

**САФОНОВ ДМИТРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ**



**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЖЕВАТЕЛЬНЫХ КОНФЕТ С КОМПЛЕКСОМ  
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ**

**Специальность 05.18.05 - Технология сахара и сахаристых продуктов**

**АВТОРЕФЕРАТ**

**диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук**

Работа выполнена в ГОУ ВПО «Московский государственный университет пищевых производств»

**Научный руководитель:** доктор технических наук, профессор  
**Кочеткова Алла Алексеевна**

**Официальные оппоненты:** доктор технических наук, профессор  
**Васькина Валентина Андреевна**  
кандидат технических наук  
**Савенкова Татьяна Валентиновна**


**Ведущая организация:** Московский государственный университет технологий и управления.

Защита состоится «21» декабря 2006 г. в 13<sup>00</sup> часов на заседании диссертационного совета Д 212.148.01 при ГОУ ВПО «Московский государственный университет пищевых производств», по адресу: 125080, Москва, Волоколамское шоссе, д. 11, ауд. ВК 53, корп. А.

Приглашаем Вас принять участие в заседании диссертационного совета или прислать отзыв в двух экземплярах, заверенных печатью учреждения, по вышеуказанному адресу на имя ученого секретаря совета проф. М.С. Жигалова.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГОУ ВПО МГУПП.

Автореферат разослан «20» ноября 2006 г.

Ученый секретарь  
Диссертационного совета Д 212.148.01  
кандидат технических наук, профессор  М.С. Жигалов

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Кондитерские изделия, являющиеся продуктами регулярного потребления (12-14 кг в год) и составляющие значительную долю рациона питания человека, относятся к группе высококалорийных продуктов (350–528 ккал), что обусловлено высоким содержанием жиров (5–35 %) и углеводов (47–100 %) при незначительном количестве белка (3,2–10,4 %) и микронутриентов. В связи с этим чрезмерное потребление изделий этой группы может привести к нарушению сбалансированности рациона, как по пищевым веществам, так и по энергетической ценности.

Перспективным направлением в кондитерской промышленности представляется сегодня производство жевательных конфет, которые становятся популярными среди представителей различных возрастных групп и, прежде всего, детского населения, составляя конкуренцию жевательной резинке.

Большие успехи в области создания и производства жевательных конфет достигнуты за рубежом, однако в нашей стране расширение ассортимента кондитерских изделий за счет выпуска жевательных конфет ограничено из-за отсутствия собственных научных разработок как рецептур, так и технологий.

Результаты анализа мировых тенденций развития технологий кондитерских изделий свидетельствуют о том, что, наряду с расширением ассортимента традиционных изделий, появляется все больше продукции, имеющей повышенную пищевую ценность за счет введения физиологически функциональных ингредиентов, способствующих улучшению состояния здоровья (функциональных пищевых продуктов).

В Европе выпуск функциональных продуктов составляет сегодня 20% от общего объема производства продуктов питания. По оценкам международных аналитических агентств общий объем мирового рынка функциональных пищевых продуктов к концу 2006 года достигнет 55,6 миллиардов долларов.

Заметное место на рынке продуктов функционального назначения занимают продукты, содержащие инулин и фруктоолигосахариды (ФОС). В настоящее время выпуск таких продуктов на мировом рынке превышает 2500 наименований.

С учетом мировых тенденций развития пищевой промышленности с ориентацией на функциональные пищевые продукты следует констатировать, что кондитерские изделия нуждаются в существенной коррекции их химического состава в направлении увеличения содержания витаминов, минеральных элементов и пищевых волокон, в частности, инулина и ФОС при одновременном снижении энергетической ценности.

В связи с этим актуальным и перспективным направлением развития кондитерского производства является разработка на научной основе конкурентоспособной технологии изготовления жевательных конфет, обогащенных физиологически функциональными ингредиентами.

Раздел исследования, посвященный разработке функциональных продуктов, входил в федеральный инновационный проект “Технологии продуктов функционального и лечебно-профилактического назначения на основе мониторинга питания и специфики метаболизма у различных групп населения” (ФЦНТИ “Технологии пищевых систем”).

**Цель и задачи работы.** Целью работы явилось проведение комплексных исследований по разработке технологии жевательных конфет и создание на её базе функциональных жевательных конфет для различных групп населения.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

- обоснование выбора жевательных конфет как объекта модификации в функциональный продукт;
- обоснование выбора физиологически функциональных ингредиентов для введения в состав жевательных конфет;
- обоснование, на основе анализа мирового опыта производства жевательных конфет, базовой рецептуры и технологических параметров их производства;
- анализ образцов жевательных конфет зарубежного производства;
- исследование влияния основных структурообразующих и функциональных ингредиентов на текстуру жевательных конфет;
- апробирование в промышленных условиях результатов экспериментальных исследований;
- расчет пищевой и энергетической ценности жевательных конфет;
- разработка и утверждение НТД на жевательные конфеты и жевательные конфеты функционального назначения;
- оценка экономической эффективности предлагаемой технологии жевательных конфет.

**Научная новизна.** Научно обоснована и разработана первая отечественная технология жевательных конфет функционального назначения (витаминизированных, содержащих пребиотик и кальций).

Впервые предложен метод описания текстуры жевательных конфет, основанный на построении профильных диаграмм.

На основании анализа текстуры различных промышленных образцов жевательных конфет зарубежного производства, предложен критерий оценки тек-

стуры, в качестве которого выбран показатель, определяемый соотношением упругой и пластической деформаций.

Получены научные данные, позволяющие определить оптимальные технологические параметры производства жевательных конфет с заданными свойствами: тип гидроколлоида, время перетягивания, массовую долю сухих веществ и последовательность загрузки компонентов.

Впервые исследовано влияние основных структурообразующих и физиологически функциональных ингредиентов на текстуру конфетной массы, выявлены основные закономерности изменения свойств жевательных конфет. Установлены рецептурные составы и соотношения компонентов, обеспечивающие получение жевательных конфет с заданными упруго-пластическими свойствами.

Обоснован выбор новых структурообразователей, позволяющих заменить желатин в рецептурах жевательных конфет; показана перспективность использования для этих целей гурамиарабика, проявляющего свойства пребиотика.

Получены новые данные о влиянии эмульгаторов на реологические и физико-химические свойства массы жевательных конфет: установлен эффект снижения адгезионного напряжения и относительной плотности в присутствии комплексного эмульгатора, включающего лецитин, моно- и диглицериды жирных кислот и эфиры полиглицерина и жирных кислот.

Впервые предложено введение в состав жевательных конфет смеси фруктоолигосахаридов в качестве пребиотика и заменителя низкомолекулярных углеводов с целью повышения пищевой ценности и снижения калорийности жевательных конфет при сохранении их реологических характеристик.

Впервые для обогащения жевательных конфет использована комбинация соли кальция и фруктоолигосахаридов, обеспечивающих повышение его биодоступности.

#### **Практическая значимость и реализация результатов работы.**

Разработана технология производства жевательных конфет:

- разработаны практические рекомендации по созданию отечественной технологической линии производства жевательных конфет, включая выбор конкретного оборудования;
- впервые разработана технология жевательных конфет для различных групп населения, содержащих соли кальция, фруктоолигосахариды и витаминно-минеральный премикс;
- разработана и утверждена НТД на жевательные конфеты, создан проект НТД на новые виды жевательных конфет функционального назначения;
- ожидаемый экономический эффект от внедрения технологии жевательных конфет составит около 16,7 млн. рублей/в год при односменной работе;

- технология жевательных конфет апробирована в производственных условиях Московской кондитерской фабрики ООО «КФ Меншевик»; коммерциализация выполненной разработки обеспечит появление реальной альтернативы дорогостоящим импортным аналогам и будет способствовать импортозамещению в данной группе кондитерских изделий.

**Апробация результатов работы.** Основные результаты работы были представлены на III и IV международных конференциях-выставках «Высокоэффективные пищевые технологии, методы и средства их реализации» (Москва, 2005, 2006), I, II и IV международных конференциях «Технологии и продукты здорового питания» (Москва, 2004, 2005, 2006), II Международной научно-практической конференции «Молодые ученые пищевых и перерабатывающих отраслей АПК» (Москва, 2004).

Разработка экспонировалась на выставке IV Международной конференции «Высокоэффективные пищевые технологии: методы и средства для их реализации» и удостоена золотой медали.

**Публикации.** Результаты выполненных исследований изложены в 8 публикациях, из них 2 изданы в отраслевых журналах.

**Объем и структура диссертации.** Диссертационная работа изложена на 169 страницах машинописного текста, содержит 21 таблицу, 83 рисунка и состоит из введения, обзора литературных источников, экспериментальной части, выводов, списка использованной литературы и приложений. Список литературы включает 202 источника российских и зарубежных авторов.

## СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

**Во введении** обоснована актуальность темы диссертационной работы, ее научно-практическое значение и определены основные направления исследований.

**В первой главе** проведен анализ рынка кондитерских изделий и подробно рассмотрен сегмент жевательных конфет. Исследованы технологии, оборудование, а также проведен патентный поиск по способам получения кондитерских изделий жевательной текстуры. Обобщены сведения о свойствах основного сырья.

Изложены современные представления о физиологически функциональных ингредиентах: пищевых волокнах, витаминах и минеральных веществах. Проанализированы источники их получения, физико-химические свойства и физиологическая роль в организме человека. Подробно описаны данные о стронии, химических свойствах и физиологическом действии фруктоолигосахаридов и солей кальция. На основе проведенного анализа сформулированы цель и задачи исследования.

**Во второй главе** описаны объекты и методы исследований. Исследования по теме диссертационной работы проводились в научных лабораториях кафедры «Органическая химия», кафедры «Технология хлебопекарного и макаронного производств» и кафедры «Сопротивление материалов и прикладная механика» Московского Государственного Университета пищевых производств, а также в научно-производственной лаборатории ООО «КФ Меньшевик».

**Объектами исследования** являлись: желатин, гуммиарабик (препарат Fibregum), окисленный модифицированный крахмал (марка Gelamyl 120), фруктоолигосахариды (препарат Raftilose Synergy 1), лецитин (марка Штерифил Е-60), моно- и диглицериды жирных кислот (марка Palsgaard 0093), эфиры полиглицерина и жирных кислот (марка Palsgaard 1009), витаминно-минеральные премиксы (марки H33792, CustoMix Energy, CustoMix Beauty, CustoMix Immunity, H30305), соли кальция (карбонат кальция, трикальцийфосфат, трикальцийцитрат, лактат кальция, глюконат кальция), удовлетворяющие требованиям стандартов. При выполнении работы использовали общепринятые, стандартные и нетрадиционные методы исследований, обеспечивающие выполнение поставленных задач. Сенсорную оценку проводили, в зависимости от задач эксперимента, с использованием различительных методов, описательного и профильного анализа. На рис. 1 представлена схема основных этапов работы.

Оценку экспериментальных результатов проводили с использованием современных методов расчета статистической достоверности результатов измерений.

**В третьей главе** проведен анализ рецептур, описанных в технической литературе. Выбор базовой рецептуры жевательных конфет предусматривал:

- определение средних значений основных рецептурных компонентов (метод Маршалкина Г.А., Васькиной В.А.);

- апробацию рецептур в лабораторных условиях.

С использованием метода статистической обработки результатов были найдены средние значения содержания ингредиентов в рецептуре:

- сахаросодержащие компоненты  $y = -0,003x + 92,386 = 92,38 \%$ .
- жир  $y = 0,0342x + 5,2737 = 5,31 \%$ .
- гидроколлоид  $y = -0,024x + 1,338 = 1,31 \%$ .
- пищевые добавки  $y = -0,0072x + 1,0021 = 0,99 \%$ .

Результаты апробации рецептур позволили выбрать интервалы варьирования основных ингредиентов рецептуры (табл.1).

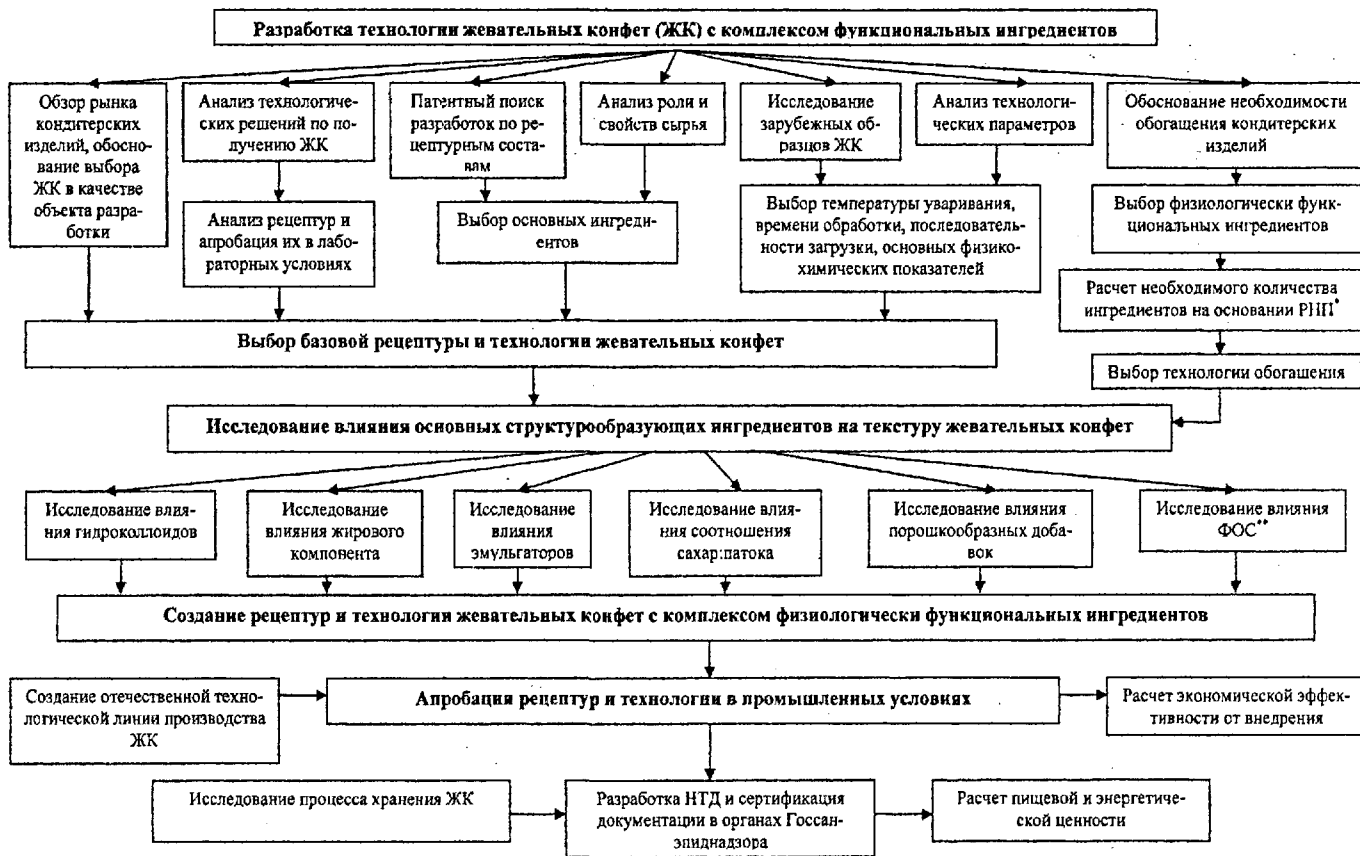


Рис.1. Схема основных этапов работы

(\* - рекомендуемая норма потребления; \*\* - фруктоолигосахариды)



Таблица 1 - Содержание основных ингредиентов в рецептурах конфет

Содержание	Гелеобразователь			Жир	Сахар: Патока, по натуре	Эмульгаторы	Сухие вещества	Редуцирующие вещества
	Ж	Г	МКр					
Min, %	0,3	0,3	0,5	2	40:60	0,2	91,5	18,2
Max, %	1,5	1,5	2,5	8	60:40	0,4	93	22,9

(Ж. – желатин; Г. – гуммиарабик; МКр. – модифицированный крахмал)

На основании бальной оценки качества жевательных конфет были отобраны образцы с наилучшими органолептическими и реологическими свойствами.

Результаты анализа и апробации рецептур стали исходными данными для выбора базовой рецептуры, на основании которой осуществляли оптимизацию технологических параметров изготовления жевательных конфет.

Для выбора оптимальной температуры уваривания масс с разным соотношением сахар:патока были построены графики изменения этого параметра в зависимости от массовой доли сухих веществ сахаро-паточных сиропов. Уравнения аппроксимирующих кривых для графиков представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Уравнения регрессии зависимости изменения температуры уваривания от содержания сухих веществ при различных соотношениях сахара и патоки

Соотношение сахар:патока	Уравнение регрессии	Квадрат коэффициента корреляции, R <sup>2</sup>
40:60	$y = 0,1647x^2 - 27,2x + 1236,3$	0,9942
45:55	$y = 0,2507x^2 - 43,117x + 1970,9$	0,9958
50:50	$y = 0,3004x^2 - 52,357x + 2399,1$	0,9970
55:45	$y = 0,4214x^2 - 74,988x + 3454,9$	0,9955
60:40	$y = 0,5062x^2 - 90,96x + 4206$	0,9936

Определение необходимой температуры уваривания осуществляли путем расчета по заданному количеству сухих веществ в готовых изделиях с учетом количества дополнительно внесенной влаги.

Экспериментально установлены последовательность введения в рецептуру жевательных конфет основных структурообразующих ингредиентов (гелеобразователя, жира и эмульгаторов). Обоснована целесообразность введения этих ингредиентов после уваривания, что позволяет сократить его продолжительность, снизить пенообразование и окислительное прогоркание жиров.

Оптимальное время механической обработки (перетягивания) массы устанавливалось с учетом относительной плотности (рис. 2).

Установлено, что приемлемые реологические свойства, характеризуемые относительной плотностью в интервале 1,2-1,25, обеспечиваются в процессе её механической обработки в течение 3–4 мин. при температуре 50 °С.

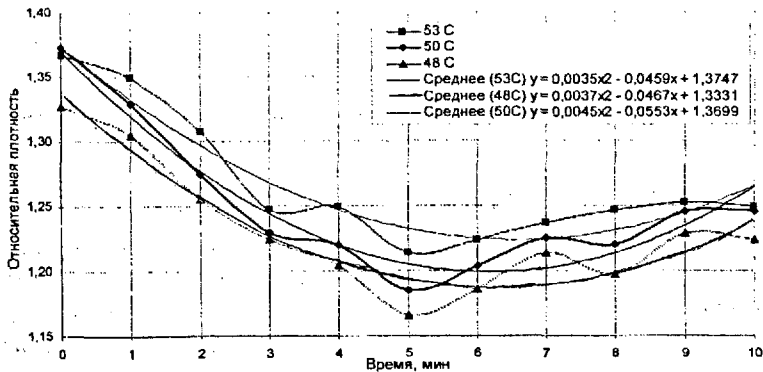


Рис.2. Изменение относительной плотности массы от времени перетягивания при разных температурах

Исследование реологических характеристик массы при разных температурах показало, что изменение этого параметра оказывает существенное влияние на упруго-пластические свойства:

- повышение температуры на один градус в интервале  $125 \div 127^\circ\text{C}$  приводит к снижению пластической деформации, в среднем, на 20% на фоне сохранения практически неизменным значения упругой деформации.

Оптимизация технологических параметров, обеспечивающих заданные органолептические и реологические свойства жевательных конфет, осуществлялась с учетом анализа аналогичных характеристик продукции зарубежных производителей.

Исследовали шесть образцов жевательных конфет производства компаний Mars, Perfetti Van Melle и др.

Физико-химические свойства исследованных образцов имеют близкие значения: содержание сухих веществ - 92%, редуцирующих веществ - 20%.

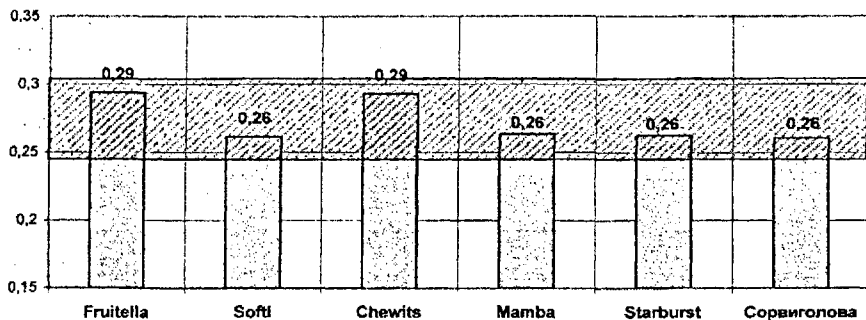


Рис. 3. Изменение отношения упругой деформации к пластической для образцов жевательных конфет зарубежного производства

Анализ упруго-пластических свойств показал, что у всех образцов они схожи, причем пластические свойства преобладают над упругими. Отношение упругой деформации к пластической находится для всех образцов в интервале  $0,25 \div 0,3$  (рис.3).

Результаты анализа с использованием метода балльной оценки органолептических свойств разных образцов жевательных конфет указывают на существенные различия текстуры этих изделий, что свидетельствует об отличиях в рецептурных составах и технологии. С учетом квалификации балльной оценки по предложенной методике, два из них (образцы «Softi» и «Сорвигодова») имеет хорошее качество (20 - 24 балла), а остальные – отличное (24 - 30 баллов).

Для объективизации показателей качества текстуры полуфабриката и готовых изделий была разработана профильная диаграмма, включающая 8 дискрипторов, интегрально описывающих свойства жевательных конфет (рис. 4).

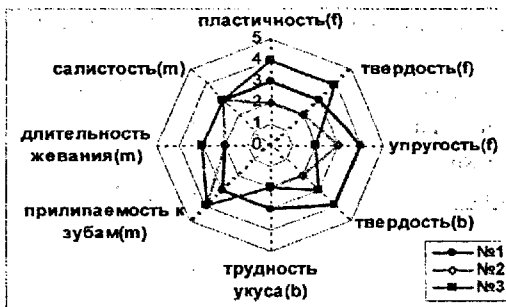


Рис. 4. Профильная диаграмма текстуры жевательных конфет

Разработанная профильная диаграмма, описывающая текстуру жевательных конфет, использовалась в данной диссертационной работе для характеристики текстуры исследуемых полуфабрикатов и готовых изделий.

**В четвертой главе.** Основной задачей исследования явилась разработка рецептур и технологии жевательных конфет, содержащих комплекс физиологически функциональных ингредиентов.

Критерием выбора функциональных ингредиентов являлось наличие доказанного физиологического эффекта, а также технологической эффективности, связанной с формированием заданных реологических свойств.

Для модификации базовой рецептуры жевательных конфет в изделие функционального назначения использовали три группы физиологически функциональных ингредиентов:

- специальные витаминно-минеральные премиксы (НЗ3792, CustoMix Beauty, Custo Mix Energy, Custo Mix Immunity, 10 витаминов);

- источники кальция (карбонат кальция, трикальцийфосфат, трикальцийцитрат, лактат кальция, глюконат кальция);
- источники пищевых волокон (гуммиарабик, инулин, олигофруктоза).

### Выбор и обоснование витаминно-минеральных премиксов

Выбор физиологически функциональных ингредиентов для введения в состав жевательных конфет осуществлялся в ориентации на четыре концептуальные группы пищевых продуктов функционального назначения:

- продукты, специально фокусирующиеся на целевой группе «дети и подростки»;
- продукты концепции «Красота изнутри»;
- продукты концепции «Здоровые кости и суставы», «Укрепление иммунитета»;
- продукты концепции «Энергия» для людей, ведущих активный образ жизни.

Расчет дозировок соответствующих витаминно-минеральных премиксов для обогащения жевательных конфет с учетом адекватных уровней потребления этих биологически активных веществ приведен в табл. 3.

Таблица 3. - Содержание витаминов и микроэлементов в жевательных конфетах

Физиологически функциональный ингредиент в составе премикса	Форма продукта	Адекватный уровень потребления по МР 2.3.1.1915-04	Наименование премикса				
			H33792	CustoMix Beauty	Custo Mix Energy	Custo Mix Immunity	10 витаминов
			% от РНП в одной порции				
Витамин А	Ретинола Экв., мг	1	-	-	-	-	37
Витамин D	Холекальциферол, мг	0,005	46	-	-	-	-
Витамин E	Токоферола Экв., мг	15	-	20	8	22	20
Витамин В <sub>1</sub>	Тиамин, мг	1,7	-	-	9	32	27
Витамин В <sub>2</sub>	Рибофлавин, мг	2	-	-	9	31	30
Витамин В <sub>6</sub>	Пиридоксин, мг	2,0	37	18	9	36	27
Витамин РР	Ниацин, мг	20	-	-	7	29	33
Витамин В <sub>3</sub>	Пантотеновая к-та, мг	5	-	58	12	68	55
Фолиевая кислота	Фолатин, мг	0,4	-	-	-	33	23
Витамин В <sub>12</sub>	Кобаламин, мг	0,003	-	-	-	13	24
Биотин	d-биотин, мг	0,05	-	96	25	99	66
Витамин С	L-Аскорбиновая к-та, мг	70	43	34	13	33	-
Витамин К	Мг	0,12	47	-	-	-	-
Кальций	Мг	1250	-	-	-	-	-
Цинк	Мг	12	23	20	-	38	-
Селен	Мг	0,07	-	-	-	24	-
Марганец	Мг	2	23	-	-	-	-
Кофеин	Мг	50	-	-	50	-	-
Таурин	Мг	400	-	-	13	-	-
Дозировка, %			1,0	1,6	2	2	0,6

Введение премиксов в указанных в табл. 3 дозировках в рецептуры жевательных конфет (за исключением продукции концептуальной группы «Энер-

гия») обеспечивает поступление в организм при потреблении 50 г продукции не менее 20% потребности в этих соединениях.

### Выбор и обоснование источников кальция

Расчет дозировки кальция осуществляли исходя из условия введения его в количестве, обеспечивающем поступление 15 % рекомендуемой нормы потребления (РНП), которая составляет 1250 мг/сутки. В качестве источника кальция испытывали различные соли, характеристика которых представлена в табл.4.

Таблица 4 – Характеристика источников кальция для обогащения жевательных конфет

Наименование	Содержание Са, %	Содержание соли Са в мг/50г конфет	Вкус соли кальция	Растворимость в воде
Карбонат кальция	40	469	Мыльный	Нерастворим
Трикальцийфосфат	40	469	Песчаный	Нерастворим
Трикальцийцитрат	21	892	Нейтральный	Шлохо растворим
Кальция лактат, пентагидрат	13	1442	Мягкий	Хорошо растворим
Кальция глюконат, гидрат	9	2083	Мягкий	Хорошо растворим

По результатам дегустации в качестве обогащающего ингредиента был выбран трикальцийфосфат в количестве 0,94% (469 мг на 50г продукта).

### Исследование влияния гидроколлоидов на текстуру жевательных конфет

Объектами исследования являлись три гидроколлоида (ГК): желатин, гуммиарабик и модифицированный крахмал.

Анализ профильных диаграмм текстуры жевательных конфет показал, что увеличение количества гидроколлоида в рецептуре вызывает повышение упругих свойств и снижение пластических. Следствием увеличения упругих свойств является повышение твердости массы, как при надкусывании, так и при жевании, а также увеличение продолжительности жевания и снижение прилипаемости массы.

Как видно из рис. 5, увеличение количества гидроколлоида в массе отражается на показателе относительной плотности, что приводит к изменению её структуры.

Наименьшие значения относительной плотности, обеспечивающие образование аэрированной текстуры массы, достигаются в присутствии 1,1% желатина, 1,5% гуммиарабика и 1,7% модифицированного крахмала. Дальнейшее соответствующее повышение дозировок гидроколлоидов вызывает увеличение плотности, обуславливающее упрочнение структуры массы.

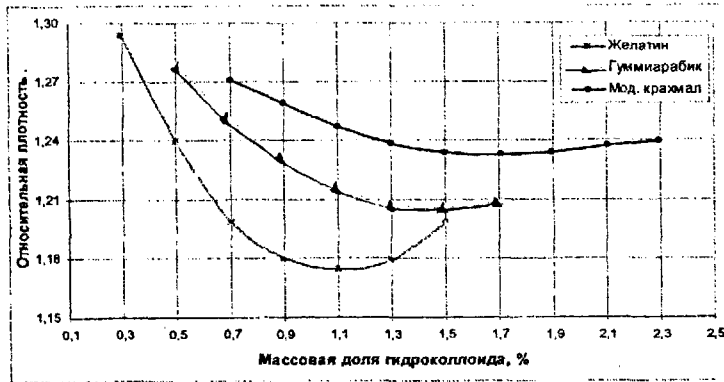


Рис.5. Зависимость относительной плотности массы от дозировки ГК  
Показатели упруго-пластических свойств конфетных масс свидетельствуют о варьировании этих характеристик от пластических (при низких дозировках гидроколлоидов) до упругих.

Изменение отношения упругих деформаций к пластическим, в зависимости от типа и количества гидроколлоида, описывается следующими уравнениями (табл. 5).

Таблица 5 - Уравнения регрессии изменения упруго-пластических свойств для разных гидроколлоидов

Наименование гелеобразователя	Уравнение регрессии	Квадрат коэффициента корреляции, R <sup>2</sup>
Желатин	$y = 0,092e^{1,2798x}$	0,9953
Гуммиарабик	$y = 0,0817e^{1,0602x}$	0,9934
Мод. крахмал	$y = 0,0572e^{0,9641x}$	0,9951

С использованием уравнений, приведенных в табл.5, исходя из заданного соотношения упруго-пластических свойств, определяется количество гидроколлоида в рецептурном составе жевательных конфет.

Интегральная оценка изменения упруго-пластических свойств, характеризующих массу жевательных конфет, позволила получить оптимизированные значения дозировок гидроколлоидов: для желатина - 0,9%; для гуммиарабика - 1,3%; для модифицированного крахмала - 1,7%.

### Исследование влияния жирового компонента на текстуру жевательных конфет

В качестве жирового компонента использовали пальмовое масло, содержание которого в рецептуре жевательных конфет изменялось в диапазоне 2 ÷ 8%.

Оптимизация количества жира в соотношении со структурой жеватель-

ных конфет проводилась при оптимальной дозировке гидроколлоида.

Сенсорная оценка текстуры массы жевательных конфет (рис.6) показала, что при рецептурном содержании жира на уровне 2-4% конфеты имеют наибольшую твердость и упругость, что на практике проявляется в прилипании массы к зубам. При более высоких дозировках жира твердость конфетной массы снижается и проявляются пластические свойства. При концентрации жира свыше 6% снижается эффект прилипания к зубам, однако ухудшаются органолептические свойства, что проявляется в салистом привкусе.

Совокупность сенсорной оценки текстуры массы и результатов исследования её реологических характеристик позволили определить оптимальную дозировку жирового компонента в зависимости от природы гидроколлоида в составе жевательных конфет.

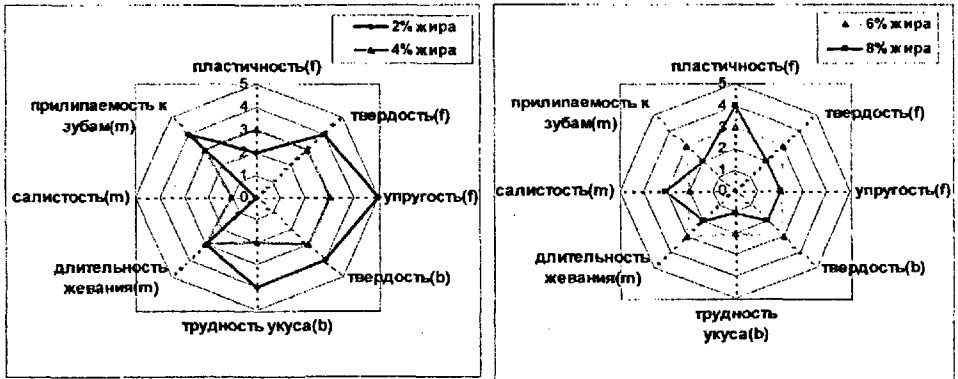


Рис.6. Сенсорная оценка текстуры жевательных конфет с измененным количеством жира на примере образцов на желатине

Установлено, что в жевательных конфетах, включающих желатин или гуммиарабик, содержание жира должно составлять 5%, а в конфетах с модифицированным крахмалом – 6%.

### Исследование влияния эмульгаторов на текстуру жевательных конфет

Конфетная масса, включающая жир, представляет собой эмульсию первого рода, стабилизация которой обеспечивается введением эмульгатора.

Базовым эмульгатором для жевательных конфет является лецитин (Е 322).

С учетом особенностей состава и свойств объекта разработки, было выполнено исследование по модификации базового эмульгатора путем комбинирования его с моно- и диглицеридами жирных кислот (Е 471), а также с эфирами

ми полиглицерина и жирных кислот (Е 475). Использовали следующие комбинации эмульгаторов:

1. смесь лецитина (марка Штернфил Е-60) с моно- и диглицеридами жирных кислот (марка Палсгаард 0093);

2. смесь лецитина с моно- и диглицеридами жирных кислот и эфирами полиглицерина и жирных кислот (марка Палсгаард 1009).

Эмульгаторы добавляли в рецептуру взамен части жира в количествах:

- Штернфил Е-60 – 3 г/кг
- Палсгаард 1009 - 2 г/кг (в соответствии с СанПиН 2.3.2.1293-03);
- Палсгаард 0093 - 3 г/кг (в соответствии с рекомендациями фирмы изготовителя).

Исследования показали, что комбинация лецитина с эмульгаторами (Е 471 и Е 475) обеспечивает проявление нескольких эффектов в одной пищевой системе.

Данные сенсорной оценки показывают, что введение эмульгаторов в массу жевательных конфет улучшает структуру готовых изделий, что выражается в снижении твердости, прилипаемости и увеличении продолжительности жевания.

Введение в систему моно- и диглицеридов жирных кислот снижает относительную плотность и адгезионное напряжение образцов (рис.7), однако комбинирование эмульгаторов Е322, Е471 и Е475 обеспечивает эффективное снижение этих показателей, что позитивно отражается на текстуре готового изделия и снижает эффект его прилипания к зубам.

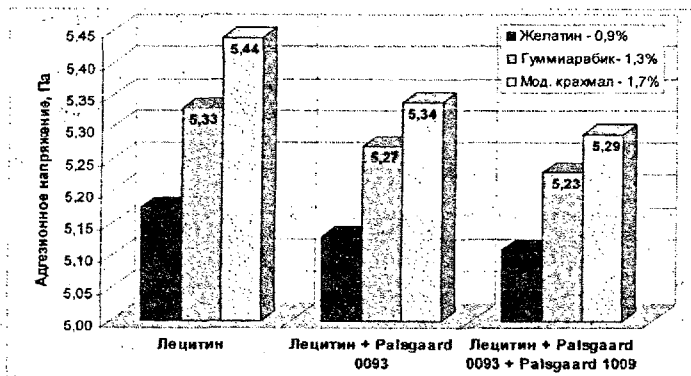


Рис.7. Изменение адгезионных свойств жевательных конфет, приготовленных с разными дозировками эмульгаторов



## Исследование влияния соотношения сахар: патока на текстуру жевательных конфет

Важную роль в формировании текстуры жевательных конфет играет соотношение углеводов компонентов (сахара и патоки).

Опыты проводили при разном соотношении этих ингредиентов, которое изменяли в диапазоне от 40:60 до 60:40.

Изменение соотношения сахар:патока в направлении увеличения содержания патоки приводит к двум следующим результатам:

- изменяются жевательные характеристики масс, что связано с содержанием в патоке высокомолекулярных веществ;
- укрепляется аморфная структура за счет антикристаллизационных свойств патоки. Однако, введение патоки в количестве, превышающем 60%, вызывает упрочнение структуры массы, что затрудняет её механическую обработку.

Увеличение дозировки сахара приводит к ухудшению жевательных характеристик и вызывает повышение пластических свойств за счет частичного перехода массы из аморфной в аморфно-кристаллическую, причем при введении 60% сахара масса, приготовленная на модифицированном крахмале, кристаллизуется уже в процессе перетягивания.

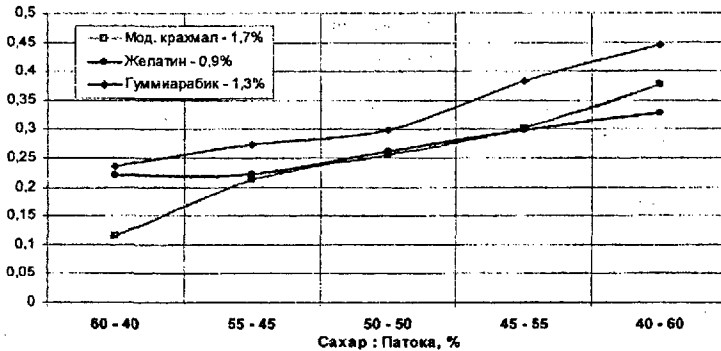


Рис.8. Изменение отношения упругой деформации к пластической в зависимости от соотношения сахара и патоки

Установлено, что для формирования аморфной структуры конфетных масс, соотношение между сахаром и патокой должно находиться в диапазоне от 45:55 до 55:45. В связи с формированием более стабильной структуры массы в присутствии желатина и гуммиарабика за счет проявления этими гидроколлоидами антикристаллизационных свойств, оптимальным для масс с желатином и гуммиарабиком является соотношение сахара и патоки, составляющее 50:50. При использовании модифицированного крахмала, не проявляющего аналогич-

ных свойств, для улучшения жевательных характеристик и исключения нежелательной кристаллизации массы рекомендуется вносить большее количество патоки по отношению к сахару (55 к 45).

### Исследование влияния фруктоолигосахаридов на текстуру жевательных конфет

Теоретическим обоснованием использования фруктоолигосахаридов для обогащения жевательных конфет стала совокупность доказанных эффектов их физиологического действия, к которым относятся пребиотический эффект и способность стимулировать усвоение таких минералов, как Ca, Mg, Fe.

В работе использовался коммерческий препарат "Rafilose Synergy 1", представляющий собой порошок, состоящий преимущественно из олигофруктозы и инулина (суммарно 92%), небольших количеств глюкозы, фруктозы и сахарозы (суммарно 8%).

В соответствии с рекомендациями международных организаций ФАО и ВОЗ, уровень потребления ФОС в составе продуктов, обеспечивающий проявление эффекта пребиотика, должен соответствовать 5 г/сутки. При этом является доказанным, что при потреблении 8 г ФОС в сутки достигается повышение биодоступности поступающего с пищей кальция. Эти уровни поступления фруктоолигосахаридов в организм человека в составе жевательных конфет, в расчете на потребление 50 г конфет в сутки, будут достигнуты при содержании ФОС в рецептуре этих изделий в количестве 10% и 16% соответственно.

В связи с тем, что Rafilose Synergy 1 представляет собой олигофруктозу, обогащенную инулином, для получения заданной структуры жевательных конфет, олигофруктозу вводили взамен сахара и патоки, сохраняя соотношение этих углеводов.

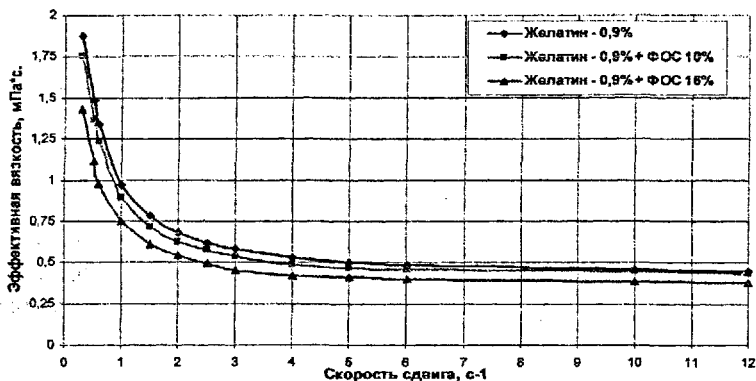


Рис.9. Изменение вязкости массы жевательной конфеты при введении ФОС при температуре 85°С на примере конфет на желатине

Было установлено, что увеличение количества фруктоолигосахаридов при замене ими одинаковых количеств (по сухим веществам) сахара и патоки вызывает снижение вязкости по отношению к контролю на 3% при введении 10 % ФОС и на 6,4% при добавлении 16% ФОС.

Введение фруктоолигосахаридов не оказывает значительного влияния на изменение сухих веществ жевательных конфет (колебания влажности не выходят за пределы 1,5%), но увеличивает содержание редуцирующих веществ в среднем на 5,1%, что связано с изменением соотношения рецептурных компонентов и частичным гидролизом ФОС.

Анализ упруго-пластических свойств показывает, что введение ФОС в рецептуру жевательных конфет изменяет структуру массы, увеличивая её пластичность. При этом пластическая деформация возрастает, в среднем, на 2,5%, а упругая деформация снижается на 5,8% (рис. 10).

Таким образом, исследование показало, что замена 10% сырья фруктоолигосахаридами практически не отражается на свойствах конечного продукта, а повышение дозировки ФОС до 16% увеличивает пластичность, содержание редуцирующих веществ и снижает длительность жевания.

Нивелирование изменений текстуры жевательных конфет с введением 16% ФОС достигается увеличением дозировки гидроколлоида, что проявляется в увеличении упругих свойств.

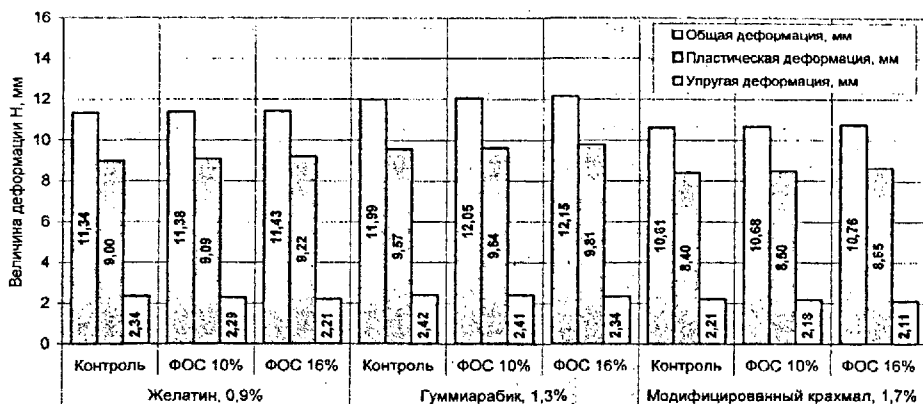


Рис.10. Изменение упруго-пластических свойств жевательных конфет, содержащих разные гидроколлоиды, в зависимости от массовой доли ФОС

### Исследование влияние порошкообразных добавок на структуру жевательных конфет

При разработке рецептур жевательных конфет функционального назначения исследовали возможность обогащения массы источником кальция и витаминно-минеральными премиксами.

Технологической задачей такого обогащения является введение в готовую массу порошкообразных добавок при сохранении упруго-пластических свойств на уровне заданных значений.

Сухие добавки вносили в готовую массу жевательных конфет в количествах от 1 до 6 % (по отношению к сахару и патоке).

Установлено, что введение до 2% порошкообразных добавок практически не отражается на органолептических и реологических свойствах массы. Сопутствующим технологическим эффектом является снижение прилипаемости за счет образования аморфно-кристаллической структуры.

Снижение адгезионного напряжения составляет, в среднем, 0,8% при концентрации добавок 1-2%, 1,9% при концентрации добавок 3-4% и 3,7% при концентрации добавок 5-6%.

Введение 3-4% добавок придает массе аморфно-кристаллическую, капиллярно-пористую структуру и на практике снижает эффект прилипания массы к зубам, но при этом, за счет увеличения пластичности, уменьшается продолжительность жевания конфеты.

Нивелирование изменений текстурных характеристик жевательных конфет, вызванных введением порошкообразных добавок, достигается увеличением дозировки гидроколлоида и/или снижением дозировки жира, что обеспечивает повышение упругих свойств.

Было обнаружено, что введение более 4% добавок в конфеты на гуммиарабике и модифицированном крахмале затрудняет обработку их массы в связи с формированием более "короткой" структуры. Это, в свою очередь, приводит к разрыву массы в процессе перетягивания, поскольку такая масса обладает кристаллической структурой с ярко выраженными пластическими свойствами.

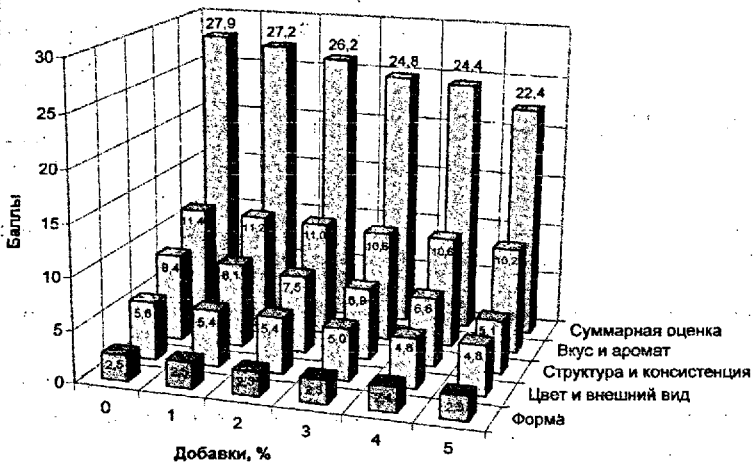


Рис.11. Бальная оценка качества жевательных конфет с введенными порошкообразными добавками на примере конфет с желатином

По итогам балльной оценки (рис. 11) видно, что увеличение массовой доли добавок ухудшает органолептические свойства конфет, что обусловлено, прежде всего, изменением оценочного критерия «структура и консистенция» продукта.

Образцы жевательных конфет, содержащие менее 2% порошкообразных добавок, имели оценку на уровне, превышающем 26,2 балла, что характеризует их как отличные.

Увеличение содержания добавок до 4% снижает органолептическую привлекательность до 24,4% балла и позволяет считать качество конфет хорошим. Добавление свыше 5% сухих компонентов сильно изменяет структуру, что отражается на суммарной оценке (менее 22,5 баллов).

Таким образом, оптимальной является дозировка порошкообразных добавок, не превышающая 2%.

### Разработка технологии и нормативной документации

На основании анализа описанных способов получения жевательных конфет, была выбрана базовая технология (прототип), предусматривающая периодическое уваривание массы в вакуум-варочном аппарате с её последующим перетягиванием.

На базе имеющегося оборудования на ООО «КФ Меньшевик», была сконструирована линия по производству жевательных конфет производительностью 3т в сутки.

Общий вид схемы получения жевательных конфет представлен на рис.12.

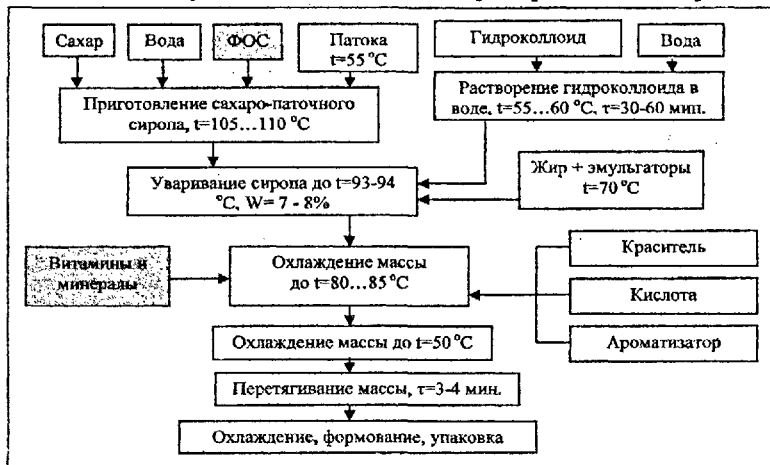


Рис.12. Технологическая схема получения жевательных конфет

Технологическая схема производства жевательных конфет складывается из следующих основных стадий:

- подготовка сырья к производству;
- приготовление сахаро-паточного сиропа;
- приготовление массы жевательных конфет;
- обработка массы и формование.

По результатам производственных испытаний разработана и утверждена нормативная документация: РЦ, ТИ и ТУ 9124-007-18886062-05 на производство жевательных конфет с наименованиями "Ириска Фрутиска", "Кнопка" и "Жевастик"; получено санитарно-эпидемиологическое заключение на ТУ и продукцию. Выпуск жевательных конфет "Ириска Фрутиска" освоен Московской кондитерской фабрикой ООО "КФ Меньшевик".

### **Исследование процесса хранения жевательных конфет**

Основным показателем, количественно описывающим срок годности жевательных конфет в процессе их хранения, является изменение содержания влаги и редуцирующих веществ.

Производственные образцы жевательных конфет хранились в лабораторных условиях в течение 4 месяцев. В испытуемых образцах в процессе хранения определяли массовую долю влаги и редуцирующих веществ.

Установлено, что в течение 50-60 суток жевательные конфеты аморфной структуры поглощают до 8-9,5% влаги; образцы с аморфно-кристаллической структурой - около 4-8%.

После 60 суток хранения жевательные конфеты набирают равновесную влажность, которая характеризуется незначительным увеличением влаги (около 1%).

Увеличение содержания редуцирующих веществ в процессе хранения свойственно всем образцам конфет и изменяется в диапазоне от 2 до 3,5%.

Относительно высокие значения содержания редуцирующих веществ, характерные для образцов с ФОС и модифицированным крахмалом, связаны с некоторой инверсией фруктоолигосахаридов, обусловленной особенностью технологического процесса. Этот факт объясняет повышенную адсорбцию влаги для соответствующих образцов.

Полученные данные свидетельствуют о том, что изменения физико-химических свойств жевательных конфет в процессе хранения не выходят за рамки ТУ.

### Расчет пищевой и энергетической ценности жевательных конфет

Расчет энергетической ценности разработанных жевательных конфет позволяет отнести их к группе изделий средней калорийности (от 200 до 400 ккал).

Введение физиологически функциональных ингредиентов (витаминно-минеральных премиксов, ФОС, гуммиарабика, кальция) в рецептуры изделий повышает их пищевую ценность с формированием свойств функционального пищевого продукта.

В рецептурах функциональных жевательных конфет с введением ФОС существенно снижается сахароемкость (7-15%), энергетическая ценность полученных изделий уменьшается на 41-56 ккал.

### Расчет экономической эффективности

Показатели экономической эффективности производства жевательных конфет, содержащих различные источники физиологически функциональных ингредиентов, приведены в табл.6.

Анализ проводили с распределением затрат по элементам.

Табл.6 – Показатели экономической эффективности производства жевательных конфет, содержащих различные источники физиологически функциональных ингредиентов

Показатель	Желатин	Гуммиарабик	Мод. крахмал	НЗ3792 + Са	Custo Mix Energy	Custo Mix Beauty	Custo Mix Immunity	10 Vitamines	ФОС (10%) + НЗ3792 + Са	ФОС (16%) + Са
Прибыль с 1 т., т.руб	22,2	23,2	21,9	25,4	25,7	25,0	25,7	23,2	33,1	33,2
Себестоимость 1 упаковки, руб	3,17	3,32	3,13	3,63	3,67	3,57	3,67	3,32	4,73	4,74
Опт. стоимость 1 упаковки, руб	4,27	4,48	4,22	4,91	4,95	4,82	4,95	4,48	6,38	6,40
Розничная цена 1 упаковки, руб	6,41	6,72	6,33	7,36	7,43	7,23	7,43	6,71	9,57	9,60

Анализ экономической эффективности свидетельствует о том, что розничная цена упаковки жевательных конфет массой 50г, в зависимости от вида гидроколлоида, составляет 6,3-6,7 рублей.

При этом розничная цена объекта разработки на 30%-101% ниже цены аналогов зарубежного производства.

Введение в качестве физиологически функциональных ингредиентов витаминно-минеральных премиксов увеличивает себестоимость базовых образцов, в среднем, на 16%, введение ФОС и кальция - в среднем на 50%.

Стоимость разработанных функциональных жевательных конфет в 2,5 раза ниже аналогов жевательных конфет зарубежного производства (рис.13).

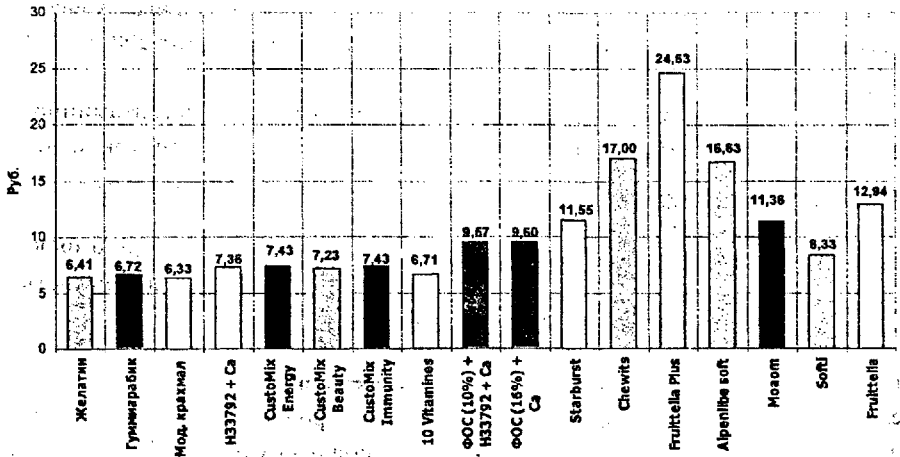


Рис. 13. Розничная цена упаковки жевательных конфет

### Выводы

1. Проведено исследование по разработке технологии жевательных конфет с комплексом функциональных ингредиентов: обоснован выбор жевательных конфет в качестве объекта модификации в функциональный пищевой продукт, научно обоснован выбор физиологически функциональных ингредиентов (витамино-минеральных премиксов, кальция и фруктоолигосахаридов), экспериментально установлены дозировки функциональных ингредиентов, обеспечивающие их поступление в количествах, сопоставимых с физиологическими нормами потребления.

2. На основе анализа мирового опыта производства жевательных конфет, научно обоснован выбор базовой рецептуры и технологических параметров производства: установлено оптимальное время перетягивания, составляющее 3-4 мин при температуре 50°C; определение температуры уваривания осуществляется путем расчета по заданному количеству сухих веществ в готовых изделиях с учетом количества дополнительно внесенной влаги; экспериментально установлены последовательность и стадии введения в рецептурную основу жевательных конфет основных ингредиентов (гидроколлоидов, жирового компонента и комплексного эмульгатора).

3. Предложен метод описания текстуры жевательных конфет по интегральной характеристике свойств изделий, основанной на построении профилейных диаграмм, включающих 8 ключевых дискриптеров.

Проведен анализ текстуры различных промышленных образцов жевательных конфет зарубежного производства, на основании которого предложен критерий



оценки текстуры по показателю, определяемому соотношением упругой и пластической деформаций.

4. Исследовано влияние гидроколлоидов (желатина, гуммиарабика, модифицированного крахмала) на текстуру жевательных конфет; получены уравнения регрессии, описывающие изменение относительной упругости массы от количества гидроколлоида; установлены оптимальные дозировки гидроколлоидов, составляющие для желатина 0,9%, для гуммиарабика 1,3%, для модифицированного крахмала 1,7%.

5. Исследовано влияние жирового компонента (пальмового масла) на вкусовые свойства и текстуру жевательных конфет; определены оптимальные дозировки жирового компонента, обеспечивающие формирование заданных свойств изделий, в зависимости от используемого гидроколлоида: для жевательных конфет, содержащих желатин или гуммиарабик, оптимальная дозировка жирового компонента составляет 5%, для изделий с модифицированным крахмалом – 6%.

6. Предложен способ модификации базового эмульгатора путем комбинирования его с моно- и диглицеридами жирных кислот (Е 471) и эфирами полиглицерина и жирных кислот (Е 475); установлен эффект снижения относительной плотности и адгезионного напряжения конфетной массы с комплексным эмульгатором, благодаря которому улучшается текстура готового изделия.

7. Исследовано влияние соотношения сахара и патоки на текстуру массы жевательных конфет; установлено, что оптимальное соотношение углеводных компонентов зависит от вида используемого гидроколлоида: в массе с желатином или гуммиарабиком, проявляющих способность подавлять кристаллизацию, соотношение сахара и патоки составляет 50:50; в массу с модифицированным крахмалом, во избежание нежелательной кристаллизации в процессе механической обработки и хранения, рекомендуется вносить большее количество патоки по отношению к сахару (55–45).

8. Исследовано влияние на текстуру массы жевательных конфет порошкообразных добавок; установлено, что оптимальным является введение до 2% порошкообразных добавок, при котором проявляется технологический эффект снижения прилипаемости; введение от 2 до 4% добавок нуждается в увеличении рецептурного количества гидроколлоида или в снижении содержания жирового компонента.

9. Исследовано влияние фруктоолигосахаридов на текстуру жевательных конфет; установлено, что замена 10% углеводного компонента на фруктоолигосахариды практически не отражается на свойствах конечного продукта; повышение дозировки ФОС до 16% увеличивает пластичность, содержание редуцирующих веществ и сокращает продолжительность процесса жевания.

10. На новый вид продукции разработан комплект нормативной документации (РЦ, ТИ и ТУ 9124-007-18886062-05); технология производства жевательных конфет освоена Московской кондитерской фабрикой ООО «КФ Меньшевик»; ожидаемый годовой эффект от внедрения технологии производства жевательных конфет составит около 16,7 млн. рублей.

11. Разработан проект ТУ 9124-001-02068634-06 «Жевательные конфеты функционального назначения»; впервые в качестве обогащающих ингредиентов в жевательных конфетах использованы соли кальция в сочетании с фруктоолигосахаридами, обеспечивающими повышение биодоступности кальция и пребиотический эффект.

#### СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО МАТЕРИАЛАМ ДИССЕРТАЦИИ

1. Сафонов Д.А., Оспенникова О.С. Новый вид функциональных продуктов // Материалы научно-практической конференции «Технологии и продукты здорового питания». Москва: МГУПП, 14-15 июня 2004., ч.2, с. 257.
2. Сафонов Д.А. Использование функциональных ингредиентов для производства жевательных кондитерских изделий // Материалы Международной научно-практической конференции «Технологии и продукты здорового питания». Москва: МГУПП, 6-8 июня 2005., с. 193.
3. Сафонов Д.А. Биоактивное растворимое волокно из акации // Материалы Международной научно-практической конференции «Технологии и продукты здорового питания». Москва: МГУПП, 6-8 июня 2005., с. 196.
4. Сафонов Д.А. Разработка технологии нового вида сахарных кондитерских изделий. // Труды V ежегодной международной молодежной конференции ИБХФ РАН-ВУЗЫ «Биохимическая Физика». Москва, 14-16 декабря 2005., с. 307.
5. Сафонов Д.А., Создание функциональных жевательных конфет с пребиотическими волокнами, Сборник докладов IV международной научно-практической конференции «Технологии и продукты здорового питания»: МГУПП, июнь 2006.,ч.1 с. 164.
6. Сафонов Д.А. Обзор технологических решений по производству жевательных конфет. // Кондитерское производство. - 2006. - №4. - С.32-34.
7. Сафонов Д.А., Кочеткова А.А., Технологические особенности производства жевательных конфет. // Кондитерское производство. - 2006. - №5. - С.18-21.
8. Сафонов Д.А., Особенности технологии жевательных конфет: теория вопроса// Сборник докладов IV международной выставки-конференции «Высокоэффективные пищевые технологии, методы и средства их реализации». Часть III.- М.: МГУПП, 2006.-с.61-63.

### Summary

The research relates to a chewy confection item having a chewing consistency similar to that of chewing gum and providing a novel chewing texture, and to methods for making such products. The chewy candy contains gelatin or oxidized starch or gum arabic as a gelling agent.

More specifically, the present work relates to a composition for and method of producing a chewy candy fortified with supplemental dietary fiber, vitamins and calcium which can be stabilized to produce a long textured taffy-like candy or a short textured nougat-like candy, which candy has an acceptable mouthfeel and exhibits a reduced stickiness on the consumer's teeth through incorporation of a unique combination of mono- and diglycerides.

Подписано в печать 20.11.06.

Формат 30x42 1/8. Бумага типографская № 1. Печать офсетная.

Печ. л. 1,1. Тираж 100 экз. Заказ 318.

---

125080, Москва, Волоколамское ш., 11

ИК МГУПП

