






Управление процессами влагопереноса при хранении кондитерских изделий студнеобразной консистенции






Егор В. Казанцев	¹	ekazantsev@mail.ru	 0000-0001-8923-0029
Николай Б. Кондратьев	¹	conditerpromnbk@mail.ru	 0000-0003-3322-9621
Максим В. Осипов	¹	maxvosipov@ya.ru	 0000-0002-8981-5606
Оксана С. Руденко	¹	oxana0910@mail.ru	 0000-0003-2436-4100
Наталия В. Линовская	¹	choclab@mail.ru	 0000-0002-9238-8991

¹ ВНИИКИП – филиал «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, ул. Электрозаводская, 20, стр. 3, Москва, 107023, Россия

Аннотация. Кондитерские изделия студнеобразной консистенции при хранении подвержены, преимущественно, физическим изменениям, таким как черствение или увлажнение, однако, есть отдельные случаи их «плесневения» или брожения, причиной которых являются процессы влагопереноса, а движущей силой – градиент активности воды. Скорость перехода воды из одной фазы в другую зависит от разности равновесной и рабочей концентраций, физических свойств системы и «гидродинамической обстановки» процесса. Связь между факторами устанавливается при помощи уравнений диффузной кинетики. Исследовано влияние различных факторов на процессы влагопереноса кондитерских изделий студнеобразной консистенции на примере желеино-фруктового мармелада. Показано, что увеличение температуры хранения на 10 °C приводит к увеличению скорости влагопереноса желеино-фруктового мармелада, изготовленного без использования модифицированного крахмала, в 2,2 раза. Использование 2 % различных видов модифицированного крахмала позволяет уменьшить скорость влагопереноса желеино-фруктового мармелада в 1,3–1,7 раза. Использование модифицированного крахмала Е1412 позволяет уменьшить скорость влагопереноса в 1,7 раза по сравнению с контрольным образцом мармелада без добавления модифицированного крахмала. Использование модифицированного крахмала Е1401 при изготовлении желеино-фруктового мармелада прогнозирует повышение сохранности изделий (отсутствие «корочки» при хранении). Для прогнозирования потерь влаги при хранении кондитерских изделий студнеобразной консистенции предложено использовать коэффициент молекулярной диффузии, который позволяет обосновать вид структурообразователя, толщину используемой упаковки и температуру хранения изделий с заданным сроком годности. Коэффициент молекулярной диффузии желеино-фруктового мармелада находится в диапазоне значений от $0,56 \times 10^{-13} \text{ м}^2/\text{с}$ до $2,04 \times 10^{-13} \text{ м}^2/\text{с}$. Максимальный коэффициент соответствует наибольшей скорости процессов влагопереноса.

Ключевые слова: желеино-фруктовый мармелад, модифицированный крахмал, скорость влагопереноса, коэффициент диффузии, хранение

Management of moisture transfer processes during the storage of confectionery with a jelly-like consistency

Egor V. Kazantsev	¹	ekazantsev@mail.ru	 0000-0001-8923-0029
Nikolai B. Kondratyev	¹	conditerpromnbk@mail.ru	 0000-0003-3322-9621
Maksim V. Osipov	¹	maxvosipov@ya.ru	 0000-0002-8981-5606
Oxana S. Rudenko	¹	oxana0910@mail.ru	 0000-0003-2436-4100
Natalia V. Linovskaya	¹	choclab@mail.ru	 0000-0002-9238-8991

¹ All-Russian Scientific Institute of Confectionery Industry, Electrozavodskaya str., 20, bld.3., Moscow, 107023, Russia

Abstract. During storage, confectionery products of a gelatinous consistency are subject mainly to physical changes, such as staleness or moisture, however, there are some cases of their "mold" or fermentation, which are caused by moisture transfer processes, and the driving force is the gradient of water activity. The rate of transition of water from one phase to another depends on the difference between the equilibrium and working concentrations, the physical properties of the system and the "hydrodynamic setting" of the process. The relationship between the factors is established using the equations of diffuse kinetics. The influence of various factors on the processes of moisture transfer of confectionery products of a jelly-like consistency was investigated using the example of jelly-fruit marmalade. It is shown that an increase in storage temperature by 10 °C leads to an increase in the rate of moisture transfer of jelly-fruit marmalade, made without the use of modified starch, by a factor of 2.2. The use of 2% different types of modified starch allows to reduce the rate of moisture transfer of jelly-fruit marmalade by 1.3–1.7 times. The use of modified starch E1412 reduces the rate of moisture transfer by 1.7 times as compared to the control sample of marmalade without the addition of modified starch. The use of modified starch E1401 in the manufacture of jelly marmalade predicts an increase in the preservation of products (no "crust" during storage). To predict moisture loss during storage of confectionery products of a gelatinous consistency, it is proposed to use the molecular diffusion coefficient, which allows to substantiate the type of structurant, the thickness of the packaging used and the storage temperature of products with a given shelf life. The molecular diffusion coefficient of jelly-fruit marmalade ranges from $0.56 \times 10^{-13} \text{ m}^2/\text{s}$ to $2.04 \times 10^{-13} \text{ m}^2/\text{s}$. The maximum coefficient corresponds to the highest rate of moisture transfer processes.

Keywords: jelly-fruit marmalade, modified starch, moisture transfer rate, diffusion coefficient, storage

Для цитирования

Казанцев Е.В., Кондратьев Н.Б., Осипов М.В., Руденко О.С., Линовская Н.В. Управление процессами влагопереноса при хранении кондитерских изделий студнеобразной консистенции // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 4. С. 47–53. doi:10.20914/2310-1202-2020-4-47-53

For citation

Kazantsev E.V., Kondratyev N.B., Osipov M.V., Rudenko O.S. Linovskaya N.V. Management of moisture transfer processes during the storage of confectionery with a jelly-like consistency. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 4. pp. 47–53. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-4-47-53

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

Кондитерские изделия студнеобразной консистенции при хранении подвержены, преимущественно, физическим изменениям, таким как черствение или увлажнение, однако, есть отдельные случаи их «плесневения» или брожения, причиной которых являются процессы влагопереноса, а движущей силой – градиент активности воды [2–4].

Скорость перехода воды из одной фазы в другую зависит от разности равновесной и рабочей концентраций, физических свойств системы и «гидродинамической обстановки» процесса. Связь между факторами устанавливается при помощи уравнений диффузионной кинетики.

Важнейшей характеристикой упаковочных материалов является их паропроницаемость. Коэффициент паропроницаемости по своей сути является индикатором барьерных характеристик полимерной упаковки по отношению к парам воды, который для полипропиленовой пленки составляет $340 \text{ см}^3 \cdot \text{см} / \text{м}^3 \cdot \text{сут} \cdot \text{атм}$ [5, 6].

В соответствии с первым законом Фика скорость молекулярной диффузии пропорциональна градиенту концентраций:

$$F = -D \frac{dc}{dx} \approx \frac{c^2 - c^1}{l}, \quad (1)$$

где F – скорость потока (расход) проникающего вещества.

Скорость влагопереноса F определяется количеством влаги q , перемещаемой через единицу поверхности A за время t , т. е. $F = q/At$. Скорость влагопереноса может быть определена и как отношение количества вещества dQ , продиффундировавшего через единицу поверхности в единицу времени и зависит от градиента концентраций dc/dx [1]:

$$F = \frac{dQ}{Ad\tau}, \quad (2)$$

где A – площадь поверхности, нормальной к направлению диффузии.

Преобразуя уравнения 1 и 2, получим:

$$\frac{dQ}{Ad\tau} = -D \frac{c_2 - c_1}{l}, \quad (3)$$

Из зависимости (3) получаем формулу расчета коэффициента молекулярной диффузии:

$$D \approx - \frac{\Delta Q \times l}{A \times \Delta \tau \times (c_2 - c_1)}, \quad (4)$$

Важнейшим фактором управления такими процессами является использованная упаковка.

Правильное обоснование вида использованного полимера и толщины пленки позволяет минимизировать скорость процессов влагопереноса и обеспечить стабильность качественных характеристик кондитерских изделий в процессе их хранения.

При высвобождении капиллярно-связанной влаги в результате деградации крахмала, на поверхности изделий формируются благоприятные условия для развития микроорганизмов. При дальнейшем хранении таких изделий свободная влага мигрирует через упаковку в окружающую среду, а изделия быстро черствеют.

С целью увеличения срока годности, уменьшения скорости процессов влагопереноса в кондитерских изделиях используют различные влагоудерживающие добавки. Важнейшими сырьевыми компонентом, позволяющими управлять соотношением связанной и свободной воды в изделиях, являются различные наименования модифицированного крахмала. Такие виды крахмала различаются внутренним химическим строением, которое формирует физико-химические свойства кондитерских изделий и их срок годности.

Для сравнения влагоудерживающей способности, влияющей на риск микробиологической порчи (плесневение), проведены исследования процессов влагопереноса желеино-фруктового мармелада, изготовленных с использованием различных наименований модифицированного крахмала.

В работе представлены результаты исследования влияния различных видов модифицированного крахмала на свойства желеино-фруктового мармелада при различной температуре хранения. Поскольку изменение качества кондитерских изделий студнеобразной консистенции при хранении обусловлены процессами миграции влаги, то закономерности протекания таких процессов могут быть использованы для прогнозирования и увеличения срока годности этих изделий.

Материалы и методы

Объектами исследования являлись изготовленные упакованные в полипропиленовую плёнку с толщиной 40 мкм образцы желеино-фруктового мармелада с массовой долей влаги 22,0–22,5% с содержанием яблочного пюре 15% без внесения модифицированного крахмала и с добавлением 2% модифицированного крахмала с этерифицированными фосфатными группами E1412, с ацетильными группами E1422, с комбинацией фосфатных и гидроксипропильных групп E1442 и обработанный соляной, серной ортофосфорной, кислотами E1401.

Образцы мармелада хранили в контролируемых условиях при температуре 18 °С и 28 °С при относительной влажности окружающего воздуха 40% в климатической камере «Climacell 404» (Чехия).

Органолептические показатели исследованы в соответствии с ГОСТ 6442–2014 «Мармелад. Общие технические условия».

Массовая доля влаги измерена по ГОСТ 5900 – 2014 «Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли влаги и сухих веществ» с использованием сушильного лабораторного шкафа Sanyo Mir 262 (Япония).

Активность воды определена по ГОСТ Р ИСО 21807–2015 «Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Определение активности воды» (AquaLab 3ТЕ, США).

Реологические показатели мармелада измерены на Структурометре СТ-2 (Россия).

Результаты и обсуждение

Изготовленные образцы соответствовали требованиям ГОСТ 6442–2014 «Мармелад. Общие технические условия» (таблица 1).

Таблица 1.

Физико-химические показатели желеино-фруктового мармелада

Table 1.

Physicochemical indicators of jelly-fruit marmalade

Определяемые показатели Defined indicators	Результаты, % Results, %	ГОСТ 6442–2014, %	Методы Methods
Массовая доля влаги, % Moisture content, %	22,0–22,5	15–22	ГОСТ 5900–2014
Массовая доля редуцирующих веществ, % Reducing substances, %	11–13	–	ГОСТ 5903–89
Прочность, г/см ² Strength, g/cm ²	550–700	–	МВИ № 16–00334675–2003
Активность воды Water activity	0,72–0,74	–	ГОСТ ISO 21807–2015

Производство кондитерских изделий группы мармелада связано с проблемами управления структурно-механическими, реологическими, органолептическими свойствами путем изменения химического состава студнеобразующего сырья. Изготовление желеино-фруктового мармелада является сложным технологическим процессом вследствие наличия в рецептуре большого количества рецептурных компонентов, влияющих на свойства готового изделия, таких как сахар, патока, пектин, модифицированный крахмал и другие структурообразователи [7–9].

Соотношение свободной и связанной влаги оказывает значительное влияние на текстуру и срок годности. Высокое содержание влаги может стать причиной «отмокания» поверхности, а низкое содержание, наоборот, приводит к образованию сахарной «корочки» на поверхности мармелада [10, 12, 13].

Коэффициент молекулярной диффузии через полипропиленовую плёнку служит для прогнозирования скорости влагопереноса и влияет на срок годности кондитерских изделий студнеобразной консистенции и определяется по формуле (5): молекулярной диффузии:

$$D \approx - \frac{\Delta Q \times l}{A \times \Delta \tau \times (c_2 - c_1)}, \quad (5)$$

где l – толщина упаковки, мкм; ΔQ – количество продиффундировавшей влаги, г; A – единица поверхности, м²; $\Delta \tau$ – длительность исследований, с.

Для прогнозирования скорости влагопереноса и срока годности кондитерских изделий студнеобразной консистенции предложено использовать коэффициенты молекулярной диффузии между поверхностью упаковки желеино-фруктового мармелада и окружающей средой (таблица 2).

Таблица 2.

Коэффициенты молекулярной диффузии желеино-фруктового мармелада

Table 2.

Molecular diffusion coefficients of jelly-fruit marmalade

Желеино-фруктовый мармелад Jelly-fruit marmalade	Коэффициент молекулярной диффузии, $\times 10^{-13}$ м ² /с Molecular diffusion coefficient t , $\times 10^{-13}$ м ² /с	
	18 °С	28 °С
без модифицированного крахмала without modified starch	0,94	2,04
с модифицированным крахмалом E1412 with modified starch E1412	0,56	0,75
	0,56	0,94
	1,12	1,49

Коэффициенты молекулярной диффузии мармелада зависят от свойств структурообразователей, температуры хранения, свойств упаковочных материалов и находятся в диапазоне от $0,56 \times 10^{-13}$ м²/с до $2,04 \times 10^{-13}$ м²/с.

При увеличении температуры хранения желейно-фруктового мармелада, изготовленного без добавления модифицированного крахмала, до 28 °С наблюдалась наибольшая скорость влагопереноса, что подтверждено наибольшим коэффициентом молекулярной диффузии $2,04 \times 10^{-13} \text{ м}^2/\text{с}$.

Однако, при температуре хранения 18 °С наибольшая скорость влагопереноса установлена для мармелада, изготовленного с использованием 2% E1442.

Таким образом, используя различные виды модифицированного крахмала, можно управлять скоростью процессов влагопереноса желейно-фруктового мармелада, тем самым изменять срок годности изделий.

Образец желейно-фруктового мармелада, изготовленный с использованием модифицированного крахмала E1412, при хранении оказался наиболее стабильным.

Для прогнозирования сохранности кондитерских изделий студнеобразной консистенции

на примере желейного и желейно-фруктового мармелада целесообразно представление процесса влагопереноса в виде совокупности подсистем. Это позволяет представить процедуру построения указанной модели как совокупность операций по составлению математических моделей отдельных подсистем.

Представление математической модели процесса в виде совокупности подсистем (блоков) позволяет представить процедуру построения указанной модели как совокупность операций по составлению математических моделей отдельных подсистем, т. е. реализовать блочный принцип построения математической модели.

Каждый блок может иметь различную степень детализации математического описания. Входные и выходные переменные блоков должны находиться во взаимном соответствии (рисунок 1).

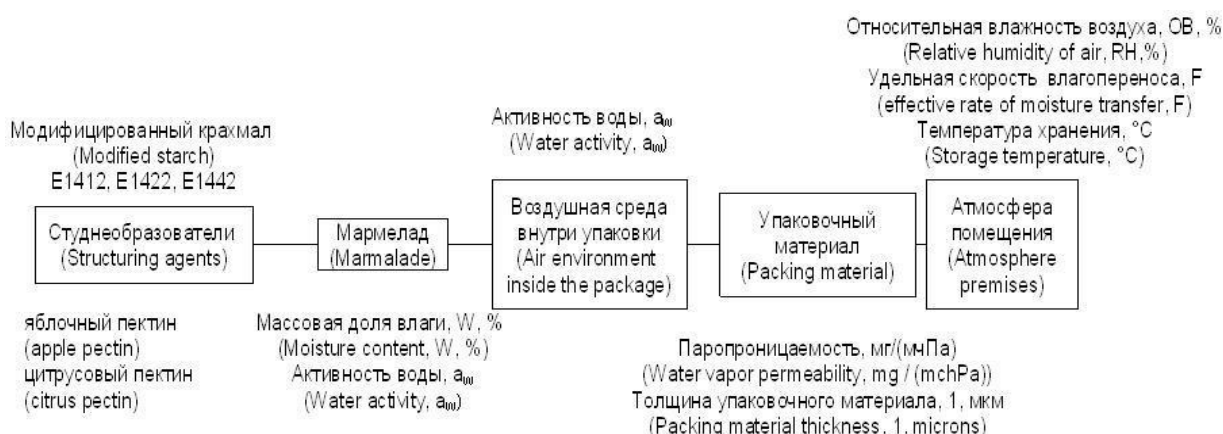


Рисунок 1. Алгоритм прогнозирования сохранности кондитерских изделий студнеобразной консистенции

Figure 1. Algorithm for predicting the safety of confectionery products of jelly-like consistency

При практическом использовании блочного принципа в математическом описании каждого блока на разных уровнях детализации применяются эмпирические соотношения. Обоснование вида и толщины упаковочной пленки позволяет уменьшить скорость процессов влагопереноса.

Для дополнения математической модели процессов влагопереноса в желейно-фруктовом мармеладе на основе различных видов модифицированного крахмала в составе целого изделия исследованы процессы влагопереноса (рисунки 2–4).

Использование модифицированного крахмала в рецептурном составе мармелада позволяет уменьшить скорость влагопереноса в 1,2–3 раза, что, соответственно, приводит к увеличению срока годности изделий (рисунок 2) [11, 14, 16,17].

Например, использование 2,0% модифицированного крахмала E1412 в рецептуре желейно-фруктового мармелада приводит к уменьшению скорости влагопереноса в 2,8 раза.

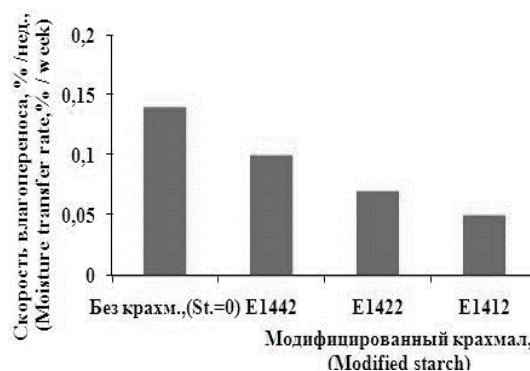


Рисунок 2. Скорость влагопереноса в желейно-фруктовом мармеладе, содержащем различные модифицированные крахмалы

Figure 2. The dynamics of the rate of moisture transfer in jelly-fruit marmalade containing various modified starches

Таким образом, использование модифицированного крахмала даёт возможность управления потерями влаги при хранении мармелада. Увеличение температуры хранения приводит к значительному увеличению скорости влагопереноса (рисунок 3).

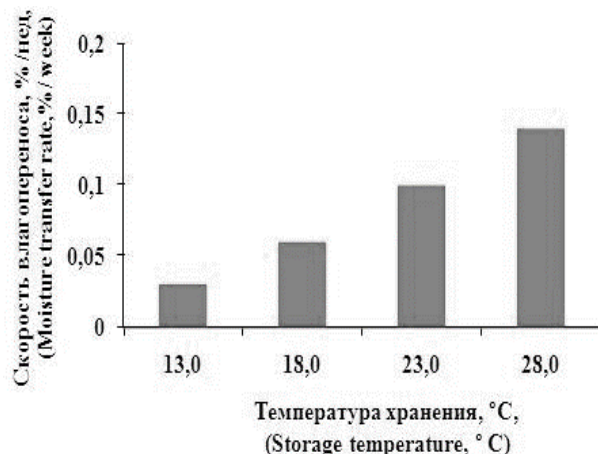


Рисунок 3. Динамика скорости влагопереноса при заданных температурах хранения

Figure 3. Dynamics of the rate of moisture transfer at specified storage temperatures of samples of jelly-fruit marmalade

При увеличении температуры хранения образцов желеино-фруктового мармелада на 10 °C скорость влагопереноса увеличивается в 2,0–2,5 раза.

Температура хранения также является важнейшим фактором управления процессами влагопереноса.

Заключение

Таким образом, установлены закономерности процессов влагопереноса кондитерских изделий студнеобразной консистенции, в том числе состоящих из нескольких полуфабрикатов. Получены фактические данные о влиянии

температуры, свойств барьерных материалов и различных структурообразователей на скорость процессов влагопереноса. Предложен алгоритм прогнозирования сохранности кондитерских изделий студнеобразной консистенции на примере мармелада.

Исследовано влияние различных факторов на процессы влагопереноса кондитерских изделий студнеобразной консистенции на примере желеино-фруктового мармелада. Показано, что увеличение температуры хранения на 10 °C приводит к увеличению скорости влагопереноса желеино-фруктового мармелада, изготовленного без использования модифицированного крахмала, в 2,2 раза.

Использование 2% различных видов модифицированного крахмала позволяет уменьшить скорость влагопереноса желеино-фруктового мармелада в 1,3–1,7 раза. Использование модифицированного крахмала Е1412 позволяет уменьшить скорость влагопереноса в 1,7 раза по сравнению с контрольным образцом мармелада без добавления модифицированного крахмала. Использование модифицированного крахмала Е1401 при изготовлении желеино-фруктового мармелада прогнозирует повышение сохранности изделий (отсутствие «корочки» при хранении).

Для прогнозирования потерь влаги при хранении кондитерских изделий студнеобразной консистенции предложено использовать коэффициент молекулярной диффузии, который позволяет обосновать вид структурообразователя, толщину используемой упаковки и температуру хранения изделий с заданным сроком годности без проведения длительных и трудоёмких исследований.

Благодарности

Петровой Наталье Александровне и Пестереву Михаилу Алексеевичу за помощь в исследованиях.

Литература

- 1 Ferret E., Bazinet L., Voilley A. Heat and Mass Transfers – Basics Enthalpies Calculation and the Different Transfer Modes // *Gases in Agro-Food Processes*. Academic Press, 2019. P. 89-102.
- 2 Cervenka L., Rezkova S., Kralovsky J. Moisture adsorption characteristics of gingerbread, a traditional bakery product in Pardubice Czech Republic // *Journal of Food Engineering*. 2008. № 84. P. 601–607.
- 3 Кондратьев Н.Б. Оценка качества кондитерских изделий. Повышение сохранности кондитерских изделий. М.: Издательство «Перо», 2015. 250 с.
- 4 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. № 2. С. 107–115.
- 5 Кондратьев Н.Б., Казанцев Е.В., Руденко О.С., Осипов М.В. и др. К вопросу влияния свойств упаковочных материалов на скорость влагопереноса при хранении желеино-фруктового мармелада // *Пищевая промышленность*. 2020. № 11. С. 48–51.
- 6 Зелке С., Кутлер Д., Хернандес Р. Пластиковая упаковка. СПб.: Профессия, 2011. 560 с.
- 7 Okudu H., Ene-Obong H. Evaluation of the effect of storage time and temperature on some physicochemical properties of juice and jam developed from two varieties of monkey kola (*Cola parchycarpa*, *Cola lepidota*) // *African Journ. of Food Scien. and Techn.* 2015. V. 6(7). P. 194–203.

- 8 Shinwari K., Rao P. Stability of bioactive compounds in fruit jam and jelly during processing and storage: A review // *Trends in Food Scien. & Techn.* 2018. V. 75. P. 181–193.
- 9 González-Cuello R., Pájaro K., Acevedo W., Ortega-Toro R. Study of the Shelf Life of a Low-Calorie Jam Added with Microencapsulated Probiotics // *Contemporary Engin. Scien.* 2018. V. 11(25). P. 1235–1244.
- 10 Mohos F.A. *Confectionery and Chocolate Engineering – Principles and Applications*; 2-ed. revised. London: Wiley, 2017. 792 p.
- 11 Kumar V., Sharma V., Singh L. Pectin from fruit peels and its uses as pharmaceutical and food grade: a descriptive review // *European Journal of Biomedical and Pharmaceutical Sciences.* 2018. V. 5(5). P. 185–189.
- 12 Eveleva, V., Cherpalova T. Innovative decisions to improve food quality and safety // *Food systems.* 2019. V. 2(4). P. 14–17.
- 13 Guine R., Correia P., Reis C., Florenca S. Evaluation of texture in jelly gums incorporating berries and aromatic plants // *De Gruyter.* 2020. V. 5(1). P. 450–461.
- 14 Бровко О.Г., Улитина С.С. Использование местного плодового сырья в производстве мармелада // *Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании: материалы Всероссийской научно-практической конференции.* Екатеринбург, 2017. С. 41–45.
- 15 Rangelova N. Synthesis and characterization of pectin/SiO₂ hybrid materials // *Journ. of Sol-Gel Scien. and Techn.* 2019. V. 85(2). P. 330–339.
- 16 Saha D., Bhattacharya S. Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: a review // *Journal of food science and technology.* 2010. V. 47. № 6. P. 587–97.
- 17 Nautiyal O. Hydrocolloids, Modified Hydrocolloids as Food Recipes and Formulating Agents // *Journal Food Processing and Technology.* 2011. V. 2. № 2. P. 1–6.

References


- 1 Ferret E., Bazinet L., Voilley A. *Heat and Mass Transfers – Basics Enthalpies Calculation and the Different Transfer Modes. Gases in Agro-Food Processes.* Academic Press, 2019. pp. 89–102.
- 2 Cervenka L., Rezkova S., Kralovsky J. Moisture adsorption characteristics of gingerbread, a traditional bakery product in Pardubice Czech Republic. *Journal of Food Engineering.* 2008. no. 84. pp. 601–607.
- 3 Kondratyev N.B. Assessment of the quality of confectionery. Improving the preservation of confectionery. Moscow, Publishing house "Pero", 2015. 250 p. (in Russian).
- 4 Kazantsev E.V., Kondratyev N.B., Osipov M.V., Rudenko O.S. Influence of different types of hydrocolloids on the structure and safety of sugary confectionery products of gelatinous consistency: a review. *Proceedings of VSUET.* 2020. no. 2. pp. 107–115. (in Russian).
- 5 Kondratyev N.B., Kazantsev E.V., Rudenko O.S., Osipov M.V. et al. To the question of the influence of the properties of packaging materials on the rate of moisture transfer during storage of jelly marmalade. *Food industry.* 2020. no. 11. pp. 48–51. (in Russian).
- 6 Zelke S., Kutler D., Hernandez R. *Plastic packaging.* SPb, Professiya, 2011. 560 p. (in Russian).
- 7 Okudu H., Ene-Obong H. Evaluation of the effect of storage time and temperature on some physicochemical properties of juice and jam developed from two varieties of monkey kola (*Cola parchycarpa*, *Cola lepidota*). *African Journ. of Food Scien. and Techn.* 2015. vol. 6(7). pp. 194–203.
- 8 Shinwari K., Rao P. Stability of bioactive compounds in fruit jam and jelly during processing and storage: A review. *Trends in Food Scien. & Techn.* 2018. vol. 75. pp. 181–193.
- 9 González-Cuello R., Pájaro K., Acevedo W., Ortega-Toro R. Study of the Shelf Life of a Low-Calorie Jam Added with Microencapsulated Probiotics. *Contemporary Engin. Scien.* 2018. vol. 11(25). pp. 1235–1244.
- 10 Mohos F.A. *Confectionery and Chocolate Engineering – Principles and Applications*; 2 ed. revised. London, Wiley, 2017. 792 p.
- 11 Kumar V., Sharma V., Singh L. Pectin from fruit peels and its uses as pharmaceutical and food grade: a descriptive review. *European Journal of Biomedical and Pharmaceutical Sciences.* 2018. vol. 5(5). pp. 185–189.
- 12 Eveleva, V., Cherpalova T. Innovative decisions to improve food quality and safety. *Food systems.* 2019. vol. 2(4). pp. 14–17.
- 13 Guine R., Correia P., Reis C., Florenca S. Evaluation of texture in jelly gums incorporating berries and aromatic plants. *De Gruyter.* 2020. vol. 5(1). pp. 450–461.
- 14 Бровко О.Г., Улитина С.С. The use of local fruit raw materials in the production of marmalade. *Innovative technologies in the food industry and public catering: materials of the All-Russian scientific and practical conference.* Ekaterinburg, 2017. pp. 41–45. (in Russian).
- 15 Rangelova N. Synthesis and characterization of pectin/SiO₂ hybrid materials. *Journ. of Sol-Gel Scien. and Techn.* 2019. vol. 85(2). pp. 330–339.
- 16 Saha D., Bhattacharya S. Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: a review. *Journal of food science and technology.* 2010. vol. 47. no. 6. pp. 587–97.
- 17 Nautiyal O. Hydrocolloids, Modified Hydrocolloids as Food Recipes and Formulating Agents. *Journal Food Processing and Technology.* 2011. vol. 2. no. 2. pp. 1–6.

Сведения об авторах


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

 <https://orcid.org/0000-0001-8923-0029>

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

 <https://orcid.org/0000-0003-3322-9621>

Максим В. Осипов к.т.н., Врио директора, ВНИИ КП, филиал «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, ул. Электрозаводская, 20, стр. 3, г. Москва, 107023, Россия, maxvosipov@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-8981-5606>

Оксана С. Руденко к.т.н., зам директора по научной работе, ВНИИ КП, филиал «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, ул. Электрозаводская, 20, стр. 3, г. Москва, 107023, Россия, oxana0910@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-2436-4100>

Наталья В. Линовская к.т.н., ВНИИ КП, филиал «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, Electrozavodskaya str., 20, bld.3., Moscow, 107023, Russia, choclab@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-9238-8991>

Вклад авторов

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

Конфликт интересов


Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors


Egor V. Kazantsev researcher, department of modern methods for assessing the quality of confectionary, All-Russian Scientific Institute of Confectionery Industry, Electrozavodskaya str., 20, bld.3., Moscow, 107023, Russia, ekazantsev@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-8923-0029>


Nikolai B. Kondratyev Dr. Sci. (Engin.), chief researcher, department of modern methods for assessing the quality of confectionary, All-Russian Scientific Institute of Confectionery Industry, Electrozavodskaya str., 20, bld.3., Moscow, 107023, Russia, conditerpromnbk@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-3322-9621>


Maksim V. Osipov Cand. Sci. (Engin.), CEO, All-Russian Scientific Institute of Confectionery Industry, Electrozavodskaya str., 20, bld.3., Moscow, 107023, Russia, maxvosipov@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-8981-5606>

Oxana S. Rudenko Cand. Sci. (Engin.), assistant director, All-Russian Scientific Institute of Confectionery Industry, Electrozavodskaya str., 20, bld.3., Moscow, 107023, Russia, oxana0910@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-2436-4100>

Natalia V. Linovskaya Cand. Sci. (Engin.), All-Russian Scientific Institute of Confectionery Industry, Electrozavodskaya str., 20, bld.3., Moscow, 107023, Russia, choclab@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-9238-8991>

Contribution

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

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 05/11/2020	После редакции 20/11/2020	Принята в печать 30/11/2020
Received 05/11/2020	Accepted in revised 20/11/2020	Accepted 30/11/2020