

УДК 637.142.2

*Л.В. Шпачук асист.,
В.С. Гуць д-р. техн. наук, проф.
Національний університет
харчових технологій*

ВПЛИВ ГЛЮКОЗНО- ФРУКТОЗНИХ СИРОПІВ НА КОНСИСТЕНЦІЮ ЗГУЩЕНОГО ВАРЕНОГО МОЛОКА

У статті описано сучасний стан використання натуральних цукрозамінників, зокрема глюкозно-фруктозних сиропів (ГФС) у харчовій промисловості.

Теоретично обґрунтовано та експериментально доведено можливість використання глюкозно-фруктозних сиропів у технології згущеного вареного молока. Проведено дослідження якісних характеристик та визначено консистенцію згущеного вареного молока з використанням глюкозно-фруктозних сиропів.

Описано сучасну методiku визначення показника консистенції дослідних проб за допомогою методу гравітаційної пенетрації. Наведено дані експериментальних досліджень зміни показника пенетрації готового продукту в процесі зберігання.

На основі проведених досліджень встановлено, що внесення глюкозно-фруктозних сиропів сприяє утворенню м'якої консистенції згущеного вареного молока. Показано зв'язок оцінки консистенції згущеного вареного молока з показником пенетрації.

Розроблені рецептури згущеного вареного молока з глюкозно-фруктозними сиропами можуть бути рекомендовані для виробництва на підприємствах молочноконсервної галузі.

Ключові слова: *згущене варене молоко, глюкозно-фруктозні сиропи, консистенція, гравітаційна пенетрація.*

Харчові продукти складні за хімічним складом, мають певні властивості, які в загальному характеризують якість продукції. Стандартним визначенням оцінки якості продуктів є органолептична оцінка, до якої відносять зовнішній вигляд, смак, запах, колір та консистенцію. Існуючий метод визначення консистенції є суб'єктивним. Тому у процесі визначення якості продукту, разом з органолептичним методом оцінки консистенції необхідно застосовувати інструментальні методи контролю, які засновані на визначенні однієї або кількох об'єктивних структурно-механічних характеристик продукту.

Структурно-механічні властивості (СМВ) проявляються під час дії механічної енергії (сили) на продукт і характеризує його опір прикладеним силам. Дана група фізичних властивостей найбільш повно описує уявлення про деякі аспекти якості продукції. Консистенція є складовою структурно-механічних властивостей і характеризує агрегатний стан продуктів та являється зовнішнім вираженням внутрішньої будови дисперсної системи та виду взаємодії структурних елементів всередині продукту.

Більшість харчових продуктів — складні гетерогенні системи. Їх структурно-механічні властивості індивідуальні і залежать від багатьох факторів: температури, вологості, масової частки жиру, концентрації сухих речовин.

Згущене варене молоко характеризується високим вмістом цукру, який надає специфічного смаку та забезпечує консервувальний ефект готового продукту. Відомо, що ненормоване вживання продуктів з високим вмістом вуглеводів призводить до ряду небезпечних захворювань. Тому, останнім часом сформувалась тенденція до виробництва харчових продуктів із застосуванням цукрозамінників або продуктів зі знизеним вмістом цукру [1; 5].

Аналітичні дослідження засвідчили, що серед великої кількості цукрозамінників, які використовуються у харчовій промисловості за кордоном, глюкозно-фруктозні

© Л.В. Шпачук, В.С. Гуць, 2012

сиропи виявились одні із найбільш перспективних для масового вжитку. Вони за смаковими властивостями конкурують із буряковим та тростниковим цукром і є більш безпечним харчовим продуктом за своїм складом.

Глюкозно-фруктозні сиропи за своїм складом відрізняються від цукрового сиропу, тому дослідження їх впливу на структурно-механічні властивості згущеного вареного молока актуальні, так як консистенція згущеного молока впливає на ефективність технологічних процесів і якість продукту.

Мета роботи полягає у дослідженні консистенції згущеного вареного молока.

Предметом дослідження слугувало згущене варене молоко з натуральними цукрозамінниками — глюкозно-фруктозними сиропами.

Консистенцію дослідних проб згущеного молока визначали за допомогою методу гравітаційної пенетрації.

Для визначення впливу ГФС на консистенцію згущеного вареного молока було досліджено чотири зразки продуктів: перший зразок — згущене варене молоко з цукровим сиропом (контроль); другий — згущене варене молоко з глюкозно-фруктозним сиропом та цукровим сиропом у співвідношенні 50 : 50 відповідно (ГФС-10); третій — згущене варене молоко з глюкозно-фруктозним сиропом (ГФС-30); четвертий — згущене варене молоко з глюкозно-фруктозним сиропом (ГФС-42).

Склад згущеного вареного молока наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Якісні характеристики згущеного вареного молока (% в 100 г продукту)

Компоненти	Молоко згущене термічно оброблене, виготовлене з			
	Зразок 1 (з цукром (контроль))	Зразок 2 (ГФС-10)	Зразок 3 (ГФС-30)	Зразок 4 (ГФС-42)
Масова частка, %				
Вуглеводів, %, в тому числі:				
лактоза	12	12	12	12
сахароза	43,5	21,5	16,6	—
глюкоза	—	8,3	17,3	20,8
фруктоза	—	3,7	8,1	21,1
мальтоза	—	6,1	1,1	1,2
вищі цукри	—	3,4		0,4
Жиру, %	8,5	8,5	8,5	8,5
Білку, %	6,29	6,16	6,24	6,53

В процесі складання рецептури визначено, що згущене варене молоко з ГФС-10 не доцільно готувати з використанням лише одного сиропу, оскільки даний сироп не забезпечує продукт належною солодкістю, яка властива традиційному продукту. Тому оптимальним рішенням є використання сиропу лише для часткової заміни цукру. Сиропи ГФС-30 і ГФС-42 дають можливість повної заміни цукру у продукті. Такі продукти містять на 4—7 % вуглеводів менше у порівнянні з традиційним, що в свою чергу знижують калорійність згущеного молока.

Для визначення консистенції продукту використовують пенетрометри, віскозиметри, консистометри, адгезіометри, тощо. На сучасному етапі розвитку достовірність результатів експериментальних досліджень досягається за рахунок використання сучасних вимірювальних приладів, математичних моделей та комп'ютерної техніки. Тому було обрано новий простий і одночасно науково обґрунтований метод голчастої пенетрації.

Даний метод передбачає занурення голчастого індентора масою m , (г); діаметром d (мм) у продукт.

На рис. 1 показано послідовність занурення голчастого індентора в продукт:

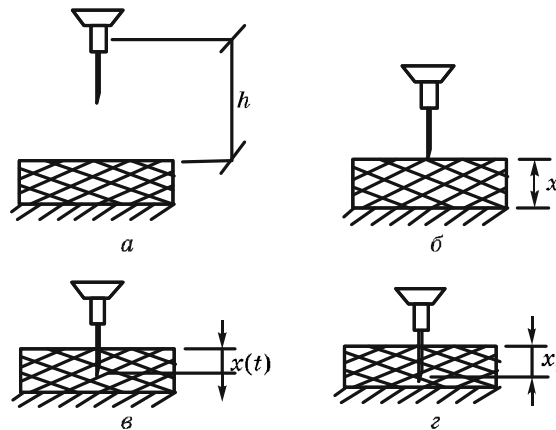


Рис. 1. Послідовність занурення індентора в продукт

Дослідження проводили в наступній послідовності. Індентор закріпили на висоті h від центру його тяжіння до зразка (рис. 1а). Його відпустили і під дією сили тяжіння індентор падав на зразок. При контакті з поверхнею зразка його швидкість буде дорівнювати $V_0 = \sqrt{2gh}$ (де, $g = 9,8$ — прискорення вільного падіння, m/c^2). Далі індентор починав занурюватись в товщу зразка (рис. 1б). В цей час будуть діяти наступні сили: тяжіння $P_T = mg$; penetрації $P_{np} = \phi(K_{on})$, яка є функцією структурно-механічних властивостей продукту і характеризує його консистенцію; сила інерції Ньютона:

$$P_n = m \frac{d^2 x}{dt^2};$$

яка є характеристикою руху системи.

На рис. 2 схематично показано дію сил при зануренні голчастого індентора у товщу продукту.

Запишемо диференціальне рівняння руху індентора, враховуючи вище описані сили:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + P_{np} = mg \quad (1)$$

Розв'язок рівняння (1) при початкових умовах t

$$t = 0 = x(0) = 0; dx/dt = V_0;$$

$$x(t) = \frac{1}{2} \left(\frac{mg - P_{np}}{m} + V_0 t \right) \quad (2)$$

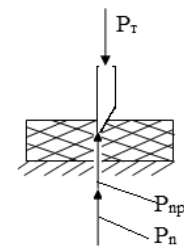


Рис. 2. Сили, які діють на голчастий індентор

Виходячи з умов проведення експериментальних досліджень, аналіз проведеної математичної моделі може бути різний. Сучасні експериментальні установки дозволяють одночасно фіксувати глибину занурення індентора та тривалість процесу. Підставивши їх значення в рівняння (2) знаходимо зусилля P_{np} .

Запропоновано значно простіший спосіб визначення сили penetрації P_{np} . Послідовність проведення дослідження наступна. Спочатку зважуємо індентор та фіксуємо його масу, після чого закріплюємо індентор на штативі і відміряємо відстань h від центру тяжіння індентора до зразка. Далі відпускаємо індентор і фіксуємо глибину його занурення x_k . Для знаходження тривалості t занурення індентора виконуємо диференціювання рівняння:

$$\frac{dx}{st} = \frac{(mg - P_{np})t}{m} + V_0 \quad (3)$$

Пенетрація буде закінчена, коли швидкість руху індентора буде нульовою, тобто $dx/dt = 0 \rightarrow \frac{(mg - P_{\text{пр}})t}{m} + V_0$

Враховуючи це знаходимо t :

$$t = \frac{V_0 m}{(P_{\text{пр}} - mg)} \quad (4)$$

Підставляємо t в рівняння (2):

$$x_k = \frac{1}{2} \frac{(mg - P_{\text{пр}})}{m} \frac{V_0^2 m^2}{(P_{\text{пр}} - mg)^2} + V_0 \frac{V_0 m}{(P_{\text{пр}} - mg)} = \frac{1}{2} \frac{V_0^2 m^2}{P_{\text{пр}} - mg} \quad (5)$$

З рівняння (5) знаходимо $P_{\text{пр}}$:

$$P_{\text{пр}} = \frac{V_0^2 m}{2x_k} + mg \quad (6)$$

Рівняння (6) використовуємо для знаходження сили $P_{\text{пр}}$ пенетрації

При визначенні характеру впливу на консистенцію продукту факторів технологічного характеру, наприклад, температури, тривалості оброблення, механічного впливу, концентрації речовин і багатьох інших. Доцільним є визначення зміни консистенції — показника пенетрації.

В цьому випадку розраховують відношення:

$$\phi = x_{k \text{ опт}} / x_k; \quad (7)$$

де, $x_{k \text{ опт}}$ — занурення пенетрометра в продукт з оптимальною консистенцією, визначеною органолептичним методом. Порівняльний аналіз даних експериментальних досліджень на гравітаційному пенетрометрі та за допомогою органолептичних досліджень наведено в табл. 2.

Таблиця 2. Оцінка консистенції згущеного вареного молока

Консистенція продукту (визначена органолептично)	Показник пенетрації ϕ
Дуже м'яка консистенція, текуча, плинна	$\leq 0,5$
М'яка, мажуча, але не текуча	$0,5 \div 0,8$
Оптимальна консистенція задовольняє потреби високої якості	$0,8 \div 1,1$
В міру тверда консистенція	$1,1 \div 1,5$
Тверда консистенція	$\geq 1,5$

Результати досліджень пенетрацією консистенції згущеного вареного молока з різним вуглеводним складом приведено на рис. 3

За результатами досліджень видно, що згущене варене молоко з глюкозно-фруктозними сиропами у свіжевиготовлених зразках має більш м'яку консистенцію у порівнянні з контрольним зразком. Проте уже через 6 місяців зберігання консистенція зразків згущеного молока з глюкозно-фруктозними сиропами наблизилась до контролю. Показник пенетрації згущеного вареного молока з ГФС-30 і ГФС-42 протягом 6 місяців зберігання збільшився на 16,6 і 15 % відповідно, тоді як згущеного вареного молока з цукром — 10,2 %. Через 12 місяців коефіцієнт пенетрації згущеного вареного молока підвищився: контроль — на 12,9 %; з ГФС 10 — на 16,3 %; з ГФС-30 — на 20,9 %; з ГФС-42 — 20 %. У свіжевиготовлених зразках згущеного молока з ГФС консистенція дещо м'якша в порівнянні з контролем, але зі збільшенням терміну

зберігання коефіцієнт penetрації збільшується, що свідчить про утворення більш твердої за органолептичною оцінкою консистенції.

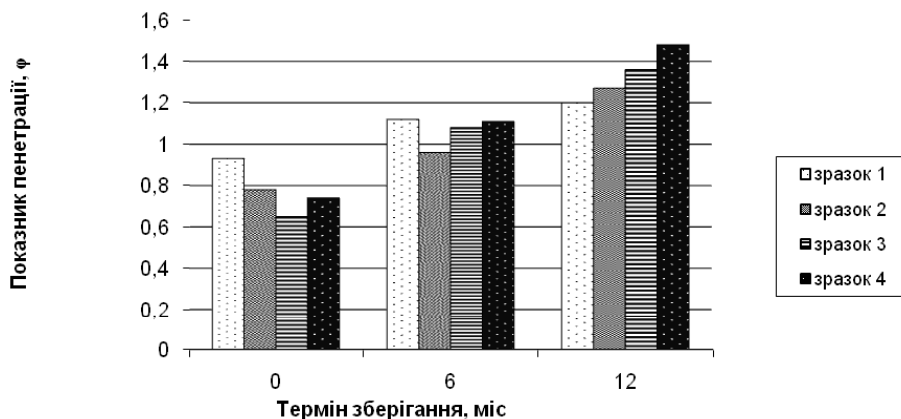


Рис. 3. Зміна показника penetрації згущеного вареного молока при зберіганні

Висновки. На основі експериментальних досліджень встановлено показник penetрації згущеного вареного молока з глюкозно-фруктозними сиропами за допомогою методу гравітаційної penetрації. Даний метод дає можливість об'єктивно визначити консистенцію готового продукту, виготовленого з заміною цукру на глюкозно-фруктозні сиропа та встановити характер її зміни в залежності від тривалості зберігання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Горбатова А.В. Структурно-механические характеристики пищевых продуктов. М. — Легкая и Пищевая промышленность, 1982—237с
2. Перебейнос А.В. Технологии производства функциональной продукции из продовольственного сырья. М. — Легкая и Пищевая промышленность, 2002—230с
3. Рогов И.В. Физические методы обработки пищевых продуктов. М. — Пищевая промышленность 2004—584с
4. Федоров Н.Е., Измерение ротационным вискозиметром. М. — Легкая и Пищевая промышленность, 2000—104с
5. Шалыгина А.М. Структурно-механические характеристики пищевых продуктов. М. — Колос, 2002—201с
6. Зобкова З.С., Фурсова Т.П. О консистенции молочных продуктов // Молочная промышленность — 2002. — №10. — с. 23—24.
7. Косой В.Д., Меркулов М.Ю., Юдина С.Б. контроль качества молочных продуктов методами физико-химической механики. — СПб.: ГИОРД, 2005. — 208 с.
8. Матц С.А. Структура и консистенция пищевых продуктов. — М.: Пищевая промышленность, 1972. — 238 с.
9. Скорченко Т.А. Сучасні тенденції виробництва молочних консервів // Молочное Дело. 2006. — №4. — с. 23—24
10. Чекулаева Л.В., Чекулаев Н.М. Сгущенные молочные консервы. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. — 264 с.

Л.В. Шпачук, В.С. Гуць

Влияние глюкозно-фруктозных сиропов на консистенцию сгущенного вареного молока

В статье описано современное состояние использования натуральных сахарозаменителей, в частности глюкозно-фруктозного сиропа (ГФС) в пищевой промышленности.

Теоретически обосновано и экспериментально доказано возможность использования глюкозно-фруктозного сиропа в технологии сгущенного вареного молока. Про-

ведены исследования качественных характеристик и определено консистенцию сгущенного вареного молока с использованием глюкозно-фруктозного сиропа.

Описано современную методику определения показателя консистенции исследуемых проб с помощью метода гравитационной пенетрации. Приведены данные экспериментальных исследований изменения показателя пенетрации готового продукта в процессе хранения.

На основе проведенных исследований установлено, что внесение глюкозно-фруктозных сиропов способствует образованию мягкой консистенции сгущенного вареного молока. Показана связь оценки консистенции сгущенного вареного молока и показателя пенетрации.

Разработаны рецептуры сгущенного вареного молока с глюкозно-фруктозного сиропа могут быть рекомендованы для производства на предприятиях молочно-консервной отрасли.

Ключевые слова: сгущенное вареное молоко, глюкозно-фруктозные сиропы, консистенция; гравитационная пенетрация.

L.V. Shpachuk, V.S. Guts

Effect of glucose-fructose syrup the consistency of condensed milk

The article describes the current state of the use of natural artificial sweeteners, especially glucose-fructose syrup (GFS) in the food industry.

Theoretically proved and experimentally demonstrated the possibility of using glucose-fructose syrup in the technology of concentrated caramelized milk. The research of quality characteristics was done and defined consistency of concentrated caramelized milk by using glucose-fructose syrup.

The present methods of determination of the consistency of experimental samples by the method of gravitational penetration is described. The data of experimental research of change of penetration index of the prepared product during storage are given.

On basis of the carried out studies is founded that the introduction of glucose-fructose syrup promotes the formation of soft consistency concentrated caramelized milk. The relation between the assessment of consistency of concentrated caramelized milk and the indicator of penetration is displayed.

Developed recipe of concentrated caramelized milk with glucose-fructose syrup can be recommended for the production on the enterprises of canned milk sector.

Key words: condensed milk, glucose-fructose syrup, consistency, gravitational penetration.

e-mail: jimp@ukr.net

Надійшла до редколегії 01.06.2012 р.