

ВИКОРИСТАННЯ ДИСАХАРИДУ ФРУКТОЗИ ПІД ЧАС ВИРОБНИЦТВА МАФІНІВ ІЗ НАЧИНКОЮ ДІЄТИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

А.М. Дорохович, О.В. Горзей, А.В. Мурзін

Установлено можливість раціонального використання фруктози під час виробництва фруктової начинки для мафінів дієтичного призначення. Шляхом багатофакторного планування експерименту визначено оптимальне співвідношення рецептурних компонентів: яблучного пюре та фруктози.

Досліджено реологічні властивості драгленодібною начинки на основі сахарози та фруктози. Визначено вміст вільної та зв'язаної вологи в начинках.

Ключові слова: цукровий діабет, сахароза, фруктоза, ефективна в'язкість, вільна та зв'язана волога.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИСАХАРИДА ФРУКТОЗЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МАФФИНОВ С НАЧИНКОЙ ДИЕТИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

А.Н. Дорохович, Е.В. Горзей, А.В. Мурзін

Установлена возможность рационального использования фруктозы при производстве фруктовой начинки для маффинов диетического назначения. Путем многофакторного планирования эксперимента определено оптимальное соотношение рецептурных компонентов: яблочного пюре и фруктозы.

Исследованы реологические свойства желеобразной начинки на основе сахарозы и фруктозы. Определены содержание свободной и связанной влаги в начинках.

Ключевые слова: сахарный диабет, сахароза, фруктоза, эффективная вязкость, связанная и свободная влага.

USE OF DISACCHARIDE DURING THE PRODUCTION OF MUFFINS WITH FILLINGS FOR DIABETICS

A. Dorokhovych, O. Horzei, A. Murzin

Development of special dietary products for patients with diabetes is a very important area of food science and technology. The analytical literature review showed that we do not have any works dedicated to the elaboration of muffins with

dietary purpose fillings. Therefore, we needed to develop muffins with fillings access for all people including patients suffering from diabetes.

The article under consideration discloses the possibility of rational use of fructose by producing fruit stuffing for dietetic muffins. An optimum ratio of the ingredients is defined by multiple factor planning of the experiment.

Rheological properties of a jelly-like stuffing based on sucrose and fructose are investigated.

The influence of sugar and fructose on structural and mechanical characteristics of jelly-like filling for muffins is defined. In comparison with sugar, fructose increases effective viscosity of the filling by 17%. The increased viscosity may complicate dosing of the filling on fructose in the baked muffin. Therefore, we decided to reduce the fructose content in the recipe to make the filling structure easier.

According to derivatograph researches, we established the content of total, bound and free moisture in stuffing for muffins. Endothermic effect was calculated and it was determined that activation energy of the filling on fructose is more than energy activation of the filling on the sucrose at 37%.

Results of the researches formed the basis for the development of compounds for fruit jellied stuffing applied for the production of muffins. Normative documents for muffins with filling was developed and approved.

Keywords: *pancreatic diabetes, sucrose, fructose, effective viscosity, bound and free moisture.*

Постановка проблеми у загальному вигляді. Мафін – маленька кругла або овальна випічка, переважно солодка, до складу якої входять різноманітні начинки.

Існує кілька думок про походження назви «мафін».

Ця назва була відома ще в XI столітті, деякі джерела свідчать про те, що слово «мафін» походить від французького слова «moufflet», що означає м'який хліб, інші стверджують, що слово «мафін» походить від німецького слова «tuff», що означає один з різновидів хліба [1; 2]. Відомо, що до появи мафінів кекси не були такими солодкими і не мали такого розмаїття в асортименті. Оскільки випікати їх швидко й просто, вони незабаром стали готуватися до сніданку як швидка й практична їжа. Мафіни можна подавати гарячими, холодними, теплими, з маслом і без [3].

Існує два типи мафінів: англійські та американські. Для виготовлення англійських мафінів використовують дріжджове тісто, а для американських у тісто кладуть розпушувач або соду для випічки. На сьогодні розроблені також спеціальні суміші для виробництва мафінів [4; 5].

Умовно всі мафіни можна поділити на солодкі та несолодкі. У тісто для несолодких мафінів додають будь-які відповідні за смаком

інгредієнти: сир, овочі, шматочки шинки або копченої риби. Солодкі мафіни найчастіше роблять з начинкою – кремовою або фруктовою. У деяких рецептах у тісто для мафінів пропонується додавати шматочки шоколаду, родзинки або цукати [6; 7; 8; 9; 10].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. До складу рецептур мафінів і начинок для них входить цукор білий кристалічний (сахароза), який має високий глікемічний індекс, що не дає змоги споживати їх людям, хворим на цукровий діабет. Аналітичний огляд літератури показав відсутність праць, присвячених розробленню мафінів з начинками дієтичного призначення. Для того, щоб мафіни з начинкою мали статус «дієтичний продукт», у рецептурах мафінів та начинки сахарозу замінено на фруктозу, яка є доступною за ціною та має глікемічний індекс втричі менший, ніж у цукру білого кристалічного.

Мета статті – розробити технологію виготовлення мафінів із начинкою для всіх верств населення, у тому числі для хворих на цукровий діабет.

Виклад основного матеріалу дослідження. За основу начинки взято рецептуру яблучного пластового мармеладу, де співвідношення яблучного пюре до цукру білого кристалічного становить 1,3:1.

Драгледоподібна фруктова начинка, виготовлена на сахарозі, має високі органолептичні та структурно-механічні показники, але не може споживатися хворими на цукровий діабет, оскільки сахароза має високий глікемічний індекс (ГІ), що становить 68%. Метою наших досліджень було розроблення фруктової начинки драгледоподібної структури для мафінів, які можна споживати всім групам населення, у тому числі й людям, хворим на цукровий діабет, з використанням фруктози, ГІ якої дорівнює 20%. Під час розроблення рецептури фруктової начинки заміну сахарози на фруктозу проводили з урахуванням вмісту сухих речовин: у сахарозі – 99,85%, у фруктозі – 98%.

Досліди із заміни сахарози на фруктозу показали, що міцність начинки на фруктозі значно більше міцності начинки на сахарозі.

Так, гранична напруга зсуву начинки на сахарозі становить 73,3 Па, на фруктозі – 88,19 Па. Зміцнення структури фруктової начинки можна пояснити збільшенням кількості водневих зв'язків з молекулами пектину. Фруктоза та сахароза були використані в однаковій кількості за вмістом сухих речовин. Однак число молекул фруктози (згідно з молекулярною масою 180) буде в 1,9 разу більше, ніж молекул сахарози (молекулярна маса 340), а це збільшуватиме кількість водневих зв'язків, які сприяють збільшенню міцності начинки на фруктозі.

Нами запропоновано подавати начинку у випечений і охолоджений до 343 К (70°C) мафін методом ежекції (рис. 1).

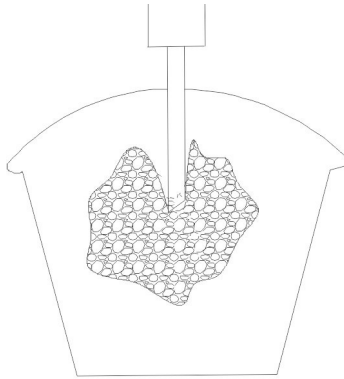
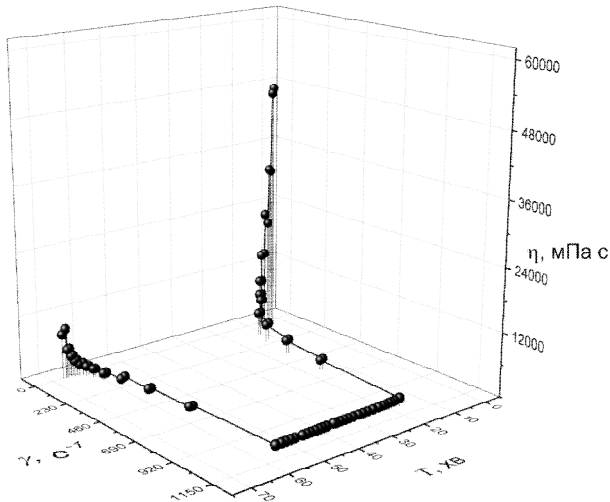
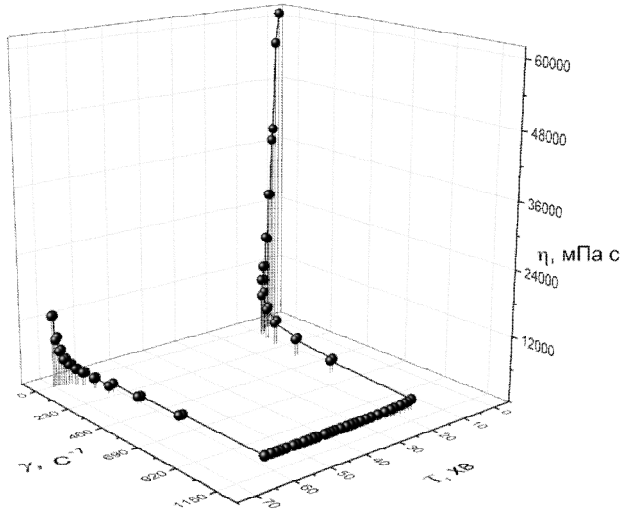


Рис. 1. Дозування начинки у випечений мафін

Під час дозування начинки методом ежекції велике значення має в'язкість начинки. За допомогою приладу «Реотест-2» нами було визначено ефективну в'язкість фруктової начинки на сахарозі й на фруктозі. На рис. 2 показано залежність ефективної в'язкості від швидкості зсуву начинки на сахарозі (рис. 2а) і на фруктозі (рис. 2б).



а



б

Рис. 2. Ефективна в'язкість фруктової начинки

У табл. 1 наведено реологічні властивості фруктових начинок на сахарозі та на фруктозі.

Таблиця 1

Структурно-механічні властивості фруктової начинки

Фруктова начинка	Вологість начинки, %	Реологічні властивості начинки			
		P_0 , Па×с	P_1 , Па×с	P_2 , Па×с	π , Па
на сахарозі	30,0	47,1	0,9	8,5	73,30
на фруктозі	30,0	61,3	1,1	13,3	88,19

де P_0 – ефективна в'язкість непорушеної структури, Па×с;

P_1 – ефективна в'язкість порушеної структури, Па×с;

P_2 – ефективна в'язкість відновленої структури, Па×с;

π – гранична напруга зсуву, Па.

Отримані дані свідчать про те, що ефективна в'язкість начинки на основі фруктози на 17% більша, ніж начинки на сахарозі, і це буде ускладнювати дозування начинки методом ежекції.

Для послаблення структури начинки на фруктозі нами запропоновано змінити співвідношення фруктози та яблучного пюре в напрямку зменшення кількості фруктози. Начинку, як і раніше, уварювали до вологості 30%. Результати отриманих даних наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Властивості начинки зі зменшеним вмістом фруктози

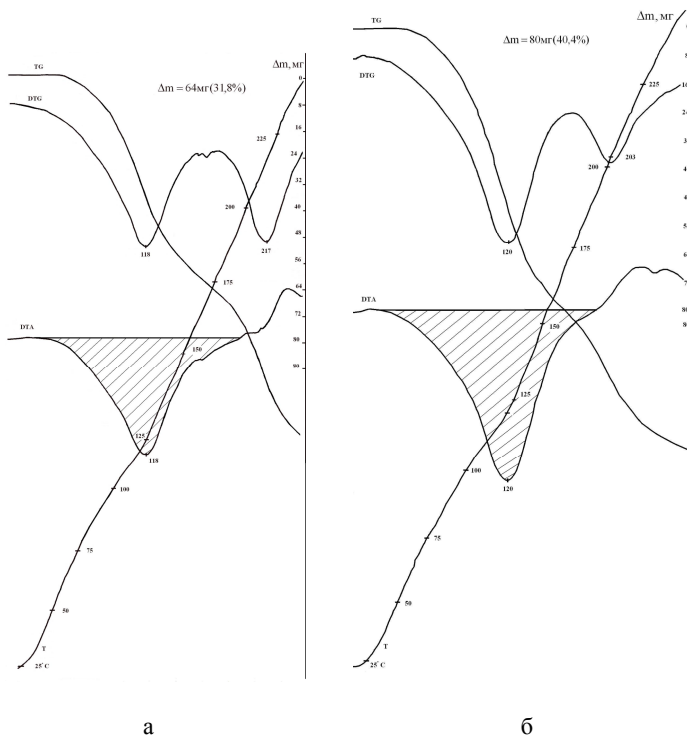
Фруктова начинка на фруктозі	Значення граничної напруги зсуву за різного співвідношення фруктози та яблучного пюре, Па			
	1:1,3	1:1,5	1:2,0	1:2,0
Міцність фруктової начинки	88,19	83,51	72,5	61,03
Кількість фруктози відносно сахарози, %	100	85	65	50

Досліди показали, що зменшення дозування фруктози на 35% за співвідношення фруктози та яблучного пюре 1:2,0 сприятиме послабленню структури начинки. Гранична напруга зсуву 72,5 Па в начинці зі зменшеним на 35% вмістом фруктози відповідає міцності начинки на сахарозі ($\pi = 73,3$ Па).

За допомогою дериватографа Q-1500 визначено вміст вільної та зв'язаної вологи у фруктовій начинці, виготовленій на сахарозі за співвідношення сахарози та яблучного пюре 1:1,3, та на фруктозі за співвідношення фруктози та яблучного пюре 1:2,0 (рис. 3).

Для визначення кількості загальної, вільної та зв'язаної вологи були зроблені такі припущення. Кількість загальної маси визначали як кількість маси, що була відділена під час прогрівання начинок до температури 196°C, тому що у разі прогрівання начинки за температури більше 196°C відбувається деструкція її хімічного складу. Вологу, яка відділяється під час прогрівання зразків до температури 113°C, ми пропонуємо розглядати як вільну вологу, а після 113°C як зв'язану.

Результати аналізу дериватограм щодо кількості вільної та зв'язаної вологи наведені у табл. 3.



**Рис. 3. Дериватограми прогрівання:
 а – фруктова начинка на цукрі; б – фруктова начинка на фруктозі**

**Таблиця 3
 Кількість вільної та зв'язаної вологи за аналізом кривих $TG = f(t)$**

Дослідний зразок	Загальна кількість видаленої вологи, %	Вільна волога від загальної кількості, %	Зв'язана волога від загальної кількості, %	Ендотермічний ефект, %
Фруктова начинка на сахарозі	30,0	44,0	56,0	100
Фруктова начинка на фруктозі	30,0	58,0	42,0	137

Як бачимо з дериватограм, у фруктовій начинці на фруктозі вміст вільної вологи більший на 14%, але й зв'язки в начинці на фруктозі сильніші, про що свідчить ендотермічний ефект, тобто витрати тепла на видалення вологи із зразків.

Висновки. Проведений комплекс досліджень дозволяє говорити про можливість застосування фруктози під час виробництва мафінів із фруктовою начинкою для хворих на цукровий діабет.

Визначено структурно-механічні властивості фруктової начинки драгледодібною структури на фруктозі та проведено порівняння її з драгледодібною начинкою на цукрі. Установлено, що за 100-відсоткової заміни сахарози на фруктозу міцність начинки буде значно більшою. Підвищення ефективної в'язкості начинки на фруктозі порівняно з начинкою на сахарозі на 17% ми пояснюємо різною молекулярною масою цукрів (сахарози – 342, фруктози – 180). Для послаблення структури начинки на фруктозі та кращого її дозування у випечений мафін методом ежекції ми вирішили зменшити вміст фруктози в рецептурі.

Список джерел інформації / References

1. Gerhard Müller, "Muffins", available at: <http://muellers-lesezelt.de/miszellen/muffins.pdf>
2. Сучкова Е. Кексы, маффины, капкейки / Е. Сучкова. – М. : ЛитРес, 2013. – 194 с.
Suchkova, E. (2013), *Cakes, muffins, cupcakes* [*Keksy, maffiny, kapkeyki*], LitRes, Moscow, 194 p.
3. Saulsbury, C. (2010), *750 Best Muffin Recipes: Everything from Breakfast Classics to Gluten-Free, Vegan and Coffeehouse Favorites*, Robert Rose Incorporated, 512 p.
4. Malouf, T. (2012), *The Hummingbird Bakery Cupcakes & Muffins*, London, Ryland Peters & Small, 64 p.
5. Blacker, M. (1999), "Muffins, Scones and Bread", *Australian Women's Weekly Home Library*, 120 p.
6. "Muffin Recipes", available at: <http://www.muffinrecipes.co.uk>.
7. Кайте, Л. (2012), "Sweet, savory and scrumptious muffins", *Vegetarian Times*, Sabot Publishing, № 21, pp. 54-59.
8. Reimer, S. (2008), *Muffins Fast and Fantastic*, Oxford, UK, Cherry Tree Publishing, 64 p.
9. Fergal Connolly (2006), *500 Muffins and Cupcakes*, Apple Press, 360 p.
10. Weinstein, B., Scarbrough, M. (2012), *The Ultimate Muffin Book: More Than 600 Recipes for Sweet and Savory Muffins*, London; HarperCollins, 272 p.

Дорохович Антонелла Миколаївна, д-р техн. наук, проф. кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів, Національний університет харчових технологій. Адреса: вул. Володимирська, 68, м. Київ, Україна, 01601.

Дорохович Антонелла Николаевна, д-р техн. наук, проф. кафедри технології хлебопекарних і кондитерських изделий, Национальний університет пищевих технологій. Адрес: ул. Владимирская, 68, г. Киев, Украина, 01601.

Dorokhovich Antonella, doctor of Sciences, Full Professor, Department of Bakery and Confectionary Goods, National University of Food Technology. Address: Vladimirska str., 68, Kyiv, Ukraine, 01601.

Горзей Олена Володимирівна, асп., асист. кафедри технології харчування та ресторанного бізнесу, Національний університет харчових технологій. Адреса: вул. Володимирська, 68, м. Київ, Україна, 01601. Тел.: 0952185884; e-mail: pasichnyck_olena@mail.ru.

Горзей Елена Владимировна, асп., ассист. кафедры технологии питания и ресторанного бизнеса, Национальный университет пищевых технологий. Адрес: ул. Владимирская, 68, г. Киев, Украина, 01601. Тел.: 0952185884; e-mail: pasichnyck_olena@mail.ru.

Horzei Elena, postgraduate, Teaching Assistant, Department of Nutrition and Restaurant Business, National University of Food Technology Address: Vladimirska str., 68, Kyiv, Ukraine, 01601. Tel.: 0952185884, e-mail: pasichnyck_olena@mail.ru

Мурзін Андрій Вадимович, канд. техн. наук, асист. кафедри технології харчування та ресторанного бізнесу, Національний університет харчових технологій. Адреса: вул. Володимирська, 68, м. Київ, Україна, 01601. Тел.: 0977761897.

Мурзин Андрей Вадимович, кандидат технических наук, ассист. кафедры технологии питания и ресторанного бизнеса, Национальный университет пищевых технологий. Адрес: ул. Владимирская, 68, г. Киев, Украина, 01601. Тел.: 0977761897.

Murzin Andrey, Cand. of Sc., Teaching Assistant, Department of Nutrition and Restaurant Business, National University of Food Technology. Address: Vladimirska str., 68, Kyiv, Ukraine, 01601. Tel.: 0977761897.

*Рекомендовано до публікації д-ром техн. наук, проф. Р.Ю. Павлюк.
Отримано 15.10.2016. ХДУХТ, Харків.*