной массы

Коэффициент корреляции для данного уравнения равен 0,98. Коэффициент адекватности по критерию Фишера – 220,3. Из уравнения 1 и рис. 1 следует, что наибольшее влияние на повышение активной кислотности творожного сырья оказывает гидрокарбонат натрия (регулятор кислотности). В исследуемом интервале варьирования факторов при введении БК pH изменялась от (4,3±0,03) до (5,66±0,03). При введении ДФ в творожное сырье pH изменялась от (4,3±0,03) до (5,26±0,03). При использовании стабилизаторов структуры «CM1» и «LRA-50» pH творожного сырья также смещалась в щелочную сторону, но незначительно. Так для «CM1» изменения составили 0,2 ед. pH, для «LRA-50» – 0,1 ед. pH.

Таким образом, существенное влияние на активную кислотность расплавленной творожной массы оказывают доза ДФ и доза БК. Более интенсивное влияние на изменение pH оказывает БК (более, чем в 1,5 раза).

На основании уравнения 1 можно определить дозу гидрокарбоната натрия, необходимую для повышения активной кислотности творожной массы на единицу pH. Отсюда можно рассчитать количество реагента для повышения pH, которое должна быть в процессе плавления творожного сырья 5,9–6,0. Увеличение дозы гидрокарбоната натрия

сверх указанного значения может привести к появлению в продукте неприятного щелочного или даже мыльного привкуса.

Уравнение регрессии результатов эксперимента для показателя органолептической оценки расплавленной творожной массы (плавимость) в кодированных переменных выглядит следующим образом

$$y_2=3,43+0,36x_1+1,48x_2+0,18x_3 - 0,20\,x_1x_2 \quad (2)$$

Зависимость влияния дозы фосфата натрия двузамещенного (ДФ) и дозы гидрокарбоната натрия (БК) на показатель плавимости творожной массы представлена на рис. 2. Фиксированное значение дозы «Генулакт LRA-50» выбрано на нижнем уровне.

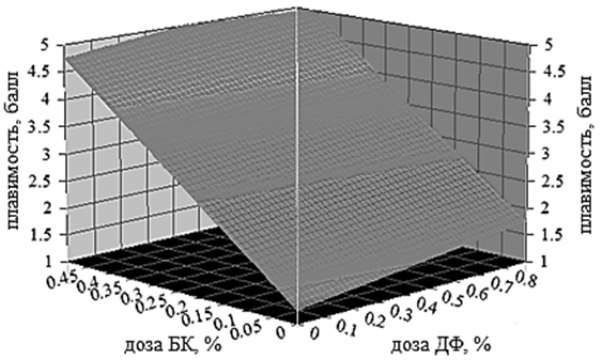

Рис. 2. Влияние дозы фосфата натрия двузамещенного и дозы гидрокарбоната натрия на показатель плавимости творожной массы

Коэффициент корреляции для данного уравнения равен 0,98. Коэффициент адекватности по критерию Фишера – 25.

Как видно из уравнения, БК оказывает наибольшее влияние на показатель плавимости, причем его вклад в увеличении балловой оценки консистенции, по сравнению с ДФ, больше примерно в 13 раз. Таким образом, гидрокарбонат натрия лучше расплавляет творожную массу, чем фосфат натрия двузамещенный.

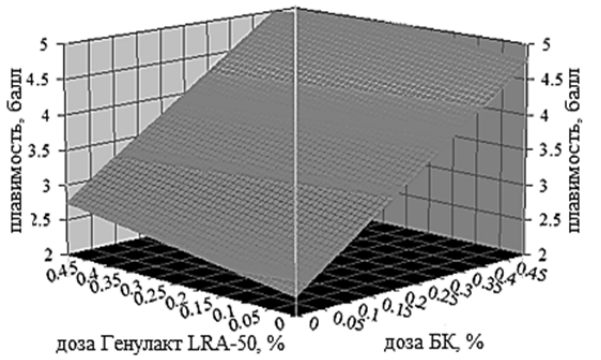

Рис. 3. Влияние дозы стабилизатора «Генулакт LRA-50» и дозы гидрокарбоната натрия на показатель плавимости творожной массы

Зависимость влияния дозы БК и LRA-50 на показатель плавимости творожной массы представлена на рис. 3. Фиксированное значение дозы ДФ (0,9 %) установлено на верхнем уровне.

Коэффициент корреляции для данного уравнения равен 0,96. Коэффициент адекватности по критерию Фишера – 13.

В уравнении 2 значимыми являются факторы X1, X2, X3 и взаимодействие факторов X1, X2. На плавимость творожного сырья оказывают влияние дозы БК, ДФ, LRA-50, причем при одновременном увеличении дозы реагентов БК и ДФ плавимость творожного сырья снижается.

Хорошие результаты плавимости показали образцы под номерами 3, 4, 8, 11, 12, 15, 16 (табл. 3). Во всех этих образцах присутствовал гидрокарбонат натрия. Причем более упругую консистенцию имели образцы с использованием стабилизаторов. Использование только ДФ при плавлении творожного сырья не привело к улучшению плавимости творожной массы.

Следует отметить, что включение фосфатов в состав стабилизационных смесей для плавления сырья сдвигает равновесие между кальцием и фосфором в готовом продукте в сторону фосфора, что не соответствует формуле сбалансированного питания. Это дает основание для выбора компонентов в стабилизационной смеси, не содержащих фосфор.

Наилучший результат получен при использовании регулятора кислотности гидрокарбоната натрия и стабилизатора структуры «Генулакт LRA-50».

В состав стабилизатора «Генулакт LRA-50» входят каррагинаны, являющиеся полисахаридами, способными формировать плотную, хорошо нарезаемую структуру. Причиной широкого применения каррагинанов при производстве плавленых сыров является их способность взаимодействовать с молочным белком и в результате образовывать гели. Использование каррагинанов позволяет значительно улучшить консистенцию плавленого сыра, снизить его себестоимость и откорректировать пороки сырья [12].

На основании экспериментальных данных при производстве плавленых сыров на основе творожного сырья, полученного методом кислотной коагуляции, можно рекомендовать следующий состав стабилизационной смеси: гидрокарбонат натрия – 1,0 % и стабилизатор структуры «Генулакт LRA-50» – 0,5 % (в соотношении 2:1).

Разработанный белково-структурный комплекс можно рекомендовать для получения пастообразных плавленых сыров с нежной мажущейся консистенцией. Строгое соблюдение соотношения между белковой частью и пищевыми добавками, влияющими на структуру продукта, позволит избежать следующих пороков: «неоднородная консистенция, не расплавившиеся частицы белка», а также «щелочной привкус».

Использование творожного сырья при получении плавленых сыров позволит рационально использовать молочное сырье, снизить затраты на производство белкового сырья при получении плавленых сыров, расширить их ассортимент и сгладить сезонность производства.

Список литературы

1. Свириденко, Ю.Я. Состояние и перспектива производства плавленых сыров / Ю.Я. Свириденко, А.В. Дунаев // Сыроделие и маслоделие. – 2009. – № 4. – С. 7–11.

2. Роздова, В.Ф. Научные и практические аспекты повышения качества плавленых сыров / В.Ф. Роздова // Сыроделие и маслоделие. – 2004. – № 2. – С. 14–16.

3. Баркан, С.М. Плавленые сыры / С.М. Баркан, М.Ф. Кулешова. – М.: Пищевая промышленность, 1967. – 282 с.

4. Guinee, T.P. The effect of calcium content of Cheddar-style cheese on the biochemical and rheological properties of processed cheese / T.P. Guinee, B.T. O`Kennedy // Dairy Science and Technology. – 2009. – № 89. – P. 317–333.

5. Электронно-микроскопические исследования трансформации параказеина под действием теплового и солевого факторов / Н.П. Захарова, И.Т. Смыков, Н.Ю. Соколова, Е.В. Кононова // Вклад науки в развитие маслоделия и сыроделия. – Углич, 1994. – С. 98–99.

6. Соколова, И.Ю. Влияние российских солей-плавителей на качество плавленых сыров / И.Ю. Соколова // Сыроделие и маслоделие. – 2009. – № 4. – С.16–19.

7. Научное обоснование технологических операций процесса производства плавленых сыров / Н.П. Захарова, Н.Ю. Соколова, С.В. Кучеренко [и др.] // Переработка молока. – 2007. – № 10. – С.44–45.

8. Mayer, H. Bitterness in processed cheese caused by an overdose of specific emulsifying agent? / H. Mayer // Intern. Dairy. – 2011. – № 11.

9. Goyal, S. Analyzing shelf life of processed cheese by soft computing / S. Goyal, G.K. Goyal // Scientific Journal of Animal Science. – 2012. – № 1(3). – P. 119–125.

10. Silva, Rita C. S. N. Sensory and Instrumental Consistency of Processed Cheeses / Rita C. S. N. Silva, Valéria P.R. Minim, Márcia C. R. T. Vidigal, Alexandre N. Silva Andréa A. Simiqueli & Luís A. Minim // Journal of Food Research – 2012. – Vol. 1, No. 3. – P. 204–213.

11. Лупинская, С.М. Стабилизационная смесь для плавления творожного сырья при производстве пастообразных плавленых сырных продуктов / С.М. Лупинская, С.Г. Чечко // Сыроделие и маслоделие. – 2014. – № 2. – С. 30–33.

12. Кашеварова, И.А. Новые решения для улучшения текстуры и вкуса плавленых сыров и плавленых сырных продуктов / И.А. Кашеварова // Молочная промышленность. – 2012. – № 9. – С. 52.

References

1. Sviridenko Yu.Ya., Dunaev A.V. Sostoyanie i perspektiva proizvodstva plavlenykh syrov [Situation and prospects of the processed cheese production]. *Syrodelie i maslodelie* [Cheese making and butter manufacture], 2009, no. 4, pp. 7–11.

2. Rozdova V.F. Nauchnye i prakticheskie aspekty povysheniya kachestva plavlenykh syrov [Scientific and practical aspects of the processed cheese quality improvement]. *Syrodelie i maslodelie* [Cheese making and butter manufacture], 2004, no. 2, pp. 14–16.

3. Barkan S.M., Kuleshova M.F. *Plavlenye syry* [Processed cheeses]. Moscow: Pishchevaya promyshlennost' Publ., 1967. 282 p.

4. Guinee T.P., O`Kennedy B.T. The effect of calcium content of Cheddar-style cheese on the biochemical and rheological properties of processed cheese. *Dairy Science and Technology*, 2009, vol. 89, no. 3–4, pp. 317–333.

5. Zakharova N.P., Smykov I.T., Sokolova N.Yu., Kononova E.V. Elektronno-mikroskopicheskie issledovaniya transformatsii parakazeina pod deystviem teplovogo i solevogo faktorov [Electronic and microscopic researches of transformation of paracasein under the influence of thermal and salt factors]. *Sbornik tezisov dokladov na konferentsii «Vklad nauki v razvitie maslodeliya i syrodeliya»* [Proc. of the Conf. «Contribution of science to the development of butter making and cheese making»]. Uglich, 1994, pp. 98–99.

6. Sokolova N.Yu. Vliyanie rossiyskikh soley-plaviteley na kachestvo plavlenykh syrov [Effects of the Russian melting salts on the processed cheese quality]. *Syrodelie i maslodelie* [Cheese making and butter manufacture], 2009, no. 4, pp. 16–19.

7. Zakharova N.P., Sokolova N.Yu., Kucherenko S.V., Kalabushkin V.V., Perfil'ev G.D., Smykov I.T., Lepilkina O.V. Nauchnoe obosnovanie tekhnologicheskikh operatsiy protsessa proizvodstva plavlenykh syrov [Scientific justification of technological operations of process of production of processed cheeses]. *Pererabotka moloka* [Processing of milk], 2007, no. 10, pp 44–45.

8. Mayer H.K. Bitterness in processed cheese caused by an overdose of specific emulsifying agent. *Intern. Dairy,* 2001, no. 11, pp. 533–542.

9. Goyal S., Goyal G.K. Analyzing shelf life of processed cheese by soft computing. *Journal of Animal Science,* 2012, vol. 3, no. 1, pp.119–125.

10. Silva R.C.S.N., Minim V.P.R., Vidigal M.C.R.T., Silva A.N., Simiqueli A.A., Minim L.A. Sensory and Instrumental Consistency of Processed Cheeses. *Journal of Food Research*, 2012, vol. 1, no. 3, pp. 204–213. DOI: 10.5539/jfr.v1n3p204.

11. Lupinskaya S.M., Chechko S.G. Stabilizatsionnaya smes' dlya plavleniya tvorozhnogo syr'ya pri proizvodstve pastoobraznykh plavlenykh syrnykh produktov [Development of stabilization mixture for melting of curd raw materials in the production of pasty fused cheese products]. *Syrodelie i maslodelie* [Cheese making and butter manufacture], 2014, no. 2, pp. 30–33.

12. Kashevarova I.A. Novye resheniya dlya uluchsheniya tekstury i vkusa plavlenykh syrov i plavlenykh syrnykh produktov [New decisions for improvement of texture and taste of processed cheeses and melted cheese products]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry], 2012, no. 9, p. 52.

Дополнительная информация / Additional Information

Лупинская, С.М. Изучение процесса плавления творожного сырья при производстве плавленых сыров / С.М. Лупинская, А.Н. Ганцева // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 46. – № 3. – С. 43–49.

Lupinskaya S.M., Gantseva A.N. Investigation of the process of melting of cottage cheese raw material when manufacturing processed cheeses. *Food Processing: Techniques and Technology,* 2017, vol. 46, no. 3, pp. 43–49 (In Russ.).

© Лупинская Светлана Михайловна
д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры технологии молока и молочных продуктов, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-58, e-mail: milk@kemtipp.ru

© Ганцева Ангелина Николаевна
аспирант кафедры технологии молока и молочных продуктов, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47

© Svetlana M. Lupinskaya
Dr.Sci.(Eng.), Associate Professor, Professor of the Department of Technology Milk and Dairy Products, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia,
phone: +7 (3842) 39-68-58, e-mail: milk@kemtipp.ru

© Angelina N. Gantseva
Postgraduate Student of the Department of the Technology of Milk and Dairy Products, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia