

Разработка технологии диетического мармелада и оценка его потребительских свойств методом квалиметрического моделирования

И. А. Никитин^{}, М. А. Никитина^{**},
Н. М. Аллилуева^{*}, В. А. Богатырев^{*}*

**ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления
имени К. Г. Разумовского (Первый казачий университет)»
109004, Москва, ул. Земляной Вал, 73*

***ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
мясной промышленности имени В. М. Горбатова»
109316, Москва, ул. Талалихина, 26*

e-mail: nikito.igor@gmail.com

Аннотация. Разработке продуктов лечебно-профилактического питания сегодня отводится значительная роль. Увеличившееся потребление рафинированных продуктов питания, в том числе кондитерских изделий, является причиной множества таких заболеваний, как ожирение, сахарный диабет, атеросклероз и др. Необходимы научные и практические исследования по созданию технологий, позволяющих получить кондитерские изделия с показателями качества, удовлетворяющими потребителя и в то же время обладающих высокой пищевой и биологической ценностью. В статье представлена разработанная технология получения фруктово-желейного мармелада на основе натурального растительного сырья — пюре калины обыкновенной и апельсина. Определены показатели качества, а также антиоксидантная емкость полученных образцов. На данных, полученных в результате дегустации, проведено исследование оценки удовлетворения потребителей методом квалиметрического моделирования.

Ключевые слова: кондитерские изделия, мармелад, натуральное растительное сырье, квалиметрическое моделирование, антиоксидантная емкость.

1. Введение

Метаболический синдром (МС), известный также и как синдром Ривена, синдром X, синдром инсулинорезистентности, атеротромбогенный синдром — сложное нарушение обмена веществ, часто встречающееся у больных артериальной гипертонией с абдоминальным ожирением. В основе МС лежит тканевая инсулинорезистентность, способствующая развитию гиперинсулинемии, активации симпто-

адреналовой системы, повышению сосудистого тонуса и патологического сдвига в липидном спектре крови [1].

При этом несомненными факторами риска МС является гиподинамия, гиперкалорийное питание, повышение активности симпатической нервной системы, частые стрессы. В связи с этим, исключая 2 последних фактора, А. Регенауэр (1998) назвал МС синдромом «хорошей жизни» (“goodlife” syndrome), имея в виду западный образ жизни. Действительно, при проведении исследований обнаружено, что снижение физической активности и высокоуглеводный характер питания являются главными причинами того, что заболеваемость МС приобретает характер эпидемии — МС страдает около 25% населения западных стран [2].

По данным Института питания РАМН (<http://www.ion.ru>), более трети населения РФ имеют повышенный вес и ожирение. При этом среди населения растет потребление кондитерских изделий, что обусловлено устойчивыми вкусовыми предпочтениями потребителей, а также ценовой доступностью и богатым выбором изделий данной категории.

В связи с этим необходимы научные и практические исследования по созданию технологий, позволяющих получить кондитерские изделия с показателями качества, удовлетворяющими потребителя и в то же время обладающих повышенной пищевой и биологической ценностью, изготовленных с применением нетрадиционного сырья, в состав которого входят витамины, белки, минеральные вещества и пищевые волокна, которые наряду с обогащением продукции могут изменять и качество готовых изделий [3].

2. Обоснование применения калины и апельсина в качестве рецептурных компонентов мармелада

Перспективным является применение калины обыкновенной (*лат. Viburnum opulus*) в качестве компонента рецептуры при изготовлении мармелада.

Пектиновые вещества сока калины обеспечивают его способность превращаться в желе (что является необходимым условием в технологии изготовления мармелада), а процентное соотношение Р-активных соединений (биофлавоноидов) в ягодах и соке может составлять 300–500 мг/100 г. В калине содержатся витамины: А, D, E; витамина С в ней больше, чем в цитрусовых; есть также минералы — фосфор, магний, калий, железо, кальций, медь, марганец, йод (табл. 1). В ягодах калины много инвертного сахара — около 30%, также обнаружены дубильные вещества, изовалериановая и уксусная кислоты. В семенах содержится до 21% жирного масла. Характерный калиновый запах и специфическую горечь ягодам придает гликозид вибурнин. Однако этот гликозид частично разрушается при термической обра-

ботке, кроме того, его запах можно нивелировать сильными ароматизаторами естественного происхождения, содержащимися, например, в цитрусовых [4].

Таблица 1. Химический состав калины обыкновенной и апельсина

Наименование вещества	Содержание в 100 г продукта	
	Калина обыкновенная	Апельсин
Химический состав		
Белки, г	0.4	0.9
Жиры, г	1.5	0.2
Углеводы, г	7.0	8.1
Энергетическая ценность, ккал	26.3	43.0
Макроэлементы		
Витамин А, мкг	250	8.0
Витамин С, мг	82.0	60.0
Каротин, мг	1.4	—
Витамин РР, мг	1.35	0.2
Витамин В9, мг	0.3	5.0
Витамин Е, мг	2.0	0.2
Минеральные вещества		
Калий, мг	179.5	197.0
Кальций, мг	40.5	34.0
Магний, мг	17.5	13.0
Железо, мг	6.1	0.3
Фосфор, мг	100.0	23.0
Натрий, мг	21.5	13.0
Сера, мг	12.0	9.0

В ходе исследований в качестве дополнительного сырья было выбрано апельсиновое пюре. Его поливитаминный комплекс богато представлен витаминами группы В, аскорбиновой кислотой. В апельсине содержится достаточное количество макро- и микроэлементов (табл. 1). Также велико в нем содержание клетчатки. Апельсиновое пюре — ценный источник аминокислот, более 170 фитонутриентов, 60 флавоноидов.

Сильный аромат и богатый витаминно-минеральный состав определили ценность апельсинового пюре для введения его в состав рецептуры мармелада.

Поскольку собственного пектина, содержащегося в калине, недостаточно для образования прочного студня, в качестве дополнительного желирующего компонента выбрали желатин. Аминокислоты, содержащиеся в составе желатина, укрепляют сердечную мышцу, благотворно влияют на умственную деятельность.

3. Разработка рецептуры диетического мармелада

В ходе экспериментальных исследований были разработаны продукты с различным соотношением основного сырья (пюре апельсина, пюре калины), представленные в табл. 2.

Таблица 2. Соотношение пюре апельсина и калины в рецептурах опытных образцов мармелада

№ образца	Массовая доля пюре апельсина, %	Массовая доля пюре калины, %
1	25	75
2	75	25
3	60	40
4	40	60
5	50	50

Вследствие диетической направленности разрабатываемого мармелада сахар в рецептуре заменили фруктозой в количестве, учитывающем ее степень сладости по отношению к сахарозе, что позволило значительно увеличить количество пюре в рецептуре продукта. Кроме того, за счет свойства фруктозы усиливать естественный аромат фруктов и ягод полученный мармелад приобрел более насыщенный и яркий вкус.

Анализ качества полученных образцов фруктово-желейного мармелада по органолептическим и физико-химическим показателям проводили в условиях лаборатории кафедры «Технологии переработки зерна, хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств» МГУТУ им. К. Г. Разумовского.

Оценка качественных показателей образцов мармелада осуществлялась экспертными методами квалитметрии. В ходе дегустации приняло участие 20 респондентов в возрасте от 20 до 50 лет с целью выявления актуальности продукта в разных возрастных категориях потребителей.

Использовали различные методы: интервьюирование, анкетирование. Практика показала, что наиболее результативный способ — интервьюирование: опрашиваемые проявляли инициативу, аргументированно высказывая свою точку зрения.

3.1. Оценка потребительских свойств методом квалитметрического моделирования

Ключевой стадией процедуры оценки удовлетворенности потребителя явилась обработка данных на основе квалитметрического моделирования, которое позволило компенсировать разносторонние показатели в одну оценку, учитывая при этом

важность для потребителя каждого из них [5]. Квалиметрическая модель выглядит следующим образом:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m \frac{Y_{ik}}{B_{ik}}}{nm},$$

где m — количество опрошенных потребителей; n — число оцениваемых критериев (показателей); Y_{ik} — удовлетворенность k -го потребителя i -м критерием, баллы; B_{ik} — важность i -го критерия для k -го потребителя, баллы.

Для систематизации полученной информации и наглядного отображения результатов исследования была разработана матрица удовлетворенности потребителя, которая в компактной форме показывает частные оценки потребителей согласно выбранным критериям (вкус, цвет, запах, консистенция, поверхность), а также результаты обработки данных.

Для определения достоверности полученных результатов проводился анализ согласованности мнений экспертов (потребителей) посредством определения коэффициента конкордации:

$$W = \frac{12 \sum_{j=1}^n d_j^2}{m^2 (n^3 - n)},$$

где d_j — отклонение суммы рангов по j -му параметру от среднего значения суммы рангов.

Если среди рангов, данных одним экспертом (пользователем), есть равные, то коэффициент конкордации рассчитывается следующим образом:

$$W = \frac{12 \sum_{j=1}^n d_j^2}{m^2 (n^3 - n) - m \sum_{k=1}^m T_k}, \quad T_k = \sum_{k=1}^m (t_k^3 - t_k),$$

где t_k — количество равных рангов в k -й группе.

Коэффициент конкордации W принимает значения от 0 до 1. При $W = 1$ имеет место полная согласованность мнений экспертов, при $W > 0.5$ — удовлетворительная, $W < 0.5$ — низкая.

Поскольку оценки экспертов считаются случайными величинами, то проводят проверку значимости по критерию χ^2 .

Таким образом, полученный результат основан на проведении разноуровневой оценки качества выпускаемой продукции с учетом мнения всех потребителей, что

еще раз доказывает необходимость классификации респондентов на первом этапе исследования.

Обобщенный показатель качества представляется в виде средневзвешенного показателя, так как единичные показатели вносят разные весовые доли в его формирование.

Обобщенный показатель качества разрабатываемого мармелада, таким образом, определялся шестью единичными показателями: x_1 — вкус (сладкий/горький), x_2 — вкус (нравится/не нравится), x_3 — цвет, x_4 — запах, x_5 — состояние поверхности, x_6 — консистенция. В табл. 3 представлены квалиметрические модели опытных образцов мармелада.

Таблица 3. Квалиметрические модели опытных образцов мармелада

№ образца	Соотношение компонентов	Квалиметрическая модель
1	Калина 75 / Апельсин 25	$P = 0.20x_1 + 0.18x_2 + 0.16x_3 + 0.17x_4 + 0.15x_5 + 0.13x_6$
2	Калина 25 / Апельсин 75	$P = 0.19x_1 + 0.19x_2 + 0.17x_3 + 0.15x_4 + 0.15x_5 + 0.15x_6$
3	Калина 40 / Апельсин 60	$P = 0.11x_1 + 0.11x_2 + 0.20x_3 + 0.17x_4 + 0.21x_5 + 0.20x_6$
4	Калина 60 / Апельсин 40	$P = 0.14x_1 + 0.16x_2 + 0.17x_3 + 0.16x_4 + 0.18x_5 + 0.18x_6$
5	Калина 50 / Апельсин 50	$P = 0.14x_1 + 0.15x_2 + 0.17x_3 + 0.14x_4 + 0.20x_5 + 0.19x_6$

Анализ полученных моделей позволяет сделать вывод, что наименее значимым показателем для образца 1 является консистенция, для образца 2 — консистенция, поверхность и запах, для образца 3 — вкус (сладкий/горький) и вкус (нравится/не нравится), для образца 4 — вкус (сладкий/горький), для образца 5 — вкус (сладкий/горький) и запах.

Из этого можно сделать вывод, что для респондентов вкус опытных образцов № 1 и № 2 мармелада являлся главным оценивающим фактором. Во всех остальных образцах лидирующую позицию наибольшего значения имеет показатель состояния поверхности мармелада.

3.2. Определение показателей качества мармелада

Проведенные анализы по определению органолептических и физико-химических показателей качества позволили отобрать среди опытных образцов наилучшие (табл. 4).

На основании расширенной органолептической оценки и результатов физико-химических исследований установили, что наилучшими показателями обладают опытные образцы № 1 и № 2. Данный выбор, предположительно, может быть связан с тем, что потребители отдают предпочтение продукту с ярко выраженным монокусом, запахом и цветом апельсина либо калины и не предпочитают образцы, где они смешиваются.

Таблица 4. Органолептические и физико-химические показатели опытных образцов мармелада

Показатель	Опытный образец № 1	Опытный образец № 2	Опытный образец № 3	Опытный образец № 4	Опытный образец № 5
Органолептические показатели					
Цвет	Насыщенный, ярко-бордовый	Насыщенный оранжевый цвет	Ненасыщенный, бледно-бордовый	Ненасыщенный, бледно-оранжевый	Ненасыщенный розовый
Вкус	Сладкий, с ярко выраженным вкусом калины и ноткой апельсина	Сладкий, преобладает вкус апельсина, с ноткой калины	Сладкий вкус апельсина и калины (с преобладанием апельсинового)	Сладкий вкус апельсина и калины (с преобладанием калинового)	Сладкий невыраженный фруктовый вкус
Запах	Ярко выраженный запах калины и ноткой апельсина	Ярко выраженный запах апельсина с ноткой калины	Запах калины с легкой ноткой апельсина	Запах калины с ноткой фруктового запаха	Запах калины и апельсина
Консистенция	Упругая, студнеобразная, нежная	Упругая, студнеобразная, нежная	Упругая, студнеобразная, нежная	Упругая, студнеобразная, нежная	Упругая, студнеобразная, нежная
Зернистость	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
Липкость	Липкий	Липкий	Липкий	Липкий	Липкий
Состояние поверхности	Ровная, глянцевая	Ровная, глянцевая	Ровная, глянцевая	Ровная, глянцевая	Ровная, глянцевая
Физико-химические показатели					
Кислотность, град °Н	11.1	7.9	6.4	5.9	6.7
Влажность, %	69.8	67.8	64.3	68.5	66.3
Массовая доля РВ, %	1.5	1.6	1.2	1.3	1.4

На следующем этапе исследований изучалось влияние нового ингредиентного состава наилучших по показателям образцов мармелада на его антиоксидантную емкость (АОЕ), что является актуальным для повышения пищевой ценности мармелада и его функционального значения для организма человека.

4. Определение антиоксидантной емкости мармелада

Известно [6], что антиоксиданты прерывают радикально-цепные процессы окисления в организме человека, вызываемые свободными радикалами вследствие воз-

действия факторов экзогенного происхождения (химические загрязнители окружающей среды, ионизирующие излучения радионуклидов) и в результате биохимических метаболических реакций в клетках организма.

Совместно с институтом Биохимии им. А. Н. Баха РАН провели определение антиоксидантной емкости опытных образцов мармелада на спектрофотометре Cary 100 Bio. Были получены значения АОЕ липофильной и гидрофильной фракций опытных образцов по отношению к катион-радикалудиаммонийной соли 2-азинобис-3-этилбензиазолит-6 сульфоновой кислоты (АБТС). В качестве стандарта при анализе АОЕ использовали тролокс, расчет проводили в тролокс-эквивалентах (ТЭ) [7]. Результаты представлены в табл. 5.

Таблица 5. Результаты исследований антиоксидантной емкости в опытных образцах мармелада

№ образца	АОЕ, мкмоль ТЭ/г веса (липофильная фракция)	АОЕ, мкмоль ТЭ/г веса (гидрофильная фракция)
1	0.04	22.33
2	0.02	9.68

Из данных табл. 5 видно, что основной вклад в значение антиоксидантной емкости мармелада вносит гидрофильная фракция. Однако антиоксидантная емкость 1-го образца выше, чем 2-го более чем в два раза. Это связано, по-видимому, с различным соотношением апельсинового и калинового пюре в представленных образцах (см. табл. 2). Увеличение доли калинового пюре в рецептуре мармелада позволяет повысить антиоксидантную емкость готового изделия. Кроме того, благодаря подобранному ингредиентному составу отобранный образец мармелада № 1 по содержанию витаминов, макро- и микронутриентов может быть отнесен к функциональным продуктам.

5. Выводы

Таким образом, разработанная рецептура и технология фруктово-желейного мармелада на основе натурального сырья позволит приблизиться к решению проблемы производства кондитерских изделий для здорового питания, обладающих функциональными свойствами.

Литература

- [1] Алмазов В. А., Благосклонная Я. В., Шлякто Е. В., Красильникова Е. М. Метаболический сердечно-сосудистый синдром. — СПб. : СПбГМУ, 1999.

- [2] Кулагин Ю. И., Заикин А. В., Иванова Н. М., Кулагина Ю. Ю. Метаболический синдром у больных с артериальной гипертензией: современные представления о патогенезе и перспективы физической реабилитации // *Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского*. 2006. Т. 19. № 3. С. 29–36.
- [3] Табаторович А. Н. Проблемы формирования и сохранения качества желейного мармелада // *Сибирский торгово-экономический журнал*. 2012. № 15. С. 116–120.
- [4] Тефикова С. Н., Аллилуева Н. М., Никитин И. А. Продукты переработки калины обыкновенной в технологиях пищевых продуктов функционального назначения // *Материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. «Технология и продукты здорового питания»*. — Саратов : ООО «ЦеСАин», 2015.
- [5] Клячин В. Н. Статистические методы в управлении качеством: компьютерные технологии. — М. : Финансы и статистика, 2007.
- [6] Яшин Я. И., Рыжнев Ю. В., Яшин А. Я., Черноусова Н. И. Природные антиоксиданты. Содержание в пищевых продуктах и их влияние на здоровье и старение. — М. : ТрансЛит, 2009.
- [7] Цыганова Т. Б., Никитин И. А., Гакова О. А., Калюжный В. В., Зайчик Б. Ц., Труфанова Ю. Н. Влияние воды, обработанной кавитацией, на качество и антиоксидантную емкость хлебобулочных изделий // *Хлебопечение России*. 2015. № 4. С. 20–22.

Авторы:

Игорь Алексеевич Никитин — кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии переработки зерна, хлебопекарного, макаронного и кондитерского производств, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления имени К. Г. Разумовского» (Первый казачий университет)»

Марина Александровна Никитина — кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности имени В. М. Горбатова»

Надежда Михайловна Аллилуева — студентка, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления имени К. Г. Разумовского (Первый казачий университет)»

Валентин Андреевич Богатырев — студент, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления имени К. Г. Разумовского (Первый казачий университет)»

Development technology dietary marmalade and evaluation consumer properties by qualimetric modeling

I. A. Nikitin*, M. A. Nikitina**, N. M. Allilueva*, V. A. Bogatirev*

*Moscow State University of Technology and Management
named after K. G. Razumovsky (the First Cossacs University)
Zemlyanoy Val, 73, Moscow, Russia 109004

**The Gorbатов's All-Russian Meat Research Institute
Talalixina str., 26, Moscow, Russia 109316

e-mail: nikito.igor@gmail.com

Abstract. Product development preventive nutrition is given a significant role today. The increased intake of refined foods, including confectionery products, is the cause of many diseases such as obesity, diabetes, atherosclerosis, and others. Necessary scientific and practical research on developing technologies obtain confectionery products with quality characteristics satisfying consumers needs and at the same time have a high nutritional and biological value. At article presents developed technology for producing fruit jelly marmalade basis on natural raw materials – Viburnum puree and orange. Defined quality indicators, as well as the antioxidant capacitance of the samples. Base on data obtained as a result of tasting, conducted a study assessment of consumer satisfaction by qualimetric modeling.

Key words: pastel-marmalade products, dietary products, qualimetric modeling, antioxidant capacity.

References

- [1] Almazov V. A., Blagosklonnaya Y. V., Shlahto E. V., Krasilnikova E. M. (1999) Metabolicheskij serdechno-sosudistyj sindrom. Saint-Petesburg, SPbGMU [In Rus]
- [2] Kulagin Yu. I., Zaikin A. V., Ivanova N. M., Kulagina Yu. Yu. (2006) *Uchenyye zapiski Tavricheskogo natsional'nogo universiteta im. V. I. Vernadskogo*, **19**(3):29–36. [In Rus]
- [3] Tabatorovich A. N. (2012) *Sibirskiy torgovo-ekonomicheskij zhurnal*, 15:116–120. [In Rus]
- [4] Tefikova S. N., Alliluyeva N. M., Nikitin I. A. (2015) Produkty pererabotki kaliny obyknovennoy v tekhnologiyakh pishchevykh produktov funktsional'nogo naznacheniya // In Conf. Tekhnologiya i produkty zdorovogo pitaniya. Saratov, TseSAin [In Rus]
- [5] Klyachin V. N. (2007) Statisticheskiye metody v upravlenii kachestvom: komp'yuternyye tekhnologii. Moscow, Finansy i statistika [In Rus]
- [6] Yashin Ya. I. et al. (2009) Prirodnyye antioksidanty. Soderzhaniye v pishchevykh produktakh i ikh vliyaniye na zdorov'ye i starenie. Moscow, TransLit [In Rus]
- [7] Tciganova T. B., Nikitin I. A. et al. (2015) *Khlebopecheniye Rossii*, 4:20–22. [In Rus]