

Влияние разных видов гидроколлоидов на структуру и сохранность сахаристых кондитерских изделий студнеобразной консистенции: обзор.

Егор В. Казанцев	1	ekazantsev@mail.ru
Николай Б. Кондратьев	1	conditerpromnbk@mail.ru
Максим В. Осипов	1	maxvosipov@ya.ru
Оксана С. Руденко	1	oxana0910@mail.ru

1 ВНИИ кондитерской промышленности, филиал «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, ул. Электrozаводская, 20, г. Москва, 107023, Россия

Аннотация. Качество – меняющееся во времени, комплексное свойство кондитерского изделия, показывающее меру приемлемости для покупателя и быстро или медленно ухудшающееся после изготовления пищевых продуктов. Сохранность сырья и готовых изделий в процессе хранения является важнейшей задачей мирового значения по заявлению ВОЗ в 2020 г. В работе рассмотрены аспекты одной из важных проблем в кондитерской отрасли – обеспечение длительных сроков хранения кондитерских изделий без снижения их вкусовых свойств на примере желевого мармелада. Задача сохранения свежести изделия это сохранность его консистенции, вкуса, запаха, внешнего вида путем удержания влаги и предотвращения порчи микроорганизмами. Критерий свежести при длительных сроках хранения представляет собой один из основных факторов, влияющих на объемы продаж и конкурентоспособность сахаристых кондитерских изделий. Рассмотрены аспекты влияния свойств структурообразователей (пектины, агары, модифицированные крахмалы) на процесс образования студнеобразной консистенции и хранение мармелада. Указаны физико-химические показатели характеризующие процесс влагопереноса в корпусе мармелада в процессе хранения. Для оценки миграции влаги в процессе хранения используют графическую зависимость a_w от массовой доли влаги в мармеладе – изотерму сорбции влаги. Анализ полученных данных изотерм десорбции может служить полезным инструментом, который показывает, какую долю влаги продукт способен принимать или отдавать без утраты свойств, характеризующих качество конкретного кондитерского изделия. Указаны современные методы в оценке функции качества мармелада с помощью математического уравнения для прогнозирования его хранимостепособности. Рассмотрен комплексный подход для обеспечения сохранности мармелада, позволяющий прогнозировать срок его годности.

Ключевые слова: кондитерские изделия, мармелад, массовая доля влаги, студнеобразователи, влагоперенос, активность воды, изотерма сорбции, уравнение Аррениуса

Influence of different types of hydrocolloids on the structure and preservation of sugary confectionery with a jelly structure consistency: a Review

Egor V. Kazantsev	1	ekazantsev@mail.ru
Nikolai B. Kondratyev	1	conditerpromnbk@mail.ru
Maxim V. Osipov	1	maxvosipov@ya.ru
Oksana S. Rudenko	1	oxana0910@mail.ru

1 All-Russian Scientific Research Institute of Confectionery Industry, Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS, Elektrozavodskaya, 20, bld. 3, Moscow, 107023, Russia

Abstract. Quality is a time-varying, complex property of a confectionery that shows a measure of acceptability for the customer and rapidly or slowly deteriorates after the manufacture of foodstuffs. The safety of raw materials and finished products during storage is the most important task of global importance, according to WHO, in 2020 year. One of the important problems in the confectionery industry is to ensure long shelf life of confectionery products without reducing their taste properties, as exemplified by jelly marmalade. The task of preserving the freshness of the product is to preserve its consistency, taste, smell, appearance by retaining moisture and preventing damage by microorganisms. Freshness criterion for long shelf life is one of the main factors affecting the sales and competitiveness of sugary confectionery. The aspects of the influence of the properties of structure-forming agents (pectins, agars, modified starches) on the formation of a gelatinous consistency and storage of marmalade are considered. The physical and chemical indicators characterizing the process of moisture transfer in the body of the marmalade during storage are indicated. To assess the migration of moisture during storage, the graphical dependence of a_w on the mass fraction of moisture in the marmalade is used - the isotherm of moisture sorption. Analysis of the obtained data of desorption isotherms can serve as a useful tool that shows what proportion of moisture a product is capable of receiving or giving away without losing the properties that characterize the quality of a particular confectionery product. Modern methods are indicated in assessing the quality function of marmalade using a mathematical equation to predict its storage capacity. An integrated approach to ensure the safety of marmalade is considered, which allows predicting its shelf life

Keywords: confectionery, moisture transfer, mass fraction of moisture, water activity, microbiological indicators, sorption isotherm, marmalade, gelatinizing agents

Для цитирования

Казанцев Е.В., Кондратьев Н.Б., Осипов М.В., Руденко О.С. Влияние разных видов гидроколлоидов на структуру и сохранность сахаристых кондитерских изделий студнеобразной консистенции: обзор. // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 2. С. 107–115. doi:10.20914/2310-1202-2020-2-107-115

For citation

Kazantsev E.V., Kondratyev N.B., Osipov M.V., Rudenko O.S. Influence of different types of hydrocolloids on the structure and preservation of sugary confectionery with a jelly structure consistency: a Review. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 2. pp. 107–115. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-2-107-115

Введение

Одна из важнейших проблем в кондитерской отрасли – обеспечение длительных сроков хранения мармелада без изменения его вкусовых свойств. Сохранение свежести изделия – это сохранение его консистенции, вкуса, запаха, внешнего вида путем удержания влаги и предотвращения порчи микроорганизмами. Сохранение свежести при длительных сроках хранения представляет собой один из основных факторов, влияющих на объемы продаж и конкурентоспособность сахаристых кондитерских изделий [1, 2].

Мармелад – сахаристое кондитерское изделие студнеобразной консистенции, имеющее форму, получаемое увариванием железирующего фруктово-ягодного сырья и (или) раствора студнеобразователя с сахаром, с добавлением или без добавления патоки, пищевых добавок, ароматизаторов, с массовой долей фруктового и (или) овощного сырья для фруктового (овощного) мармелада не менее 30%, для желеино-фруктового (желеино-овощного) – не менее 15%, массовая доля влаги в котором составляет не более 33% от массы кондитерского изделия [3, 4].

В пищевой промышленности полисахариды гидроколлоидов используются в качестве загустителей и стабилизаторов консистенции, для формирования вязкости и пластичности структуры готового продукта. Вязкость, структура, стойкость дисперсных растворов гидроколлоидов зависит от вида, длины и гибкости молекулярных цепочек, концентрации полисахарида, температуры и времени застудневания, уровня pH среды, наличия и концентрации добавок. Для достижения необходимого уровня вязкости мармеладной массы и студнеобразной консистенции кондитерских изделий, концентрация большинства полисахаридов варьируется в пределах от 0,1 до 3,0%. При использовании тонкодисперсных порошков (размер частиц не более 100 мкм) геле- и студнеобразование протекает за 20–40 минут (для большинства полисахаридов). Скорость набухания частиц зависит от интенсивности перемешивания и температуры, в которой находится при этом система [5, 6].

В процессе производства желеино-мармелада применяют пектины, агары, агароиды, желатины, различные типы модифицированного крахмала, альгинаты, каррагенаны и другие полисахариды на их основе [7, 8].

Пектины относят к полисахаридам которые являются основными компонентами клеточных стенок высших растений; они особенно распространены во фруктах, ягодах, овощах.

Коммерческие пектины получают в основном из натурального сырья, являющегося побочным продуктом переработки в некоторых отраслях пищевой промышленности, таких как мякоть и яблочный жмых, кожура цитрусовых и мякоть сахарной свеклы, корзинок подсолнечника. Пектины являются наиболее сложным классом полисахаридов клеточной стенки растений. Они состоят из двух семейств ковалентно связанных полимеров, галактуронанов и рамногалактуронанов.

Наибольшей ценностью по своей студнеобразующей способности представляют пектиновые вещества яблок, цитрусовых (корочки апельсинов и лимонов), черной смородины, крыжовники, подсолнечника и свеклы. При правильном ведении технологических процессов они способны образовывать студни, обладающие необходимой прочностью. Менее ценные в этом отношении пектины рябины, айвы, абрикоса, персика, сливы, клюквы.

Студнеобразующая способность пектина зависит от степени этерификации остатков галактуронозой кислоты метоксильными группами OSn_3 . Наилучшей студнеобразующей способностью обладают высокополимеризованные пектины со степенью метоксилированности выше 50%. Прочные студни образует пектин, содержащий 9,5–11,0% метоксильных групп при pH среды равной 3,0 и содержании сахара белого 65% или его заменителей [9].

Образование студня – это процесс появления и постепенного упрочнения (структурирования) в застудневающей системе пространственной сетки цепочек молекул. Для застудневания растворов высокомолекулярных веществ характерно, что связи образуются не по концам отдельных молекул, как это происходит при коагуляции коллоидных частиц, а могут возникать между любыми участками гибких макромолекул, лишь бы на них имелись группы, способные взаимодействовать друг с другом.

Студнеобразование пектинов представляет собой достаточно сложный процесс, обусловленный несколькими видами межмолекулярных взаимодействий. В таких студнях зоны соединения молекул стабилизируются водородными связями, а также гидрофобными взаимодействиями между сложноэфирными метильными группами.

Особенно большую роль для образования студня из гидрофильных веществ, к которым относятся пектины, агар, агароид, желатин и другие, является водородная связь, возникающая между участками молекул, содержащих полярные группы ($-COOH$, $-OH$). Вокруг них

имеется значительное силовое поле, благодаря которому полярные группы связываются посредством вторичных валентностей.

Для кондитерской промышленности большой интерес представляют низкометилованные пектины, так как при изготовлении мармеладных студней можно значительно сократить расход сахара белого. Эти пектины получают ферментативным, кислотным и щелочным гидролизом пектинсодержащего сырья. Низкометилованные пектины с содержанием метилэфирных групп ОСН_3 , 3,5–6,0% способны образовывать прочные студни в присутствии солей поливалентных металлов (например, Ca , Al) с добавлением 35% сахара белого или его заменителя. Участки молекул пектиновых веществ содержащих карбоксильные группы могут связывать в два раза больше ионов Ca^{2+} , чем Mg^{2+} и образуют устойчивую структуру называемую моделью типа «решётка для яиц» [10].

Студнеобразующая способность агара и агароида в основном зависит от длины цепочек их молекул, что определяется молекулярной массой. Молекулярная масса агара достигает 25000, а агароида 500, агароид обладает более слабой студнеобразующей способностью, поэтому при дозировке в рецептуру его содержание в 3–3,5 раза больше, чем агара.

Способность агара и агароида к студнеобразованию зависит от их природы и условий приготовления студней, температуры, pH среды, ее состава. Наиболее важной характеристикой агаровых и агароидных студней, определяющей их физико-химические и структурно механические свойства, является величина заряда высокомолекулярного аниона, который обусловлен числом сульфитных групп в единице массы студнеобразователя и природой катиона. Вводя в молекулу агара или агароида тот или иной катион можно в заранее известном направлении изменять величину заряда высокомолекулярного аниона, а следовательно, и физико-химические свойства студнеобразователя [11].

В настоящее время в производстве пищевых продуктов, включая, кондитерские изделия студнеобразной консистенции активно используются природные полисахариды – модифицированные крахмалы.

Производители постоянно нуждаются в разработке новых подходов в решении задач повышения хранимостепособности и конкурентоспособности. Использование модифицированных крахмалов позволяет снижать себестоимость кондитерских изделий в процессе производства, благодаря устойчивости к высоким температурам, кислотности среды при термообработке, заданным

реологическим характеристикам и предотвращению процесса синерезиса в процессе хранения. Состав и свойства нативных крахмалов индивидуальны и зависят от содержания амилозы, амилопектина, поведения гранул в процессе растворения крахмала.

Указанные аспекты позволяют ставить новые задачи получения кондитерских изделий с заданными свойствами посредством комбинаторики структурообразователей с целью повышения сохранности готового продукта в процессе хранения. Так совместное присутствие модифицированного крахмала и пектина способствует замедлению процесса «старения» кондитерских изделий студнеобразной консистенции [12].

Модификации крахмалов получают физическими воздействиями при высоком давлении, температурами (100–120) °C, обработкой плазмой, применением осмоса и другими методами [13, 14].

Модифицированные крахмалы в качестве пищевых добавок используются в производстве мучных кондитерских изделий с фруктовыми начинками, десертов, восточных сладостей (рахат-лукум), пастилы, зефира, карамели, кремов, фруктовых полуфабрикатах и других. Большой популярностью у потребителей пользуются пряники с начинками на основе различных загустителей и гелеобразователей [15, 16].

При изготовлении фруктовых начинок применяются гидроколлоиды, обладающие свойствами загустителей, гелеобразователей, стабилизаторов. К гидроколлоидам относятся крахмал и пектины. Для придания заданных свойств фруктовым начинкам используют модифицированные крахмалы, полученные в результате различной химической обработки [17–20].

Такие модифицированные крахмалы используются во многих пищевых композициях для улучшения качественных характеристик и срока годности. Они содержат значительное количество гидроксильных групп, что позволяет связывать свободные молекулы воды в продукте. Благодаря наличию большого ассортимента гидроколлоидов стало возможным управление реологией фруктовых начинок, что и получило широкое применение в кондитерской отрасли.

Важнейшим свойством фруктовых начинок является их термостабильность или устойчивость к воздействию высоких температур без потери структурно-механических, реологических (прочность, растекаемость) и органолептических (цвет, внешний вид, вкус, аромат) характеристик. Для оценки данных свойств необходимы простые подходы, позволяющие сделать выводы о пригодности и стабильности фруктовых начинок на основе гидроколлоидов [21–23].

При хранении в условиях повышенной влажности воздуха кондитерские изделия студнеобразной консистенции (мармелад) становятся влажными, липкими, теряют товарный вид. При повышенной температуре пластовой мармелад теряет массу в результате вытекания сиропа [24–27].

Увлажнение происходит в изделиях, расфасованных в пакеты из полимерных материалов, так как влага, выделяющаяся из них, конденсируется на поверхности пакета и изделий и растворяет обсыпку. Поэтому мармелад в герметическую тару не упаковывают. Неполная герметизация, т. е. выстилка полимерной пленкой дна, боковых сторон и верха ящиков, замедляет обмен с окружающей средой и сохраняет качество изделий. В помещениях с относительной влажностью воздуха менее 30% мармелад засахаривается и теряет блеск.

При повышении влагосодержания в различных участках корпуса мармелада происходит активация микробиологической порчи (рост обсеменённости бактериями *Escherichia spp.*, *Salmonella spp.*, *Clostridium botulinum*, *Staphylococcus spp.*, и др., наличие токсинов). Для прогнозирования влагопереноса в мармеладе и предотвращения потери качества эффективен показатель активности воды a_w . Студнеобразная структура мармелада, полученная на основе студнеобразователя пектина с модифицированным крахмалом, характеризуется уникальным значением a_w .

Для оценки миграции влаги в процессе хранения используют графическую зависимость a_w от массовой доли влаги в мармеладе – изотерму сорбции влаги. Анализ полученных данных отчётливо показывает, какую долю влаги продукт способен принимать или отдавать без утраты качества.

Редуцирующие вещества также играют существенную роль в процессе хранения. Повышение их содержания выше принятых максимально допустимых значений в диапазоне 28–40% может вызвать увлажнение изделий вследствие их высокой гигроскопичности и, наоборот, снижение ведет к засахариванию [28–30].

Ряд недавних исследований дает возможность выяснить молекулярные механизмы для функций некоторых пищевых полисахаридов в крахмальных системах, где корреляция структура-функция почти не сообщается для полисахаридов.

С фундаментальной и прикладной точек зрения чрезвычайно важно понимать функции полисахаридов в пищевых системах на молекулярном уровне для контроля качества конечных продуктов и разработки новых продуктов с повышенной вкусовой привлекательностью.

В этом контексте такого рода исследования будут в значительной степени способствовать прогрессу в пищевой промышленности. Дальнейшие исследования должны собрать более глубокую информацию о взаимодействиях между компонентами крахмалов, включая модифицированных, и полисахаридами с использованием фракционированной амилазы и амилопектина с различными длинами звеньев цепи [31].

Наличие взаимодействия между различными крахмалами также наблюдается во время термического анализа, проводимого на дифференциальном сканирующем колориметре. Текстульные свойства были более подвержены влиянию турецкого бобового крахмала, когда смешивание производилось в равных пропорциях. В целом, смешивание крахмалов не оказывало отрицательного влияния на различные свойства. Основываясь на результатах исследований, можно рекомендовать, чтобы смешивание этих крахмалов позволило получить оптимальные характеристики для использования в детском питании, супах и пудингах [32].

Наличие водородной связи имеет большое значение в ряде молекул. Под данным явлением принято понимать притяжение, возникающее между сильно электроотрицательным атомом, несущим несвязанную электронную пару (например, фтор, кислород или азот), и атомом водорода, который сам связан с небольшим сильно электроотрицательным атомом. Пример такого типа связывания иллюстрируется взаимодействием молекул воды.

Водородная связь является очень важным аспектом исследования роли воды в пищевых продуктах. Для её качественной и количественной оценки применяется метод инфракрасной спектроскопии. Водородная связь влияет на жесткость связи других атомов, изменяя частоту их колебаний. Например, для водородной связи в спирте валентные колебания группы О–Н в димере с водородной связью наблюдаются в диапазоне $3500\text{--}2500\text{ см}^{-1}$, а не в обычном диапазоне $3700\text{--}3600\text{ см}^{-1}$.

Инфракрасная спектроскопия в средней области ($4000\text{--}400\text{ см}^{-1}$) предложена как экспресс метод количественного определения пектиновых уроновых кислот (глюкуроновая, галактуроновая, маннуриновая). Количество таких кислот отвечает за «степень этерификации» пектина (DE) и обуславливает структурно-механические свойства студней и готовых кондитерских изделий студнеобразной консистенции. При увеличении показателя DE пектина происходит увеличение прочности структуры желеинового мармелада.

Площади пиков сложноэфирных карбоновых групп ($\text{C}=\text{O}$) повышались при увеличении DE пектинов, тогда как интенсивность карбоксилатной полосы (COO^-) уменьшалась. Так для пектина с DE 28,5% интенсивность пика при $1745\text{--}1760\text{ см}^{-1}$ была минимальна по сравнению с пектином с DE 94,0%. Такие спектры пектинов характеризуются сильными полосами поглощения сложноэфирных карбоновых групп атомов $\text{C}=\text{O}$ в области $1745\text{--}1760\text{ см}^{-1}$ и полосами карбоксилат иона (COO^-) при $1640\text{--}1620\text{ см}^{-1}$ [33, 34].

Мармелад и пастильные кондитерские изделия при хранении подвержены, преимущественно, физическим изменениям, таким как черствение или увлажнение. Срок годности в соответствии с ГОСТ 6442–2014 устанавливает изготовитель. Однако, ранее срок хранения в зависимости от вида мармелада и упаковки устанавливался от 15 суток для весового и фасованного в коробки мармелада, до 3 месяцев для мармелада фруктово-ягодного пластового и желевого формового и резного на агаре и пектине.

Хранят мармелад при температуре не выше $18\text{ }^{\circ}\text{C}$, без резких колебаний и относительной влажности воздуха не более 75–80%, в чистых и проветриваемых помещениях [33, 34]. Срок годности изделий зависит от различных факторов, в том числе от десорбционной способности, химического состава используемого сырья, технологических параметров производства, вида и толщины упаковки, условий хранения. Срок годности изделий зависит от их биохимического состава, количества применяемых структурообразователей, влажности, консервантов, степени первоначальной обсемененности, а также условий хранения [37–39].

Тщательное изучение компонентов пищевого продукта и технологического процесса, учёт сложности пищевых систем дают возможность оценить характер основных процессов, оказывающих влияние на скорость ухудшения качества продукта. Изменение качества пищевого продукта может быть выражено через снижение одного или нескольких поддающихся количественному определению показателей (химических, физических, микробиологических или органолептических) [38]. Данные показатели должны соответствовать адекватной оценке снижения качества мармелада. Уравнение в общем виде описывающее изменение фактора качества A , имеет следующий вид:

$$f_q(A) = k(C_i, E_j) \times t \quad (1)$$

где f_q – функция качества мармелада; k – константа скорости реакции; C_i – композиционный фактор

(a_w или количество плесеней на поверхности мармелада); E_j – фактор среды (относительная влажность воздуха, парциальное давление воздуха или деформация мармелада).

Вид функции качества мармелада для порядка реакции (0, 1, 2 и n -го) неодинаков.

Величина индекса качества At_s соответствующая границе приемлемости мармелада, выражается через величину $f_q(A_t)$. Срок, за который функция качества достигнет этой величины при определённых условиях или максимальное время хранения (t_s) мармелада имеет обратно пропорциональную зависимость относительно константы скорости реакции, полученной для данных условий.

Уравнения для прогнозирования хранимостепособности мармелада, как правило, включают параметр температуры и являются специфическими для каждой произведённой партии продукции.

Из многих предложенных моделей уравнений, описывающих изменение функции качества от температуры, целесообразно использовать уравнение Аррениуса. Такой графический способ понимания сроков хранения наиболее доступен для восприятия специалистов и позволяет точно анализировать максимальный срок годности исследуемого продукта. Также уравнение Аррениуса приемлемо для создания прогноза микробиологической порчи мармелада. Другие подходы для оценки сохранности кондитерских изделий формализованные в виде линейных, гиперболических, степенных, регрессионных функций константы скорости реакций при заданных температурах способны дополнять данные полученные на основе уравнения Аррениуса [41, 42].

С целью сокращения времени необходимого для понимания хранимостепособности мармелада и его нижнего порога по органолептическим и физико-химическим показателям для потребителей применяют экспресс методы оценки срока годности. Для этого продукт подвергают хранению в различных диапазонах повышенных температур (не более $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ от нормы хранения при нормальных условиях) и графически обрабатывают результаты исследований, используя математическую обработку уравнением Аррениуса. Далее полученные кинетические зависимости методом экстраполяции переносят на полные (часто продолжительные) сроки хранения. Такой подход значительно экономит время и другие ресурсы исследовательских центров и производителей кондитерских изделий.

Заключение

Закономерности изменения органолептических и физико-химических показателей, выявленные при хранении изделий студнеобразной консистенции, позволяют разработать комплекс мероприятий для воздействия на определенные стадии технологических процессов, разработать дополнительные требования к качеству

сырья, изменить числовые значения показателей влагопереноса, температурные диапазоны, что повысит их хранимостпособность, увеличит срок годности и в результате, конкурентоспособность. Поэтому разработка методологии комплексной оценки сохранности сахаристых кондитерских изделий студнеобразной консистенции является актуальной задачей.

Литература

- 1 Бутин С.А., Скобельская З.Г. Современная технология хранения жевательного мармелада // Пищевые ингредиенты, сырье и добавки. 2015. № 2. С. 26–29.
- 2 Тамова М.Ю., Барашкина Е.В., Касьянов Г.И. Влияние некоторых факторов на явление синерезиса в гелях каррагинана // Известия вузов. Пищевая технология. 2002. № 5–6. С. 41–42.
- 3 ГОСТ Р 53041–2008. Изделия кондитерские и полуфабрикаты кондитерского производства. Термины и определения. М.: Стандартинформ, 2009. 11 с.
- 4 ГОСТ 6442–2014 Мармелад. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2015. 7 с.
- 5 Птичкин И.И., Птичкина Н.М. Пищевые полисахариды. Структурные уровни и функциональность. Саратов: Саратовский ГАУ, 2009. 152 с.
- 6 Нечаев А.П., Кочеткова А.А., Зайцев А.Н. Пищевые добавки. Москва: Колос, 2001. 355 с.
- 7 Пат. № 2067839, RU, A23L1/06. Способ производства желеиног резного мармелада на пектине / Ананьева Т.В., Аксенова Л.М., Горячева Г.Н., Савенкова Т.В. и др., заявитель и патентообладатель АОО «Ударница». № 2533582; Заявл. 1995.08.08; Оpubл. 1996.10.20.
- 8 Шепелев А.Ф., Печенежская И.А. Товароведение и экспертиза вкусовых и кондитерских товаров. Ростов.: Феникс, 2002. 544 с.
- 9 Зубченко А.В. Физико-химические основы технологии кондитерских изделий. Воронеж.: Гос. технол. академия, 1997. 416 с.
- 10 Донченко Л.В., Фирсов Г.Г. Пектин: основные свойства, производство и применение. Москва.: ДеЛи принт, 2007. 276 с.
- 11 Казанцев Е.В. Влияние свойств структурообразователей на прочность кондитерских масс // Материалы докладов XV Международной научно-практической конференции «Пища. Экология. Качество». Новосибирск: 2018, С. 252–256.
- 12 BeMiller J. Pasting, paste, and gel properties of starch-hydrocolloid combinations // Carbohydrate Polymers. 2011. V. 86. № 2. P. 386–423.
- 13 Neelam K., Vijay S., Singh L. Various techniques for the modification of starch and the applications of its derivatives // International research journ. of pharm. 2012. V. 3. № 5. P. 25–31.
- 14 Abbas K., Sahar K., Anis S. Modified Starches and Their Usages in Selected Food Products: A Review Study // Journ. of Agricult. Scien. 2010. V. 2. № 2. P. 90–97.
- 15 Labuza T. The effect of water activity on reaction kinetics of food deterioration // Food Techn. 1980. № 4. P. 36–41.
- 16 Кузнецова Л.С., Сиданова М.Ю. Технология приготовления мучных кондитерских изделий. Москва: Мастерство, 2002. 320 с.
- 17 Оболкіна В., Крапивницька І., Кияниця С., Залевська Н. и др. Перспективи використання овочевих пектиновмісних паст у виробництві кондитерських виробів // Хлібопек. і кондит. пром. України. 2009. Т. 6. № 55. С. 48–50.
- 18 Кирпиченкова О., Оболкіна В., Крапивницька І. Пектин з морквяного пюре: як позначаться його вміст на якості сирцевих пряників // Прод. індустр. АПК. 2011. № 2. С. 33–35.
- 19 Sitnikova P., Tvorogova A. Physical changes in the structure of ice cream and frozen fruit desserts during storage // Food syst. 2019. V. 2. № 2. P. 31–35.
- 20 Eveleva V., Cherpilova T. Innovative decisions to improve food quality and safety // Food syst. 2019. V. 2. № 4. P. 14–17.
- 21 Пат. № 55257, UA, A23G 3/00 Спосіб приготування сирцевих пряників / Оболкіна В.І., Кирпиченкова О.М., Крапивницька І.О., заявитель и патентообладатель Україна, МПК. Заявл. 26.05.2010; Оpubл. 10.12.2010. Бюл. № 23.
- 22 Mortensen A., Aguilar F., Crebelli R., Domenico A. et al. Re-evaluation of oxidized starch (E 1404), monostarch phosphate (E 1410), distarch phosphate (E 1412), hydroxypropyl distarch phosphate (E 1442), starch sodium octenyl succinate (E 1450), acetylated oxidized starch (E 1451) and starch aluminium octenyl succinate (E 1452) as food additives // European food safety authority journal. 2017. V. 3. № 5. P. 25–31.
- 23 Saha D., Bhattacharya S. Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: a critical review // Journal of food scien. and technol. 2010. V. 47. № 6. P. 587–97.
- 24 Кондитерские товары. URL: <http://www.comodity.ru/>
- 25 Иванова Г.В., Никулина Е.О. Совершенствовать технологии производства мармеладов // Кондит. произв. 2010. № 1. С. 11–12.
- 26 Красина И.Б., Хаустова А.А. Йодированный мармелад // Кондит. произв. 2008. № 1. С. 16.
- 27 Стеле Р., Широкова В., Базарнова Ю.Г. Срок годности пищевых продуктов. Расчет и испытание. СПб.: Профессия, 2008. 480 с.
- 28 Магомедов Г.О., Лобосова Л.А., Арсанукаев И.Х., Боброва О.С. Желейный мармелад на основе свежих ягод и фруктов // Вестник воронежской госуниверсит. технол. акад. 2008. № 3(37). С. 50–54.

29 Пат. № 2341107, RU. Способ производства желеиногo мармелада / Магомедов Г.А., Арсанукаев И.Х., Брылева С.Д., Костенькова Е.А., заявитель и патентообладатель ГОУВПО Воронежская гос. техн. академия. № 2341107; Заявл. 2007.06.21; Оpubл. 2008.12.20.

30 Магомедов Г.О., Арсанукаев И.Х., Журавлев А.А. Олейникова А.Я. и др. Моделирование и оптимизация структурно-механических свойств мармелада // Хранение и переработка сельхозсырья. 2009. № 12. С. 35–38.

31 Funami T. Functions of Food Polysaccharides to Control the Gelatinization and Retrogradation Behaviors of Starch in an Aqueous System in Relation to the Macromolecular Characteristics of Food Polysaccharides // Food Sci. Technol. Res. 2009. V. 15. № 6. P. 557–568.

32 Hussain S., Mohammed S., Abdellatif A. Rheological, Thermal and Textural Properties of Starch Blends Prepared from Wheat and Turkish Bean Starches // Food Sci. Technol. Res. 2013. V. 19. № 6. P. 1141–1147.

33 Rangelova N., Alexandrov L., Nenкова L. Synthesis and characterization of pectin/SiO₂ hybrid materials // Journ. of Sol-Gel Scien. and Techn. 2018. V. 85. № 2. P. 330–339.

34 Пат. № 2492468, RU. Способ определения массовой доли пектинов в мармеладе / Казанцев Е.В., Кондратьев Н.Б., Руденко О.С., Керби О.А., Аксенова Л.М., заявитель и патентообладатель РАСХН ГНУ НИИКП. № 2492468; Заявл. 12.06.19 2013; Оpubл. 2013.09.10.

35 Горячева Г.Н., Савенкова Т.В. и др. Мармелад на основе сухих полуфабрикатов // Конд. произв. 2009. № 1. С. 14–15.

36 Драгилев А.И. Производство мармелада «Апельсиновые и лимонные дольки» в кондитерском цехе хлебокомбината // Кондит. и хлебопек. произв. 2011. № 3. С. 14–16.

37 Бойцова Т.М., Григоренко Е.И. Альгинат натрия в технологии мармеладов // Труды Дальрыбвтуза «Технология пищевых продуктов. Технологическое оборудование отрасли». Владивосток, 2018, С. 66–68.

38 Карнаушенко Л.И., Салавелис Д.А., Павловский С.Н. Использование нетрадиционных пищевых добавок при производстве желеиногo кондитерских изделий // Пищевые ингредиенты, сырье и добавки. 1999. № 1. С. 26–27.

39 Bohacenko I., Pinkrova J., Erban V., Paprstein F. Water activity as microbial contamination indicator for storage of damson-cheeses and dried fruits from selected cultivars of plums and semi-plums // Inovace pestovani ovocnychplodin. 2007. V. 4. P. 177–183.

40 Валентас Д.К., Ротитейн Э.О., Сингх П.Р. Пищевая инженерия: Справочник с примерами расчетов. СПб.: Профессия, 2004. 848 с.

41 Buedo A., Elustondo M., Urbicain M. Non-enzymaticbrowning of peach juice concentrate duringstorage // Innov. Food Sci. and Emerg. Technol. 2001. V. 1. P. 255–260.

42 Giannakourou M., Taoukis P. Kinetic modeling of Vitamin C loss in frozen green vegetables under variable storage conditions // Food Chem. 2003. V. 83. № 1. P. 33–41.

References

1 Butin S.A., Skobelskaya Z.G. Modern technology for storing gummiesю Food ingredients, raw materials and additives. 2015. no. 2. pp. 26–29. (in Russian).

2 Tamova M.Yu., Barashkina E.V., Kas'yanov G.I. The influence of some factors on the phenomenon of syneresis in carrageenan gels. Izvestiya vuzov. Food technology. 2002. no. 5-6. pp. 41–42. (in Russian).

3 GOST R 53041-2008. Confectionery products and semi-finished confectionery products. Terms and Definitions. Moscow, Standartinform, 2009. 11 p. (in Russian).

4 GOST 6442–2014. Fruit jelly. General technical conditions. Moscow, Standartinform, 2015. 7 p. (in Russian).

5 Ptichkin I.I., Ptichkina N.M. Food polysaccharides. Structural levels and functionality. Saratov, Saratov GAU, 2009. 152 p. (in Russian).

6 Nechaev A.P., Kochetkova A.A., Zaitsev A.N. Nutritional supplements. Moscow, Kolos, 2001. 355 p. (in Russian).

7 Ananyeva T.V., Aksенова Л.М., Goryacheva G.N., Savenkova T.V. Method for the production of jelly carved marmalade on pectin. Patent RF, no. 2067839, 1996.

8 Shepelev A.F., Pechenezhskaya I.A. Commodity research and expertise of gustatory and confectionery products. Rostov, Feniks, 2002. 544 p. (in Russian).

9 Zubchenko A.V. Physical and chemical foundations of confectionery technology. Voronezh, State. technol. Academy, 1997. 416 p. (in Russian).

10 Donchenko L.V., Firsov G.G. Pectin: basic properties, production and application. Moscow, DeLi print, 2007. 276 p. (in Russian).

11 Kazantsev E.V. Influence of the properties of structure-forming agents on the strength of confectionery masses. Materials of reports of the XV International scientific-practical conference “Food. Ecology. Quality”. Novosibirsk, 2018. pp. 252–256. (in Russian).

12 BeMiller J. Pasting, paste, and gel properties of starch-hydrocolloid combinations. Carbohydrate Polymers. 2011. vol. 86. no. 2. pp. 386–423.

13 Neelam K., Vijay S., Singh L. Various techniques for the modification of starch and the applications of its derivatives. International research journ. of pharm. 2012. vol. 3. no. 5. pp. 25–31.

14 Abbas K., Sahar K., Anis S. Modified Starches and Their Usages in Selected Food Products: A Review Study. Journ. of Agricult. Scien. 2010. vol. 2. no. 2. pp. 90–97.

15 Labuza T. The effect of water activity on reaction kinetics of food deterioration. Food Techn. 1980. no. 4. pp. 36–41.

16 Kuznetsova LS, Sidanova M.Yu. Technology of preparation of flour confectionery. Moscow, Masterstvo, 2002. 320 p. (in Russian).

17 Obolkina V., Krapivnytska I., Kiyanytsya S., Zalevska N., etc. Prospects for the use of vegetable pectin-containing pastes in the production of confectionery. Hlibopek. and conditis. prom. Of Ukraine. 2009. vol. 6. no. 55. pp. 48–50. (in Ukrainian).

- 18 Kirpichenkova O., Obolkina V., Krapivnytska I. Pectin from carrot puree: how does its content affect the quality of raw gingerbread. *Prod. industry APK*. 2011. no. 2. pp. 33–35. (in Ukrainian).
- 19 Sitnikova P., Tvorogova A. Physical changes in the structure of ice cream and frozen fruit desserts during storage. *Food syst.* 2019. vol. 2. no. 2. pp. 31–35.
- 20 Eveleva V., Cherpalova T. Innovative decisions to improve food quality and safety. *Food syst.* 2019. vol. 2. no. 4. pp. 14–17.
- 21 Obolkina V.I., Kirpichenkova O.M., Krapivnytska I.O. Method of preparation of raw gingerbreads. Patent UA, no. 55257, 2010.
- 22 Mortensen A., Aguilar F., Crebelli R., Domenico A. et al. Re-evaluation of oxidized starch (E 1404), monostarch phosphate (E 1410), distarch phosphate (E 1412), hydroxypropyl distarch phosphate (E 1442), starch sodium octenyl succinate (E 1450), acetylated oxidized starch (E 1451) and starch aluminium octenyl succinate (E 1452) as food additives. *European food safety authority journal*. 2017. vol. 3. no. 5. pp. 25–31.
- 23 Saha D., Bhattacharya S. Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: a critical review. *Journal of food scien. and technol.* 2010. vol. 47. no. 6. pp. 587–97
- 24 Confectionery products. Available at: <http://www.comodity.ru/> (in Russian).
- 25 Ivanova G.V., Nikulina E.O. To improve the technology of marmalade production. *Condit. manuf.* 2010. no. 1. pp. 11–12. (in Russian).
- 26 Krasina I.B., Khaustova A.A. Iodized marmalade. *Condit. manuf.* 2008. no. 1. pp. 16. (in Russian).
- 27 Stele R., Shirokova V., Bazarnova Yu.G. Shelf life of food products. Calculation and testing. Saint Petersburg, Professiya, 2008. 480 p. (in Russian).
- 28 Magomedov G.O., Lobosova L.A., Arsanukaev I.Kh., Bobrova O.S. Jelly marmalade based on fresh berries and fruits. *Bulletin of the Voronezh State. technologist. acad.* 2008. no. 3 (37). pp. 50–54. (in Russian).
- 29 Magomedov G.A., Arsanukaev I.Kh., Bryleva S.D., Kostenkova E.A. Method for the production of jelly marmalade. Patent RF, no. 2341107, 2008.
- 30 Magomedov G.O., Arsanukaev I.Kh., Zhuravlev A.A. Oleinikova A.Ya. et al. Modeling and optimization of structural and mechanical properties of marmalade. Storage and processing of agricultural raw materials. 2009. no. 12. pp. 35–38. (in Russian).
- 31 Funami T. Functions of Food Polysaccharides to Control the Gelatinization and Retrogradation Behaviors of Starch in an Aqueous System in Relation to the Macromolecular Characteristics of Food Polysaccharides. *Food Sci. Technol. Res.* 2009. vol. 15. no. 6. pp. 557–568.
- 32 Hussain S., Mohammed S., Abdellatif A. Rheological, Thermal and Textural Properties of Starch Blends Prepared from Wheat and Turkish Bean Starches. *Food Sci. Technol. Res.* 2013. vol. 19. no. 6. pp. 1141–1147.
- 33 Rangelova N., Alexandrov L., Nenkov L. Synthesis and characterization of pectin/SiO₂ hybrid materials. *Journ. of Sol-Gel Scien. and Techn.* 2018. vol. 85. no. 2. pp. 330–339.
- 34 Kazantsev E.V., Kondratyev N.B., Rudenko O.S., Kerby O.A., Aksenova L.M. Method for determining the mass fraction of pectins in marmalade. Patent RF, no. 2492468, 2013.
- 35 Goryacheva G.N., Savenkova T.V. et al. Fruit jelly based on dry semi-finished products. *Cond. manuf.* 2009. no. 1. pp. 14–15. (in Russian).
- 36 Dragilev A.I. Production of fruit jelly “Orange and lemon slices” in the confectionery shop of the bakery. *Condit. and a baker. manuf.* 2011. no. 3. pp. 14–16. (in Russian).
- 37 Boytsova T.M., Grigorenko E.I. Sodium alginate in the technology of marmalades. *Proceedings of the Dalrybvtuz “Technology of food products. Technological equipment of the industry”*. Vladivostok, 2018, pp. 66–68. (in Russian).
- 38 Karnausenko L.I., Salavels D.A., Pavlovsky S.N. The use of non-traditional food additives in the production of jelly confectionery products. *Food ingredients, raw materials and additives*. 1999. no. 1. pp. 26–27. (in Russian).
- 39 Bohacenko I., Pinkrova J., Erban V., Papstein F. Water activity as microbial contamination indicator for storage of damson-cheeses and dried fruits from selected cultivars of plums and semi-plums. *Inovace pestovani ovocnychplodin*. 2007. vol. 4. pp. 177–183.
- 40 Valentas D.K., Rotitane E.O., Singh P.R. *Food Engineering: A Handbook With Calculation Examples*. Saint Petersburg, Professiya, 2004. 848 p. (in Russian).
- 41 Buedo A., Elustondo M., Urbicain M. Non-enzymaticbrowning of peach juice concentrate duringstorage. *Innov. Food Sci. and Emerg. Technol.* 2001. vol. 1. pp. 255–260.
- 42 Giannakourou M., Taoukis P. Kinetic modeling of Vitamin C loss in frozen green vegetables under variable storage conditions. *Food Chem.* 2003. vol. 83. no. 1. pp. 33–41.

Сведения об авторах

Егор В. Казанцев научный сотрудник, отдел современных методов оценки качества кондитерских изделий, ВНИИ кондитерской промышленности, филиал «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, ул. Электрозаводская, 20, стр. 3, г. Москва, 107023, Россия, ekazantsev@mail.ru

Николай Б. Кондратьев д.т.н., главный научный сотрудник, отдел современных методов оценки качества кондитерских изделий, ВНИИ кондитерской промышленности, филиал «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, ул. Электрозаводская, 20, стр. 3, г. Москва, 107023, Россия, conditerpromnbk@mail.ru

Information about authors

Egor V. Kazantsev researcher, department of modern methods for assessing the quality of confectionary, All-Russian Scientific Institute of Confectionery Industry - Branch of V.M. Gorbato Federal Research Center for Food Systems of RAS), Electroavodskaya str., 20, bld.3., Moscow, 107023, Russia, ekazantsev@mail.ru

Nikolai B. Kondratyev Dr. Sci. (Engin.), chief resercher, department of modern methods for assessing the quality of confectionary, All-Russian Scientific Institute of Confectionery Industry - Branch of V.M. Gorbato Federal Research Center for Food Systems of RAS), Electroavodskaya str., 20, bld.3., Moscow, 107023, Russia, conditerpromnbk@mail.ru

Максим В. Осипов к.т.н., ведущий научный сотрудник, отдел современных методов оценки качества кондитерских изделий, ВНИИ кондитерской промышленности, филиал «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, ул. Электрозаводская, 20, стр. 3, г. Москва, 107023, Россия, maxvosipov@ya.ru

Оксана С. Руденко к.т.н., ведущий научный сотрудник, отдел современных методов оценки качества кондитерских изделий, ВНИИ кондитерской промышленности, филиал «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, ул. Электрозаводская, 20, стр. 3, г. Москва, 107023, Россия, oxana0910@mail.ru

Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Maxim V.Osipov Cand. Sci. (Engin.), leading researcher, department of modern methods for assessing the quality of confectionary, All-Russian Scientific Institute of Confectionery Industry - Branch of V.M. Gorbatoov Federal Research Center for Food Systems of RAS), Electroavodskaya str., 20, bld.3., Moscow, 107023, Russia , maxvosipov@ya.ru

Oksana S. Rudenko Cand. Sci. (Engin.), leading researcher, department of modern methods for assessing the quality of confectionary, All-Russian Scientific Institute of Confectionery Industry - Branch of V.M. Gorbatoov Federal Research Center for Food Systems of RAS), Electroavodskaya str., 20, bld.3., Moscow, 107023, Russia, oxana0910@mail.ru

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 15/05/2020	После редакции 24/05/2020	Принята в печать 01/06/2020
Received 15/05/2020	Accepted in revised 24/05/2020	Accepted 01/06/2020