

Заведующий кафедрой Г.О. Магомедов, профессор А.А. Шевцов
(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра технологии хлебопекарных, кондитерских, макаронных и зерноперерабатывающих производств. тел. (473) 255-65-11
E-mail: shevalol@rambler.ru

помощник генерального директора Е.А. Острикова
(ОАО «Мукомольный комбинат «Воронежский») тел. (473) 252-35-40
E-mail: power-of-inspiration@yandex.ru

The head of the department TBCMGP G.O. Magomedov,
professor A.A. Shevtsov
(Voronezh state university of engineering technologies) Department of breadmaking, confectionary, macaroni and grain-processing production technology. phone (473) 255-65-11
E-mail: shevalol@rambler.ru

General manager assistant E.A. Ostrikova
(OJSC «Milling plant «Voronezhskii») phone (473) 252-35-40
E-mail: power-of-inspiration@yandex.ru

Разработка технологии помадных конфет повышенной пищевой ценности на основе обжаренного цикорного полуфабриката

Development of technology for fondant candies with the enhanced nutritional value on the basis of roasted semi finished chicory

Реферат. Выполнена серия опытов по приготовлению помадных конфет с заменой части сахара на размолотый цикорный полуфабрикат в количестве 2-4 %. Анализ дифференциальных и интегральных кривых распределения частиц и кристаллов сахарозы помадных масс показал, что с увеличением массовой доли цикория снижается дисперсность. Изучено влияние фруктозы и пищевых волокон на структурообразование помадных масс. Если фруктоза, как антикристаллизатор, задерживает процесс кристаллического структурообразования, то пищевые волокна за счет высокой гидрофильности и водоудерживающей способности повышают пересыщение жидкой фазы с одной стороны, а с другой – повышают эффективную вязкость масс, что приводит к формированию кристаллической структуры и жидкой фазы высокой вязкости. Определены реологические характеристики помадных масс. Анализ кривых течения конфетных масс с применением порошкообразного цикорного полуфабриката показал, что они независимо от рецептурного состава относятся к псевдопластическим реологическим телам. Структурно-механические свойства конфетных масс при формировании зависят от содержания в них влаги и других жидких компонентов, температуры, скорости деформации, продолжительности механического воздействия и др. Исследования процесса структурообразования конфетной массы в комнатных условиях (20 °C) показали, что с увеличением концентрации цикория ускоряется процесс структурообразования и величина пластической прочности конфет значительно выше при содержании цикория 3 % по сравнению с 2 %. Выполнен сравнительный анализ показателей качества помадных конфет с различной дозировкой цикория. Повышением дозировки добавки в конфетах повышается процент редуцирующих веществ, что замедляет высыхание изделий при хранении и продлевает их срок годности. Содержание жидкой фазы меняется прямо пропорционально в зависимости от дозировки цикория. Разработана технология получения помадных конфет с внесением обжаренного цикорного полуфабриката на стадии темперирования помадной массы. Получен продукт с высокой пищевой ценностью, а также улучшены технологические показатели производства за счет увеличения вязкости и повышения пластической прочности помадной массы. Существенно сократилась продолжительность процесса структурообразования помадных конфет при выстойке и снизился процент брака.

Summary. A series of experiments on the preparation of fondant sweets with partial replacement of sugar by 2-4 % of chicory semi-product were carried out. The analysis of differential and integral distribution curves of particles and sucrose crystals in fondant showed that dispersity reduces with the increase in the chicory content. The effect of fructose and fiber on fondant structure formation was evaluated. A fructose, being an antycrystallizer, delays the crystal structure formation, the fiber due to the high hydrophilicity and water retention capacity on the one hand enhances the supersaturation of the liquid phase, and on the other hand increases mass effective viscosity, which results in the formation of the crystal structure and the liquid phase of high viscosity. Fondant rheological characteristics were defined. Analysis of fondant mass flow curves with powdered chicory semi-product showed them to be pseudo plastic rheological bodies regardless of the recipe. Structural and mechanical properties of the fondant mass during molding depend on the moisture and other liquid components contents, temperature, strain rate, mechanical impact duration, etc. Studies of fondant mass structuring process in room conditions (20 °C) showed that structure formation process accelerates with increase in chicory concentration and the plastic strength of sweets is significantly higher at 3% chicory content as compared to 2 % content. A comparative analysis of fondant sweets quality indexes with various chicory dosages was carried out. Increase in dosage of additives in sweets increases the percentage of reducing substances that slows drying of products during storage and extends their shelf life. The increase in dosage of additives in sweets increases the percentage of reducing substances that slow drying of products during storage and extend their shelf life. The liquid phase content is directly proportional to the dosage of chicory. The technology of making fondant sweets with addition of roasted chicory semi-product while tempering fondant is developed. High nutritional value product was obtained and technological characteristics of production were enhanced by increasing the viscosity and the plastic strength of fondant. The duration of the fondant sweets structure formation while proving significantly reduced, and scrap rate decreased.

Ключевые слова: помадные конфеты, цикорный полуфабрикат, реологические характеристики, структурообразование.

Keywords: fondant sweets, chicory semi-product, rheological characteristics, structure formation.

За последние годы кондитерская промышленность существенно увеличила выпуск продукции, стремясь сделать ее доступной широким слоям населения. На данный момент разработан широкий ассортимент кондитерских изделий с использованием порошкообразных полуфабрикатов и предусмотрены технологии и оборудование для их получения [1, 2].

В качестве добавки получил распространение корень цикория – ценное растительное сырье, являющееся источником инулина (до 49 %, по другим данным до 60 %), фруктозы (4,5-9,5 %), левулозы (10-20 %) и др. Цикорий обладает лечебно-профилактическим действием: уменьшают уровень сахара в крови, улучшает обмен веществ, способствует выведению из организма холестерина, очищению организма от радиоактивных и других вредных веществ, усиливает деятельность сердца, успокаивает нервную систему и повышает защитные силы организма. Однако при производстве продукции в промышленных масштабах он вносится в виде экстракта: порошкообразного или пастообразного.

Целью работы была разработка технологии получения помадных конфет с цикорием повышенной пищевой ценности. Внесение добавки в помадные конфеты в нерастворимом виде позволит не только снизить себестоимость продукции, но и обогатит ее пищевыми волокнами [3].

Обжаренный цикорий полуфабрикат был получен следующим образом. Вымытые корни цикория обыкновенного (производитель – компания «Биоресурс») резались на кубики с линейным размером 4-5 мм и обжаривались перегретым паром атмосферного давления при ступенчатых температурно-скоростных режимах. Обжаренные корни цикория измельчались на лабораторной мельнице до порошкообразного состояния.

В ходе исследований была выполнена серия опытов по приготовлению образцов помадных конфет с различным содержанием цикорного полуфабриката и патоки с целью моделирования рецептурных соотношений. При приготовлении помадных конфет за основу была взята традиционная технология [4].

Готовили образцы помадного сиропа. Для этого взвешивали необходимые количества рецептурных компонентов. Растворяли 100 г сахара-песка (за вычетом его количества, заменяемого на цикорий) в 25 см³ воды на медленном огне при нагревании в алюминиевой чашке при перемешивании, добавляли 15 г низкосахаренной патоки, подогретой до 60 °С, помадный сироп уваривали до температуры 114 °С, соответствующей содержанию сухих веществ 88 %, что подтверждают показания рефрактометра, при этом слегка перемешивая. В конце уваривания перемешивание прекращали. Сваренный сироп охлаждали в воде до 60-70 °С, слегка перемешивая, перемешали в темперирующую ячейку, соединенную с термостатом, и темперировали. Начинали сбивание мешалкой, регулируя частоту ее вращения. Сбивание прекращали после образования кристаллов. Добавляли цикорий порошкообразный полуфабрикат в дозировке 2-4 % к общей массе сырья, заменяя им часть сахара по сухому веществу, и снова перемешивали 1-2 мин при той же частоте вращения мешалки, добиваясь однородности массы. Массу отливали в силиконовые формы. Выстойка длилась 40 минут.

Важными структурно-механическими показателями помадной массы являются вязкость, пластическая прочность и дисперсность частиц кристаллов сахарозы. Следовательно, представляет большой научный и практический интерес изучить реологические свойства помадных масс при применении порошкообразного обжаренного цикория. Порошкообразный цикорий имеет следующий состав: 4 % воды, 16 % фруктозы, 80 % экстрактивных веществ, 2 % белков; 4,5 % золы, 0,4 % цикореоля, 45,2 % пищевых волокон, в том числе 40 % инулина, также содержит аминокислоты и минеральные вещества [3]. Причем наибольшее влияние оказывают на процесс структурообразования помадных масс пищевые волокна (инулин, гемицеллюлоза, целлюлоза, пектин). Влияние фруктозы и пищевых волокон на структурообразование различное. Если фруктоза, как антикристаллизатор, задерживает процесс кристаллического структурообразования, то пищевые волокна за счет высокой гидрофильности и водоудерживающей способности повышают пересыщение жидкой фазы с одной стороны, а с другой – повышают эффективную вязкость масс, что приводит к формированию кристаллической структуры и жидкой фазы высокой вязкости [2].

Твердые частицы растительной ткани порошкообразного цикория, имея абразивную и высокую удельную поверхность [2], могут выступать как зародыши для центров кристаллизации, тем самым ускоряя процесс рекристаллизации кристаллов сахарозы помадной массы, снижая дисперсность.

Анализ дифференциальных и интегральных кривых распределения частиц и кристаллов сахарозы помадных масс с применением порошкообразного цикория в долях 2 % и 3 % показал, что с увеличением массовой доли цикория снижается дисперсность (рисунок 1, 2).

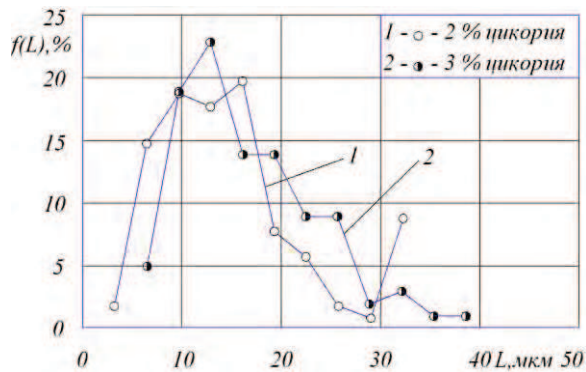


Рисунок 1. Дифференциальные кривые распределения частиц и кристаллов сахарозы помадных масс с применением порошкообразного обжаренного цикория

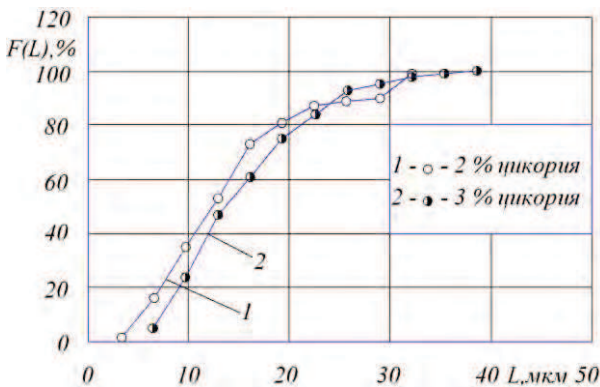


Рисунок 2. Интегральные кривые распределения частиц и кристаллов сахарозы помадных масс с применением порошкообразного обжаренного цикория

Помимо этого были исследованы реологические характеристики помадных масс с 2 % и 3 % содержанием цикорного полуфабриката при температуре 70 °С. Зависимости эффективной вязкости от напряжения сдвига и скорости сдвига, а также скорости сдвига от напряжения сдвига представлены на графиках (рисунки 3, 4, 5).

Анализ кривых течения конфетных масс с применением порошкообразного цикорного полуфабриката показал, что они независимо от рецептурного состава относятся к псевдопластическим реологическим телам, о чем свидетельствует значительная величина предельного напряжения сдвига и существенная нелинейность кривых течения (рисунок 4).

Структурно-механические свойства конфетных масс при формовании зависят от содержания в них влаги и других жидких компонентов, температуры, скорости деформации, продолжительности механического воздействия и др.

При деформации помадных масс на основе порошкообразного цикорного полуфабриката, как и других структурированных систем, имеет место аномалия вязкости (рисунок 5). С увеличением градиента скорости при постоянной температуре эффективная вязкость

уменьшается. Причем при незначительном увеличении $\dot{\gamma}$ (от 0 до 6 с^{-1}) наблюдается резкое снижение вязкости. В этот момент идет лавинное разрушение структуры за счет разрыва связей и переориентации частиц твердой фазы. Дальнейшее увеличение градиента скорости вызывает незначительное уменьшение эффективной вязкости до минимального значения, соответствующего вязкости разрушенной структуры. При градиенте скорости $\dot{\gamma} > 20 \text{ с}^{-1}$ эффективная вязкость остается практически постоянной [4, 5].

На графиках видно, что повышение дозировки цикория увеличивает эффективную вязкость помадной массы. Однако в области разрушенной структуры различия в эффективной вязкости при различных дозировках цикория незначительны.

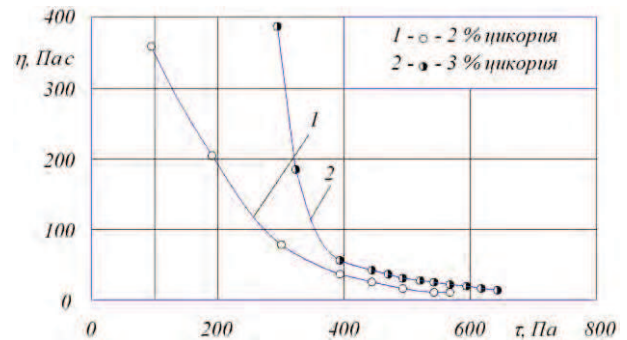


Рисунок 3. Зависимость эффективной вязкости помадной массы от напряжения сдвига

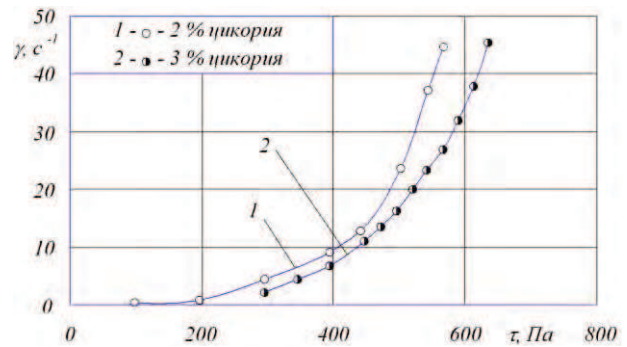


Рисунок 4. Зависимость скорости сдвига помадной массы от напряжения сдвига

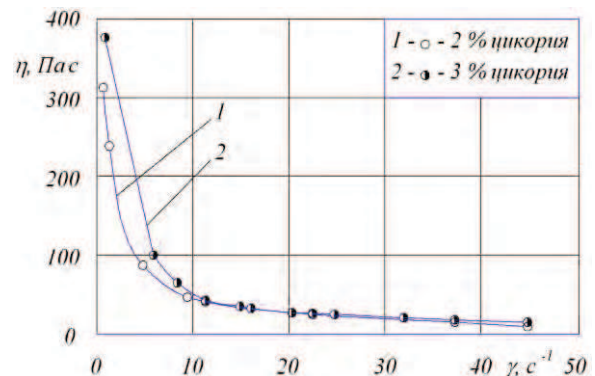


Рисунок 5. Зависимость эффективной вязкости помадной массы от скорости сдвига

При увеличении массовой доли цикория в помадной массе при постоянной влажности 10,4 % повышается эффективная вязкость при одновременном увеличении массовой доли жидкой фазы и ее сухих веществ. Этот факт свидетельствует об увеличении доли связанной влаги, ускорении структурообразования при выстойке корпусов конфет и возможной устойчивости конфет при хранении.

Надо отметить, что относительно невысокая дисперсность частиц и кристаллов в основном определяется исходной дисперсностью частиц порошкообразного цикория, что следует из существенной разницы в размерах частиц. Поэтому при органолептике помадной массы не ощущаются твердые кристаллы сахарозы.

Таким образом, принято решение о необходимости дозировки цикория в пределах 2-3 % к массе помады в темперирующую машину перед перекачиванием на отливку. Установлено, что при формовании методом отливки нежелательно увеличение концентрации цикория, так как резко повышается эффективная вязкость помадной массы, из-за чего отливка становится невозможной. Следует отметить, что с увеличением дозировки цикория до 3 % существенно повышается и температура темперирования и отливки помадной массы (до 75 °C).

Исследования процесса структурообразования конфетной массы в комнатных условиях (20 °C) показали, что с увеличением концентрации цикория ускоряется процесс структурообразования и величина пластической прочности конфет значительно выше при содержании цикория 3 % по сравнению с 2 % (рисунок 6).

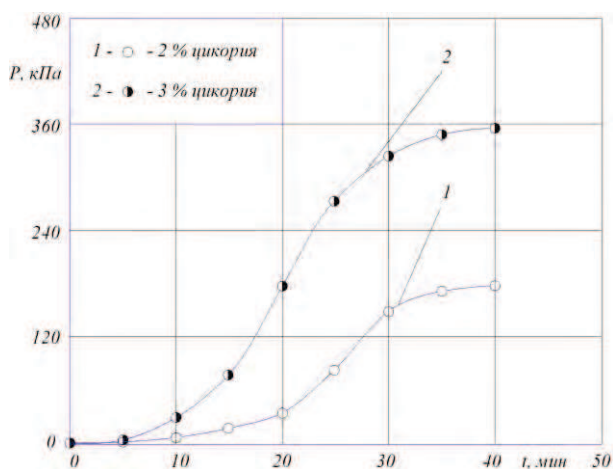


Рисунок 6. Структурообразование помадных масс в процессе выстойки

При выстойке корпусов конфет в условиях шкафа ускоренной выстойки при 10-15 °C процесс структурообразования конфет при содержании цикория 2-3 % завершается менее чем за 15-20 мин.

Качество помадных конфет регламентируется соответствующими стандартами по органолептическим (вкус и запах, внешний вид) и физико-химическим (массовая доля сухих веществ, массовая доля редуцирующих веществ) показателям качества. Каждый из этих показателей оказывает существенное влияние на качество вырабатываемых изделий. Массовая доля сухих веществ определяет консистенцию и прочность конфет, что играет существенную роль при выемке из форм и транспортировке готовой продукции. Как видно из данных таблицы 1, с повышением содержания цикорного полуфабриката содержание свободной влаги снижается из-за связывания ее пищевыми волокнами. Достаточно высокие показатели содержания сухих веществ снижают вероятность деформации и, как следствие, брака конфет.

С повышением дозировки добавки в конфетах повышается процент редуцирующих веществ за счет наличия в цикории значительного количества фруктозы (16 %). Это играет положительную роль, поскольку замедляется высыхание изделий при хранении, что продлевает срок годности.

Содержание жидкой фазы меняется прямо пропорционально в зависимости от дозировки цикория. Это можно объяснить переходом фруктозы в раствор, за счет чего активизируются ее свойства антикристаллизатора. Увеличение содержания жидкой фазы также продлевает срок годности изделий.

Органолептические и физико-химические показатели качества помадных конфет представлены в таблице 1. Определение массовой доли сухих веществ в помадной массе проводилось рефрактометрическим методом, редуцирующих веществ – феррицианидным методом. Количество жидкой фазы определяли с помощью гидравлического пресса (ПГПР). Дисперсность помадных конфет была определена микроскопическим анализом, а эффективная вязкость – на вискозиметре РВ-8.

Сравнительная характеристика показателей качества помадных конфет

Наименование показателей	Помадные конфеты неглазирванные по ГОСТ 4570-93	Контроль	С добавкой цикорного полуфабриката, %		
			2	3	4
Органолептические					
Вкус и запах	Характерные для данного наименования конфет, ясно выраженные		С легким привкусом цикория	С выраженным привкусом цикория	Горький привкус
Внешний вид	Свойственный для данного наименования конфет. Должны иметь сухую не липкую поверхность. Не должны иметь на поверхности скопленных укрупненных кристаллов сахара в виде светлых пятен	Белого цвета	Светло-коричневого цвета	Коричневого цвета	Темно-коричневого цвета
		Соответствуют требованиям ГОСТ4570-93			
Физико-химические					
Массовая доля сухих веществ, %	не менее 84	87,6	89,0	89,6	90,0
Массовая доля редуцирующих веществ, %	не более 14	5,11	5,59	6,11	6,92
Жидкая фаза, %	-	40	43,3	44,3	45,5
Твердая фаза, %	-	60	56,7	55,7	54,5

Т а б л и ц а 2

Степень удовлетворения среднесуточной потребности при потреблении 100 г помадных конфет с цикорием

Пищевые вещества	Суточная потребность	Содержание в 100 г и степень удовлетворения потребности при потреблении конфет			
		Контроль		С внесением цикория	
		г	%	г	%
Белки, г	100	0	0	0,052	0,052
Жиры, г	100	0,049	0,049	0,057	0,057
Углеводы, г	450	88,15	19,59	87,11	19,36
Пищевые волокна, г	30	0	0	1,177	3,923
Минеральные вещества, мг					
K	3500	0	0	14,575	0,416
Na	550	0	0	8,629	1,569
Ca	900	0	0	10,883	1,209
Mg	400	0	0	2,392	0,598
Fe	15	0	0	0,150	1,000
Cu	4	0	0	0,045	1,125
Mn	2,25	0	0	0,030	1,333
Zn	17,5	0	0	0,045	0,257
Энергетическая ценность, ккал	2500	335,17	13,41	331,78	13,27

Степень удовлетворения среднесуточной потребности человека в основных пищевых веществах при потреблении 100 г помадных конфет с цикорием представлена в таблице 2. Содержание пищевых веществ в помадных конфетах определялось по стандартным методикам по ГОСТ Р 51429-99, ГОСТ Р 53600-2009, ГОСТ 8756.13-87, ГОСТ Р 51938-2002 и ГОСТ Р 51240-98.

Разработанная технология получения помадных конфет с внесением обжаренного

цикорного полуфабриката на стадии темперирования помадной массы позволяет получить продукт с высокой пищевой ценностью, а также улучшить технологические показатели производства за счет увеличения вязкости и повышения пластической прочности помадной массы, что позволит ускорить процесс структурообразования помадных конфет при выстойке, добиться снижения процента брака и увеличить срок годности изделий.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Fabry I. Boiled sweets // Sugar and confectionary manufacture. 1990. P. 144-172.
- 2 Пашченко Л. П., Жаркова И. М., Пашченко В. Л., Корниенко А. В. Применение цикория в пищевых продуктах // Пищевая промышленность. 2006. №2. С. 58-59.
- 3 Jurgonbski A., Milala J., Jusbkiewicz J., Zdunbczyk Z. et al. Composition of Chicory Root, Peel, Seed and Leaf Ethanol Extracts and Biological Properties of Their Non-Inulin Fractions // Food technology. Biotechnology. 2011. № 49 (1). P. 40-47.
- 4 Белокрылов Ю. Ф., Калинина С. М., Ломкин А. М., Мачихин Ю. А. Вискозиметрия сбивных конфетных масс // Кондитерское производство. 2005. № 4. С. 43-44.
- 5 Pauletti M. S., Venier A., Sabbag N., Stechina D. Rheological characterization of dulce de leche, a confectionary dairy product // Journal of dairy science. 1990. № 73. P. 601-603.

REFERENCES

- 1 Fabry I. Boiled sweets. Sugar and confectionary manufacture, 1990, pp. 144-172.
- 2 Pashchenko L. P., Zharkova I. M., Pashchenko V. L., Kornienko A. V. The use of chicory in food. *Pishchevaia promyshlennost'*. [Food industry], 2006, no 2, pp. 58-59. (In Russ.).
- 3 Jurgonbski A., Milala J., Jusbkiewicz J., Zdunbczyk Z. et al. Composition of Chicory Root, Peel, Seed and Leaf Ethanol Extracts and Biological Properties of Their Non-Inulin Fractions. Food technology. Biotechnology, 2011, no. 49 (1), pp. 40-47.
- 4 Belokrylov Iu.F., Kalinina S.M., Lomkin A.M., Machikhin Iu.A. Viscometry of aerated candy masses. *Konditerskoe proizvodstvo*. [Confectionery], 2005, no 4, pp. 43-44. (In Russ.).
- 5 Pauletti M. S., Venier A., Sabbag N., Stechina D. Rheological characterization of dulce de leche, a confectionary dairy product. Journal of dairy science, 1990, no. 73, pp. 601-603.