

# ТЕХНОЛОГІЯ ХАРЧОВОЇ ТА ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

УДК 664.681

*Дорохович А.М.*

Національний університет харчових технологій

*Горзей О.В.*

Національний університет харчових технологій

## ВИКОРИСТАННЯ ДИ- І МОНОСАХАРИДІВ ПІД ЧАС ВИРОБНИЦТВА ФРУКТОВОЇ НАЧИНКИ ДЛЯ МАФІНІВ

*У статті проведено аналіз хімічного складу абрикосового пюре й установлено доцільність його використання під час виробництва начинок для мафінів. Визначено оптимальне співвідношення рецептурних компонентів і їх вплив на органолептичні та фізико-хімічні властивості рецептурної суміші начинки. З'ясовано структурно-механічні властивості рецептурних сумішей на основі абрикосового пюре, цукру білого кристалічного, глюкози, фруктози й лактулози. Установлено вплив цукрів на ефективну в'язкість начинки.*

**Ключові слова:** мафін, абрикосове пюре, сахароза, фруктоза, глюкоза, лактулоза, ефективна в'язкість.

**Постановка проблеми.** В асортименті борошняної кондитерської продукції важливе місце посідають мафіни, популярність яких постійно зростає за рахунок привабливого зовнішнього вигляду та різноманітного смаку.

Мафіни – один із нових для українських споживачів кондитерський виріб. Зовні мафіни схожі на кекси, вони поєднують у собі легку, ніжну структуру бісквіту, пористість кексів, але мають свою індивідуальність: замість маргарину або вершкового масла, які в кексів є основним структуроутворювачем, у технології мафінів використовується рослинна олія, котра багата на поліненасичені жирні кислоти й не містить транс-ізомерів жирних кислот [1, с. 57].

Зазвичай мафіни виготовляють на основі традиційної сировини (борошна, цукру білого кристалічного, меланжу) з додаванням спеціальної суміші, до складу якої входить сухий меланж, вологоутримуючі компоненти, сухе знежирене молоко, крохмаль, пекарські порошки Е 450; Е 500, емульгатори Е 472 і Е 471, Е 475, сіль, барвник тощо.

Мафіни можуть виготовляти з начинкою і без начинки. Найбільшим попитом користуються мафіни з драглеподібними начинками на основі фруктового пюре. Найбільш популярними є начинки, виготовлені з абрикосового пюре, яке має високі органолептичні показники та цінний

хімічний склад. Пюре з абрикос є джерелом вуглеводів, біологічно активних речовин і мінеральних сполук (таблиця 1).

Аналіз українського та закордонного ринку показує, що під час виробництва фруктово-ягідних начинок в основному використовують цукор білий кристалічний (сахарозу), однак мафіни є продуктом, який полюбляють діти, тому доцільно в рецептурі сахарозу замінити на глюкозу.

Останнім часом у світі дуже поширилося захворювання на цукровий діабет. Людям із цією хворобою не рекомендується вживати вуглеводи з високим глікемічним індексом (глікемічний індекс сахарози становить 68, глюкози – 100, фруктози – 20). Тому у виробництві мафінів, які можна споживати хворим на цукровий діабет, доцільно використовувати моносахарид фруктозу.

Сахароза, глюкоза, фруктоза за фізико-хімічними властивостями мають суттєві відмінності, безумовно, вони по-різному будуть впливати на структурно-механічні властивості начинки на основі абрикосового пюре.

Для надання мафінам статусу «функціональний харчовий продукт» доцільно під час їх виробництва застосовувати фізіологічно-функціональні інгредієнти (вітаміни, мінеральні речовини, пребіотики, пробіотики, рослинні волокна тощо). Кращим пребіотиком у світі визнано лактулозу, але даних щодо впливу лактулози на структурно-

Хімічний склад абрикосового пюре

| Хімічний склад                          | Кількість у 100 г продукту | Хімічний склад       | Кількість у 100 г продукту |
|---|----------------------------|----------------------|----------------------------|
| Вода, г                                 | 87,0                       | Натрій, мг           | 3,0                        |
| Білки, г                                | 1,2                        | Фосфор, мг           | 24,0                       |
| Вуглеводи, г                            | 13,9                       | Сірка, мг            | 5,0                        |
| Органічні кислоти, г                    | 1,0                        | Хлор, мг             | 1,0                        |
| Пектинові речовини, г                   | 0,9                        | <i>Мікроелементи</i> |                            |
| Зола                                    | 0,4                        | Залізо, мг           | 0,6                        |
| <i>Вітаміни</i>                         |                            | Цинк, мг             | 0,08                       |
| Бета-каротин, мг                        | 3,0                        | Кремній, мг          | 4,0                        |
| Вітамін А (ретинол), мкг                | 500                        | Йод, мкг             | 0,5                        |
| Вітамін В <sub>1</sub> (тіамін), мг     | 0,02                       | Алюміній, мкг        | 364,0                      |
| Вітамін В <sub>2</sub> (рибофлавін), мг | 0,03                       | Бор, мкг             | 120,0                      |
| Вітамін В <sub>3</sub> (Ніацин), мг     | 0,03                       | Ванадій, мкг         | 22,0                       |
| Вітамін С, мг                           | 5,0                        | Мідь, мкг            | 130,0                      |
| Вітамін РР, мг                          | 0,7                        | Марганець, мг        | 0,2                        |
| <i>Макроелементи</i>                    |                            | Молібден, мкг        | 7,0                        |
| Кальцій, мг                             | 26,0                       | Нікель, мкг          | 30,0                       |
| Калій, мг                               | 283,0                      | Фтор, мкг            | 10,0                       |
| Магній, мг                              | 7,0                        | Хром, мкг            | 0,8                        |

механічні властивості фруктової начинки для мафінів немає.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналітичний огляд літератури показав відсутність праць, присвячених розробленню мафінів з начинками дієтичного та функціонального призначення. Для надання мафінам з начинкою статусу «функціональний продукт» вирішено в начинку додавати пребіотик лактулозу. Для забезпечення мафінам статусу «дієтичний продукт» у рецептурах начинки сахарозу замінено на фруктозу, яка є доступною по ціні й має глікемічний індекс, утричі менший, ніж у цукру білого кристалічного.

Дисахарид лактулоза у світі визнаний найкращим пребіотиком. Завдяки тому, що в організмі людини відсутні ферменти, які б гідролізували лактулозу до галактози і фруктози, вона проходить через шлунково-кишковий тракт незміненою й доходить до товстої кишки, де сприяє розмноженню мікроорганізмів (кишкової флори), корисних для здоров'я людини. Використання лактулози надає функціональні властивості харчовим продуктам [2, с. 251].

Лактулоза володіє цінними властивостями: високою біфідогенною активністю, можливістю відновлювати захисну мікрофлору кишечника, сприяє лікуванню шлунково-кишкових, печінкових хвороб, пригнічує розвиток патогенної та

умовно патогенної мікрофлори, токсичних метаболітів, збільшує адсорбцію мінералів, зміцнює кістковий скелет людини. Добова норма ефективного вживання лактулози дорівнює 2–10 г.

Проведено велику кількість досліджень щодо раціонального використання пребіотика лактулози під час виробництва харчових продуктів. Проте даних щодо використання лактулози у виробництві начинок драгледоподібної структури й впливу лактулози на їх реологічні характеристики не знайдено.

**Постановка завдання.** Метою статті є визначення впливу дисахаридів (сахарози, лактулози) і моносахаридів (глюкози, фруктози) на структурно-механічні й органолептичні властивості фруктових начинок, які доцільно використовувати під час виробництва мафінів функціонального призначення.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Начинку на основі абрикосового пюре готували, виходячи зі співвідношення між пюре та сахарозою 1,3:1. При заміні сахарози на глюкозу та фруктозу проводили перерахунок цукрів за вмістом сухих речовин: у 100 г цукру білого кристалічного вміст води становить 0,15 г, у 100 г фруктози – 2 г, у 100 г глюкози – 9 г.

Доцільно було визначити, як різна кількість цукрів (з урахуванням однакового вмісту сухих речо-

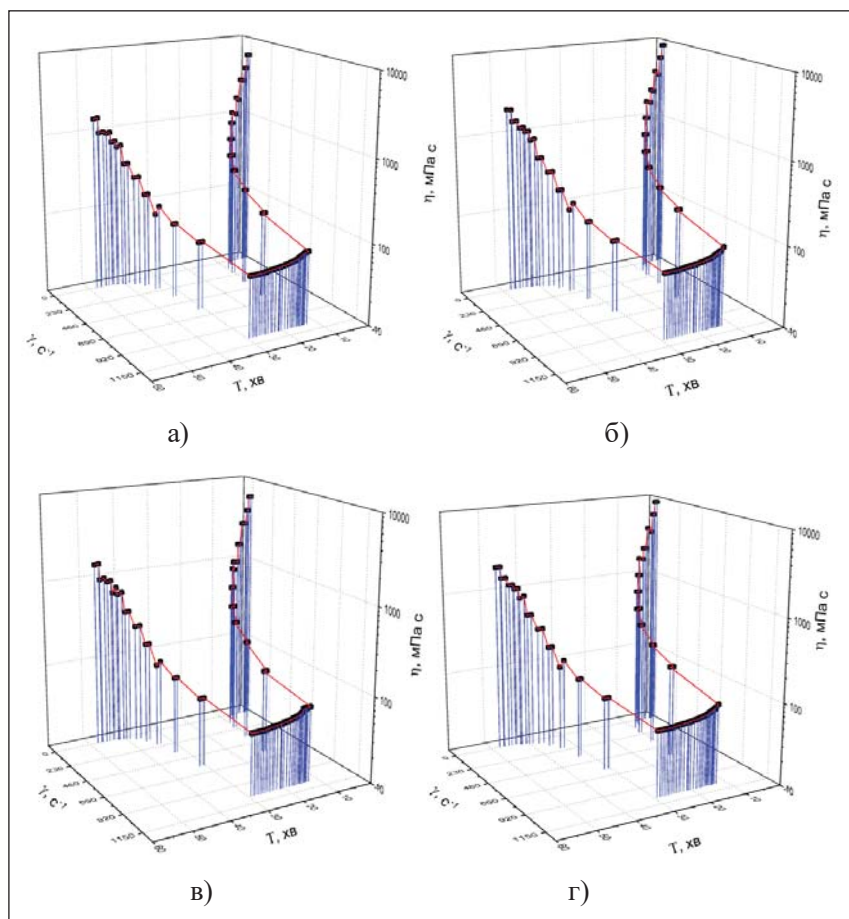


Рис. 1. Залежність ефективної в'язкості, мПа×с від швидкості зсуву, с<sup>-1</sup>:  
 а – рецептурна суміш на сахарозі; б – рецептурна суміш на фруктозі;  
 в – рецептурна суміш на глюкозі; г – рецептурна суміш на глюкозі зі зменшенням на 30% умістом глюкози

вин) впливатиме на ефективну в'язкість рецептурної суміші. На рис. 1 показано вплив цукрів (сахарози, глюкози, фруктози) на значення ефективної в'язкості рецептурних сумішей  $\eta_{ef}=f(\gamma)$ , де швидкість зсуву змінюється в межах від 2,54 до 1073 с<sup>-1</sup>.

Результати досліджень реологічних властивостей рецептурних сумішей подано в таблиці 2.

Аналіз отриманих даних показав, що в'язкість рецептурної суміші на основі фруктози і глюкози на 45,7% і 54,9%, відповідно, більша, ніж в'язкість рецептурної суміші на сахарозі. Підвищення ефективної в'язкості рецептурної суміші, отриманої на моносахаридах глюкозі та фруктозі відносно сахарози, пояснюємо різницею молекулярної маси цукрів: сахарози – 342, глюкози та фруктози – 180. Це свідчить про те, що кількість молекул глюкози та фруктози в рецептурній суміші буде в 1,9 разів більше відносно кількості молекул сахарози, тому й число водневих зв'язків з молекулами пектину

яблучного пюре буде більшим, що сприяє збільшенню в'язкості рецептурної суміші [3, с. 158].

З рецептурної суміші готують начинку з вологістю 30%. У процесі зберігання начинки встановлено, що через 10 год. при температурі 20°C (293 К) в начинці на глюкозі з'явилися кристали, а через добу начинка повністю кристалізувалась. На нашу думку, причиною кристалізації глюкози є її низька розчинність (таблиця 3).

У готовій начинці при температурі 333 К (60°C) кристалів не було, оскільки при цій температурі розчинність глюкози дорівнює розчинності сахарози, а при 20 °С розчинність стала меншою й розчин перейшов із насиченого в перенасичений стан. Тому для запобігання кристалізації глюкози прийнято рішення зменшення її дозування. Проведено комплекс досліджень і встановлено, що зменшення кількості глюкози в рецептурній суміші на 30% запобігає утворенню криста-

Реологічні характеристики рецептурних сумішей

| Рецептурна суміш на               | Значення реологічних характеристик, Па·с   |  |
|-----------------------------------|--|--|
|                                   | $\eta_1$ – в'язкість непорушеної структури | $\eta_2$ – в'язкість порушеної структури |
| Сахарозі                          | 15,3                                       | 0,042                                    |
| Фруктозі                          | 22,3                                       | 0,048                                    |
| Глюкозі                           | 23,7                                       | 0,048                                    |
| Зменшене дозування глюкози на 30% | 13,8                                       | 0,039                                    |

Таблиця 3

Розчинність сахарози, глюкози, фруктози залежно від температури

| Назва цукрів | Розчинність залежно від температури, % |               |               |               |               |
|--------------|--|---------------|---------------|---------------|---------------|
|              | 293 К (20° С)                          | 303 К (30° С) | 313 К (40° С) | 323 К (50° С) | 333 К (60° С) |
| Сахароза     | 67,09                                  | 68,7          | 70,42         | 72,65         | 74,18         |
| Глюкоза      | 47,72                                  | 54,61         | 61,83         | 70,91         | 74,73         |
| Фруктоза     | 78,94                                  | 81,64         | 84,34         | 86,90         | 89,10         |

Таблиця 4

Ефективна в'язкість

| Абрикосова начинка на                                 | $\eta_{\text{эф}}^0$ , Па·с | $\eta_{\text{эф}}^P$ , Па·с | $\eta_{\text{эф}}^B$ , Па·с | $\eta_{\text{эф}}^B/\eta_{\text{эф}}^0$ , % |
|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---|
| Сахарозі та лактулозі                                 | 63,01                       | 1,08                        | 20,5                        | 32,5  |
| Фруктозі та лактулозі                                 | 82,1                        | 1,7                         | 36,7                        | 44,7  |
| Глюкозі та лактулозі                                  | 84,1                        | 0,85                        | 37,7                        | 44,8  |
| Глюкозі зі зменшенням її кількості на 30% і лактулозі | 68,5                        | 1,05                        | 20,7                        | 30,2  |

лів. Визначено ефективну в'язкість рецептурної суміші зі зменшеним умістом глюкози (рис. 1 г, таблиця 2). Отримані дані свідчать, що ефективна в'язкість рецептурної суміші зі зменшеним умістом глюкози приблизно дорівнює ефективній в'язкості рецептурної суміші на сахарозі. Установлено раціональне співвідношення рецептурних компонентів: абрикосове пюре: сахароза/фруктоза 1,3:1; абрикосове пюре: глюкоза 1,5:1.

Рецептурну суміш уварювали у відкритому варочному котлі до вологості 30%, яку визначали за допомогою рефрактометра. У кінці уварювання вводили лимонну кислоту та пребіотик лактулозу. Прийнято рішення вносити лактулозу в кількості 10% до маси начинки. Оскільки начинку дозуватимуть у мафін у кількості 30 г, то в готовому мафіні буде міститись 3 г лактулози, що надасть продукту функціональних властивостей.

Готову начинку охолоджували до 20°С і визначали в ній залежність ефективної в'язкості від градієнта зсуву (рис. 2).

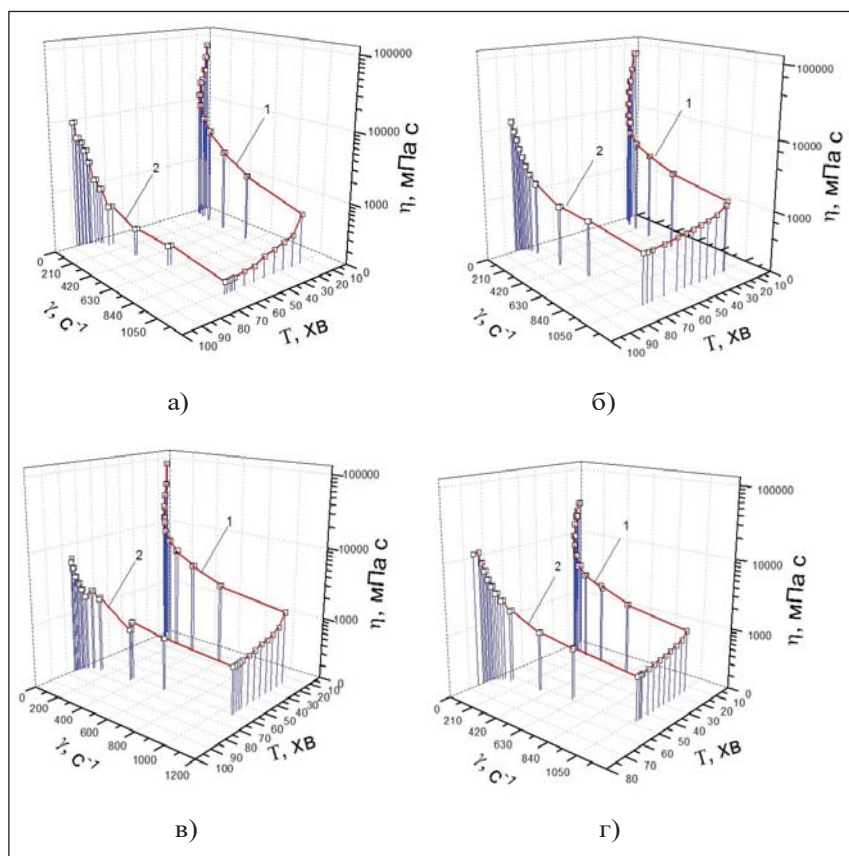
У таблиці 4 наведені реологічні характеристики абрикосової начинки:  $\eta_{\text{эф}}^0$  – ефективна в'язкість непорушеної структури;  $\eta_{\text{эф}}^P$  – ефективна в'язкість порушеної структури;  $\eta_{\text{эф}}^B$  – ефективна

в'язкість відновленої структури;  $T$  – коефіцієнт тиксотропії (співвідношення  $\eta_{\text{эф}}^B/\eta_{\text{эф}}^0$ ).

Аспірантом А.В. Мурзіним під керівництвом д. т. н., проф. А.М. Дорохович розроблена методика оцінювання тиксотропії за площею петлі гістерезису й запропоновано класифікацію тиксотропних властивостей, згідно з якою тиксотропія всіх зразків начинки заслуговує на оцінку «добре» та «задовільно» [4, с. 67–68].

У виробничих умовах дуже часто бувають випадки, коли через низку причин відбувається передчасне формування структури начинки, тобто утворюється міцний гель, котрий складно дозувати. На виробництві таку начинку піддають механічному порушенню, але при невеликих швидкостях зсуву (3–5 с<sup>-1</sup>). Хороші тиксотропні властивості свідчать про те, що після такого порушення структура начинки буде відновлюватись.

**Висновки.** У результаті проведеного комплексу досліджень установлено, що цукри (сахароза, глюкоза, фруктоза) мають різний вплив на структурно-механічні властивості рецептурної суміші та начинки на основі абрикосового пюре. Глюкоза і фруктоза збільшують ефективну в'язкість начинки щодо сахарози.



**Рис. 2. Реологічні криві фруктової начинки:**

а) з використанням сахарози та лактулози; б) з використанням фруктози та лактулози; в) з використанням глюкози та лактулози; г) з використанням глюкози зі зменшеним її дозуванням і лактулози  
Крива 1 – пряма залежність, крива 2 – зворотна залежність.

Завдяки своїй низькій розчинності глюкоза сприяє процесу кристалізації, тому встановлено доцільність зменшення її кількості в рецептурній суміші на 30%, що забезпечує значення ефективної в'язкості, наближене до ефективної в'язкості на сахарозі.

Функціональні властивості абрикосової начинки на основі сахарози, глюкози та фруктози забез-

печує додавання пребіотика лактулози в кількості 10% до маси начинки, щоб 100 г готового мафіну з начинкою забезпечували добову потребу в лактулозі на 30%. У такому випадку мафін з начинкою на основі сахарози та лактулози, глюкози та лактулози заслуговує на статус «функціональний харчовий продукт», а на основі фруктози та лактулози – «дієтично-функціональний харчовий продукт».

#### Список літератури:

1. Дорохович А.Н., Лазоренко Н.П. Маффины функционального и диетического назначения. Научные труды на УХТ. 2012. № LIX. Том 59. С. 108–112.
2. Дорохович А.Н., Мурзин А.В., Пасечник Е.В. Использование пребиотика лактулозы при производстве фруктово-ягодных начинок. Новое в технологии и техника функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений: матер. V Междунар. науч.-техн. конф. Воронеж. гос. ун-та инж. технол., 4–5 июня 2015 года. Воронеж: ВГУИТ, 2015. С. 250–253.
3. Горзей О.В., Дорохович А.М. Фруктовая начинка для маффинов функционального назначения. Проздольчі ресурси: зб. наук. пр. / НААН України; Ін-т прод. ресурсів НААН України. Луцьк: СПД Гадяк Жанна Володимирівна друкарня «Волиньполіграф»™, 2016. № 7. С. 157–162.
4. Мурзін А.В. Оздоблювальні напівфабрикати типу суфле для тортів і тістечок спеціального призначення: дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.18.01 / Нац. ун-т харч. технологій. Київ, 2014. 200 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИ- И МОНОСАХАРИДОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ФРУКТОВОЙ НАЧИНКИ ДЛЯ МАФФИНОВ

*В статье проведен анализ химического состава абрикосового пюре и установлена целесообразность его использования при производстве начинок для маффинов. Определено оптимальное соотношение рецептурных компонентов и их влияние на органолептические и физико-химические свойства рецептурной смеси начинки. Установлены структурно-механические свойства рецептурных смесей на основе абрикосового пюре, сахара белого кристаллического, глюкозы, фруктозы и лактулозы, влияние сахаров на эффективную вязкость начинки.*

**Ключевые слова:** маффин, абрикосовое пюре, сахароза, фруктоза, глюкоза, лактулоза, эффективная вязкость.

## THE USING OF DI- AND MONOSACCHARIDES IN THE PRODUCTION OF FRUIT FILLING FOR MUFFINS

*The analysis of chemical composition of apricot puree has been carried out and the expediency of its using in the manufacture of fillings for muffins has been established. The optimal ratio of of prescription components and their influence on the organoleptic and physicochemical properties of prescription mixture have been determined. The structural and mechanical properties of prescription mixtures based on apricot puree, saccharose, glucose, fructose and lactulose are investigated. The influence of sugars on the effective viscosity of a jellylike stuffing has been established.*

**Key words:** muffin, apricot puree, saccharose, glucose, fructose, lactulose, effective viscosity.