

УДК 664.144

Профессор Г.О. Магомедов, доцент А.А. Журавлев,
доцент И.В. Плотникова, доцент Т.А. Шевякова
(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского,
макаронного и зерноперерабатывающего производств. тел. (473) 255-38-51
E-mail: plotnikova_2506@mail.ru

Professor G.O. Magomedov, associate Professor A.A. Zhuravlev,
associate Professor I.V. Plotnikova, associate Professor T. A. Shevyakova
(Voronezh state university of engineering technologies) Department of technology of baking,
confectionery, macaroni and grain processing productions. phone (473) 255-38-51
E-mail: 209777@mail.ru

Оптимизация рецептуры зефира на желатине функционального назначения

Optimization of marshmallow gelatin functional purpose

Реферат. Зефир на желатине или маршмеллоу – изделие мелкопористой пенообразной структуры. Данный продукт является популярным и широко востребованным кондитерским изделием среди населения, особенно у детей и школьников. Актуальным является разработка способов получения мини-зефира функционального назначения в условиях отечественного производства с использованием натурального функционального ингредиента - гуммиарабика «Instantgum», являющегося источником натурального пищевого волокна, улучшающего желудочно-кишечную функцию, понижающего уровень глюкозы в крови, что особенно важно при употреблении продукции диабетиками. Включение гуммиарабика в диету приводит к пребиотическому эффекту, стимулирующему иммунную систему человека и улучшающему функционирование кишечника. Технология мини-зефира на желатине с гуммиарабиком состоит из следующих стадий производства: приготовление желатинового раствора, водного раствора гуммиарабика, сахаро-паточно-инвертного сиропа, сбивной студнеобразной массы плотностью 400-600 кг/м³; формование массы отсадкой или выпрессовыванием с последующим охлаждением и резкой; выстойка и обсыпка крахмало-сахарной смесью корпусов мини-зефира. Проведена оптимизация рецептуры мини-зефира на желатине с функциональным ингредиентом «Instantgum» на основе гуммиарабика методом многокритериальной оптимизации с использованием функции желательности Харрингтона. Наибольшее значение обобщенной функции желательности имел образец с 10 % функционального ингредиента, так как ему принадлежит лучший набор всех частных параметров оптимизации. Разработанное изделие обладает высокими органолептическими, физико-химическими показателями, удовлетворительной формоудерживающей способностью, упругой жевательной консистенцией, имеет функциональное назначение по содержанию пищевого волокна. Предложенную рецептуру можно рекомендовать для производства на современных поточно-механизированных линиях по выработке пастильных изделий.

Summary. Marshmallow on gelatin or marshmallow - items finely porous foam structure. This product is a popular and widely demanded confectionery products to the public, especially children and students. Urgent by the NE-a method for producing a mini-marshmallow functionality in terms of domestic production with natural-functional ingredient – gum-arabic «Instantgum», which is the source of natural-fiber, improving gastrointestinal function, lowering blood glucose levels that especially important in the use of products of diabetics. The inclusion of gum-arabic in the diet leads to a prebiotic effect, stimulating human immune system and improves the functioning intestines. Technology mini marshmallow gelatin with gum-arabic comprises the following manufacturing steps of: preparing a gelatin solution, an aqueous solution of gum-arabic, sugar syrup, invert syrup, whipped gelatinous mass density of 400-600 kg / m³, molding or pressing off mass fractionation followed by cooling and cutting, exposure and dusting starch and sugar mixture housings mini marshmallows. The optimization formulation mini marshmallows on gelatin with functional ingredients «Instantgum» based on gum-arabic method of multicriteria optimization of op-using desirability function Harrington. The greatest value generalized desirability function had a sample with 10% in-functional ingredient, since it belongs to the best set of parameters optimization. The developed product has high organoleptic, physical and chemical parameters, satisfactory form-retaining ability elastic chewing consistency and a functional purpose by NIJ-containing dietary fiber. Proposed can be recommended for the production on-time with continuous mechanized lines to develop Pastila products.

Ключевые слова: мини-зефир на желатине или маршмеллоу, функциональный ингредиент «Instantgum», оптимизация рецептуры.

Keywords: mini marshmallows on gelatin, functional ingredient «Instantgum», optimization formulation.

Пастильные изделия выпускаются в широком ассортименте и пользуются большим спросом у населения из-за высоких органолептических свойств, разнообразия структуры и формы. На их долю приходится до 10 % от общего объема производства кондитерских изделий, поэтому в настоящее время придается

большое значение созданию новых перспективных и инновационных технологий производства данной продукции, обеспечивающей сохранение и улучшение здоровья человека.

© Магомедов Г.О., Журавлев А.А., Плотникова И.В., Шевякова Т.А., 2015

Зефир на желатине или маршмеллоу – продукт нетрадиционный для российского рынка, представляющий собой зефироподобные изделия небольшого размера жевательной консистенции, взбитые до состояния мелкопористой пенообразной структуры. За последние годы данный продукт стал популярным и широко востребованным кондитерским изделием среди населения, особенно у детей и школьников из-за разнообразия внешнего вида, формы, оригинальных вкусовых качеств и текстурообразных свойств. В нашу страну подобные изделия в основном завозятся из-за рубежа, наибольший объем выработки мини-зефира на желатине осуществляется на современных поточно-механизированных линиях в Европе, Азии и Америке.

В связи с этим актуальным является разработка способов получения мини-зефира функционального назначения в условиях отечественного производства с использованием натурального функционального ингредиента, например гуммиарабика «Instantgum», являющегося источником натурального пищевого волокна, улучшающего желудочно-кишечную функцию и гомеостаз, понижающего уровень глюкозы в крови, что особенно важно при употреблении продукции диабетиками. Включение гуммиарабика в диету приводит к пребиотическому эффекту, стимулирующему иммунную систему человека и улучшающему функционирование кишечника [1].

Гуммиарабик является природным соединением, которое издавна используют как пищевую добавку. Гуммиарабик – 100 % растворимый в воде полисахарид, стойкий к гидролизу пищеварительными ферментами человека и обеспечивающий более чем на 85 % его потребности в клетчатке [5].

Технология мини-зефира на желатине с гуммиарабиком состоит из следующих стадий производства: приготовление желатинового раствора, водного раствора гуммиарабика, сахаро-паточно-инвертного сиропа, сбивной студнеобразной массы плотностью 400-600 кг/м³; формование массы отсадкой или выпрессовыванием с последующим охлаждением и резкой; выстойка и обсыпка крахмало-сахарной смесью корпусов мини-зефира.

Цель работы – оптимизация рецептуры мини-зефира на желатине с функциональным ингредиентом «Instantgum» на основе гуммиарабика методом многокритериальной оптимизации с использованием функции желательности Харрингтона.

Для оценки качества исследуемых образцов мини-зефира в качестве параметров оптимизации были приняты следующие показатели: y_1 – плотность, г/см³; y_2 – массовая доля сухих веществ мини-зефира, %; y_3 – относительная упругая деформация; y_4 – массовая доля сухих веществ сахаро-паточно-инвертного сиропа, %; y_5 – содержание пищевых волокон, г/100 г продукта. Показатели качества изделий определяли по общепринятым методикам [2]. Значения частных функций желательности для объектов исследования – образцов мини-зефира с добавлением функционального ингредиента гуммиарабика представлены в таблице 1.

На параметры оптимизации были наложены следующие односторонние ограничения: $y_1 \leq 0,55$ г/см³; $y_2 \leq 78,0$ %; $y_3 \geq 0,2$; $y_4 \leq 87,0$ %; $y_5 \geq 6$ г/100 г продукта, при этом условия оптимизации представлены в виде $y_1, y_3, y_5 \rightarrow \max$ и $y_2, y_4 \rightarrow \min$.

Анализ экспериментальных данных (таблица 1) показал, что нельзя говорить о превосходстве одного или нескольких образцов мини-зефира сразу по всем параметрам оптимизации.

Т а б л и ц а 1

Значения частных функций желательности для образцов мини-зефира на желатине с добавлением функционального ингредиента гуммиарабика «Instantgum»

№ образца	Плотность, г/см ³		Массовая доля СВ мини-зефира, %		Относительная упругость		Массовая доля СВ сахаро-паточно-инвертного сиропа, %		Содержание пищевых волокон, г/100 г продукта	
	y_1	d_1	y_2	d_2	y_3	d_3	y_4	d_4	y_5	d_5
1	0,41	0,98	76,4	0,98	0,155	0,37	88,0	0,37	0	0,37
2	0,44	0,89	76,7	0,90	0,183	0,58	88,0	0,37	4,6	0,65
3	0,46	0,84	77,1	0,85	0,220	0,76	87,0	0,60	7,5	0,78
4	0,49	0,75	77,5	0,80	0,249	0,86	86,0	0,75	9,3	0,84
5	0,52	0,64	78,2	0,65	0,269	0,91	85,0	0,87	11,1	0,89
6	0,57	0,37	79,0	0,37	0,280	0,98	84,0	0,98	13,9	0,98

Примечание: образец № 1 – без гуммиарабика; с добавлением гуммиарабика, %: № 2 – 5; № 3 – 8; № 4 – 10; № 5 – 12; № 6 – 15.

В ходе исследований для образцов мини-зефира выявлены показатели качества, которые находятся в конфликте друг с другом. Так, образец зефира с внесением 15 % обогатителя характеризуется высокой степенью удовлетворения суточной потребности в пищевых волокнах, но обладает большей плотностью. В связи с этим выбор рационального состава мини-зефира проводили с использованием метода многокритериальной оптимизации [3, 4].

Одним из комплексных показателей качества является обобщенная функция желательности, предложенная Харрингтоном, которая представляет собой среднее геометрическое частных функций желательности:

$$D = \sqrt[q]{d_1 \cdot d_2 \cdot \dots \cdot d_q}, \quad (1)$$

где $d_1, d_2, \dots, d_q$ – желательный уровень 1-го, 2-го и т. д. параметра оптимизации (изменяется от 0 до 1); q – число параметров оптимизации ($q = 5$).

Зависимость (1) позволяет заменить несколько параметров оптимизации одним.

В случае односторонних ограничений на параметры оптимизации частная функция желательности имеет вид (рисунок 1):

$$d_i = \exp\left[-\exp(-y_i')\right], \quad (2)$$

где y_i' – некоторая безразмерная величина, связанная с параметром оптимизации y_i законом:

$$y_i' = b_0 + b_1 y_i, \quad (3)$$

где b_0, b_1 – коэффициенты, которые можно определить, если для двух значений параметра оптимизации y_i задать соответствующие значения частной функции желательности [3, 4].

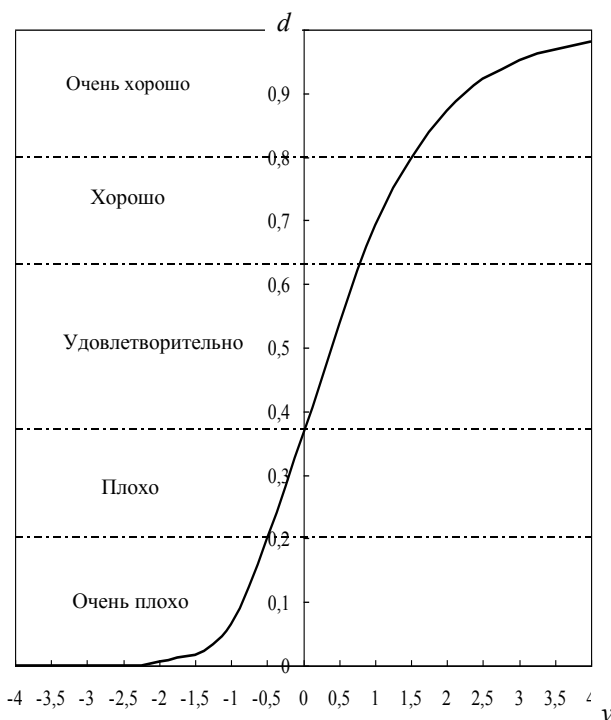


Рисунок 1. Функция желательности для одностороннего ограничения

Для определения коэффициентов b_0, b_1 был использован следующий прием: худшему значению параметра оптимизации y_i присваивали значение желательности, равное 0,37, а лучшему – значение желательности, равное 0,98 (таблица 1).

Для параметра оптимизации y_1 , согласно уравнению (2) получим:

$$0,37 = \exp\left[-\exp(-y_1')\right], \text{ отсюда } y_1' = 0;$$

$$0,98 = \exp\left[-\exp(-y_1')\right], \text{ отсюда } y_1' = 3,922.$$

Аналогично найдены значения коэффициентов для остальных параметров оптимизации (таблица 2).

Т а б л и ц а 2

Значения коэффициентов уравнения (3)

Параметр оптимизации	y_i	d_i	y_i'	b_0	b_1
y_1	0,57	0,37	0	13,972	-24,510
	0,41	0,98	3,922		
y_2	79,0	0,37	0	119,168	-1,508
	76,4	0,98	3,922		
y_3	0,155	0,37	0	-4,863	31,376
	0,280	0,98	3,922		
y_4	88,0	0,37	0	86,282	-0,981
	84,0	0,98	3,922		
y_5	0	0,37	0	0	0,282
	13,9	0,98	3,922		

Согласно (3) для параметра оптимизации y_1 имеем систему уравнений для определения коэффициентов b_0, b_1 :

$$\begin{cases} b_0 + b_1 \cdot 0,57 = 0 \\ b_0 + b_1 \cdot 0,41 = 3,922 \end{cases}$$

где 0,57 – худшее значение параметра оптимизации y_1 , зафиксированное для образца № 6; 0,41 – лучшее значение плотности, достигнутое в образце № 1 (таблица 1).

Решая систему, находим: $b_0 = -11,23$ и $b_1 = 0,047$.

Таким образом, частные функции желательности имеют вид:

$$d_1 = \exp[-\exp(-13,972 + 24,51y_1)];$$

$$d_2 = \exp[-\exp(-119,168 + 1,508y_2)];$$

$$d_3 = \exp[-\exp(4,863 - 31,376y_3)];$$

$$d_4 = \exp[-\exp(-86,282 + 0,981y_4)];$$

$$d_5 = \exp[-\exp(-0,282y_5)].$$

Значения частных функций желательности для всех рассмотренных образцов мини-зефира представлены в таблице 1.

Обобщенная функция желательности рассчитана по формуле (1), ранжирование образцов в порядке убывания значения обобщенной функции желательности представлено на рисунке 2.

Наихудшим по совокупности частных показателей качества следует признать образец мини-зефира № 2 с внесением 5 % «Instantgum», который характеризовался наименьшим значением обобщенной функции желательности.

Наибольшее значение обобщенной функции желательности имел образец № 4 с внесением 10 % функционального ингредиента, так как ему принадлежит лучший набор всех частных параметров оптимизации.

На основании проведенных исследований разработана рецептура мини-зефира «Воздушное

счастье» с использованием «Instantgum». Разработанное изделие обладает высокими органолептическими, физико-химическими показателями, удовлетворительной формоудерживающей способностью, упругой жевательной консистенцией, имеет функциональное назначение по содержанию пищевого волокна.

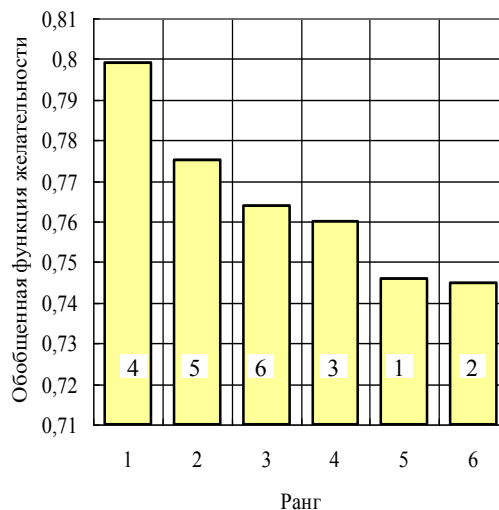


Рисунок 2. Ранжирование образцов мини-зефира на желатине с добавлением функционального ингредиента «Instantgum» в порядке убывания значения обобщенной функции желательности

Предложенную технологию мини-зефира на желатине с гуммиарабиком можно рекомендовать предприятиям кондитерской отрасли для внедрения и выпуска продукции на современных поточно-механизированных линиях по выработке пастильных изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1 Магомедов Г.О., Олейникова А.Я., Плотникова И.В., Лобосова Л.А. Функциональные пищевые ингредиенты и добавки в производстве кондитерских изделий. Воронеж: ВГУИТ, 2012. 720 с.

2 Олейникова А.Я., Аксенова Л.М., Магомедов Г.О. Технологии кондитерских изделий: учебник. СПб.: Изд-во «РАПП», 2010. 672 с.

3 Магомедов Г.О., Журавлев А.А., Шевякова Т.А., Седых Д.В. Использование функции Харрингтона для оптимизации рецептурного состава батончиков типа пралине // Вестник ВГУИТ. 2014. № 2. С. 99-103.

4 Дерканосова Н.М., Журавлев А.А., Сорокина И.А. Моделирование и оптимизация технологических процессов пищевых производств. Практикум. Воронеж: ВГТА, 2011. 196 с.

5 Kravtchenko T.P. Colloides Naturels International – Fibregum: A Natural Dietary Fibre. Colloides Naturels International. BP 4151, F-76723 Rouen cedex, France, 2009.

REFERENCES

1 Magomedov G.O., Oleinikova A.Ya., Plotnikova I.V., Lobosova L.A. Funktsional'nye pishchevye ingredient i dobavki v proizvodstve konditerskikh izdelii [Functional food ingredients and additives in the manufacture of confectionery]. Voronezh: VGUIT, 2012. 720 p. (In Russ.).

2 Oleinikova A.Ya., Aksenova L.M., Magomedov G.O. Tekhnologii konditerskikh izdelii [Technology of confectionery products]. Saint-Petersburg: RAPP, 2010. 672 p. (In Russ.).

3 Magomedov G.O., Zhuravlev A.A., Shevyakova T.A., Sedykh D.V. Using Harrington to optimize formulations, such as praline bars. Vestnik VGUIT. [Bulletin of VSUET], 2013, no. 2, pp. 99-103. (In Russ.).

4 Derkanosova N.M., Zhuravlev A.A., Sorokina I.A. Modelirovanie i optimizatsiya tekhnologicheskikh protsessov pishchevykh proizvodstv [Modeling and optimization of technological processes of food productions. Practicum work]. Voronezh: VGTA, 2011. 196 p. (In Russ.).

5 Kravtchenko T.P. Colloides Naturels International – Fibregum: A Natural Dietary Fibre. Colloides Naturels International. BP 4151, F-76723 Rouen cedex, France, 2009.