

МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ВУГЛЕВОДІВ У МОЛОЧНИХ КОНСЕРВАХ

Пухляк А.Г., аспірант
Скорченко Т.А., к.т.н., доцент
Національний університет харчових технологій

Молочні консерви – це широка група продуктів, різноманітних за органолептичними властивостями, складом компонентів, способом виробництва та вживання в їжу. Вони можуть бути придатними для безпосереднього вживання, лише як напівфабрикати, а також поєднувати ці способи використання. За масовою часткою вологи (МЧВ) молочні консерви можна віднести до таких груп [1]: 1) з високим вмістом вологи (МЧВ $\geq 40\%$) – молоко згущене стерилізоване, молоко концентроване стерилізоване, молоко згущене стерилізоване з какао або з какао, вершки стерилізовані, молоко згущене стерилізоване геродієтичного призначення [2] тощо; 2) з проміжним вмістом вологи ($15\% < \text{МЧВ} < 40\%$) – молоко згущене з цукром, кава із згущеним молоком з цукром, какао із згущеним молоком з цукром, молоко згущене з цукром і цикорієм, молоко згущене з фруктозою [3], молоко згущене з цукром і рослинними оліями, карамелізоване згущене молоко, молоко з гідролізованою лактозою згущене з цукром [4] тощо; 3) з низьким вмістом вологи (МЧВ $\leq 15\%$) – сухі молочні продукти: сухе незбиране молоко, сухі вершки, сухе знежирене молоко, сухі продукти для дитячого харчування, сухі суміші для виробництва морозива, коктейлів, пудингів [5], напоїв комбінованого складу [6].

Зрозуміло, що вуглеводний склад зазначених молочних консервів буде різним за якісними та кількісними характеристиками. Так продукти, що належать до першої групи містять в основному лактозу в межах $8 \pm 10\%$.

Продукти другої групи крім лактози ($12 \pm 16\%$) містять цукрозу або інші вуглеводи, що використовувались в якості консервувальної речовини. Виняток становлять продукти з гідролізованою лактозою, залишкова кількість якої до 3% , а основними вуглеводами є цукроза, глюкоза і галактоза. Також всі згущені молочні консерви з цукром містять незначну кількість фруктози, що пояснюється частковою інверсією цукрози під час зберігання цукру та приготування сиропу (масова частка інвертного цукру не повинна перевищувати $0,05\%$) [7].

Але самий різноманітний вуглеводний склад має третя група молочних консервів, особливо сухі суміші для виробництва морозива, коктейлів, пудингів, напоїв. Це комбіновані молочно-рослинні продукти, що містять глюкозу і фруктозу, мальтозу і галактозу, лактозу і цукрозу, а також інулін і клітковину (харчові волокна).

Використання рослинних компонентів, що містять природні цукри, заміна цукрози на фруктозу, композиційне поєднання сировини різного походження є розв'язанням проблеми виробництва продуктів збалансованого складу.

Проте визначення масової частки загальних вуглеводів, а також якісний і кількісний аналіз їх складу є непростою завданням. Найбільш сучасним і досконалим для аналізу вуглеводного складу харчових продуктів є метод рідинної хроматографії [8]. Він є максимально точним і достовірним. Цей метод використовується для наукового дослідження нових розробок, в тому числі й молочних консервів. Також для визначення масової частки вуглеводів, особливо фруктози та поліфруктану – інуліну використовується колориметричний метод [9].

У молочних підприємствах для визначення вуглеводів користуються стандартними методиками [10, 11]. Однак за ними

можна визначити лише масову частку глюкози, цукрози, інвертного цукру, а також загальний вміст вуглеводів.

Проте багато методів визначення вуглеводів розроблено у 50–60 рр. ХХ століття. Новітні методики потребують значних матеріальних витрат для оснащення лабораторії необхідним обладнанням, а також відповідних спеціальних знань і навиків. Крім цього, деякі дослідження довготривалі. Такі методи не зовсім придатні для контролю на підприємствах, перед якими стоїть задача контролю всіх показників готового продукту.

Мета досліджень

Метою досліджень було вивчення існуючих методів визначення вуглеводів, порівняння результатів дослідження вуглеводного складу групи молочних консервів, отриманих різними методами, для поєднання різних методів визначення масової частки фруктози, розроблення удосконаленої методики визначення вмісту фруктози.

Для дослідження було обрано такі зразки: молоко незбиране згущене з фруктозою [13], молоко комбіноване згущене з фруктозою, молоко незбиране згущене з цукром [14].

Методи досліджень

Масову частку альдоцукрів (лактоза, цукроза) визначали йодометричним методом за ГОСТ 8764–73 [10] та перманганатним методом Бертрана за ГОСТ 3628–78 [11].

Масову частку загальних вуглеводів визначали перманганатним методом Бертрана [11] та йодометричним методом Макена–Шорля [12].

Масову частку моно- та дицукрів визначали за методом високоефективної рідинної хроматографії на хроматографі марки LC–A з хроматографічною колонкою CR 101–N довжиною 300 мм та діаметром 9,7 мм.

Всі дослідження проводились п'ятикратно у трьох ідентичних зразках вказаних продуктів.

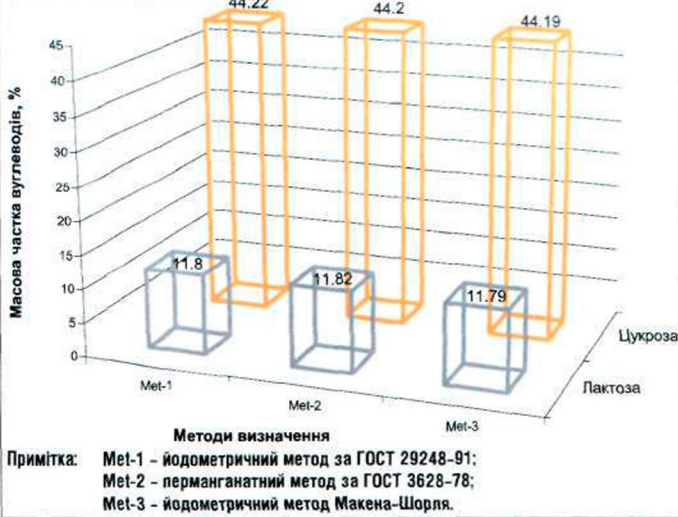
Основна частина

Як відомо, у згущених молочних консервах з цукром контроль масової частки цукру здійснюється за ГОСТ 8764–73 [10] в кожній варці, а масової частки лактози періодично – 1 раз у місяць для уточнення температури посиленої кристалізації лактози, при якій вноситься затравка. Проте визначення масової частки фруктози вказаним методом не можливо, що ускладнює процес контролю нового продукту.

В процесі проведених пошуків було з'ясовано, що масову частку фруктози можна визначити перманганатним методом Бертрана та йодометричним методом Макена–Шорля. Також ці методи придатні для визначення цукру та лактози. З одного боку, вказані особливості дають змогу перевірити сумісність отриманих результатів при дослідженні молока згущеного з цукром. Спочатку масову частку цукру і лактози визначали йодометричним методом, який є арбітражним. Потім проводили аналіз тих самих зразків за вказаними вище методами. Результати досліджень представлені на рис. 1.

Визначені такі статистичні показники: середнє арифметичне \bar{x} , середнє квадратичне відхилення, S , дисперсію, S^2 , значення довірчого інтервалу ($x = \xi$). Для молока незбираного згущеного з цукром вони становлять: $\bar{x}=44,20333$, $S=0,012333$, $S^2=0,000822$, ($x = \xi$), $\xi=(44,21 \ 0,000473)$, а значення масової частки досліджуваних вуглеводів відрізняються не більше ніж на $0,1\%$.

Рис. 1. Вміст вуглеводів у молоці згущеному з цукром, визначений різними методами



Отримані результати свідчать про достатню точність методів дослідження та зіставлюваність отриманих значень.

З іншого боку, при дослідженні молока згущеного з фруктозою за перманганатним методом Бертрана [11] або йодометричним методом Макена-Шорля [12] ми отримуємо значення масової частки загальних вуглеводів, так як в процесі реакції відбувається окислення і фруктози і лактози. Але відомо, що певній масовій частці кожного окремого вуглеводу відповідає визначена маса відновленої міді. Це дає змогу вирахувати масову частку фруктози окремо від масової частки лактози. За результатами проведених досліджень розраховуємо масу міді, що відповідає масовій частці загальних вуглеводів ($Cu_{\text{вс}}$). Масову частку молочного цукру можна визначити йодометричним методом [10]. Отримане значення за допомогою існуючих таблиць переводимо у масу відновленої міді ($Cu_{\text{мол}}$). Таким чином, розрахувавши різницю між $Cu_{\text{вс}}$ та $Cu_{\text{мол}}$, визначимо масу відновленої міді ($Cu_{\text{фрук}}$), що відповідає масовій частці фруктози в продукті. За допомогою відповідних таблиць переводимо $Cu_{\text{фрук}}$ в абсолютне значення масової частки фруктози. Значення масових часток загальних вуглеводів, лактози та фруктози, отримані за

розробленою методикою, та результати їх статистичної обробки наведені у таблиці. Порівнявши представлені результати можна зробити аналогічний висновок про зіставлюваність отриманих значень.

Для перевірки достовірності результатів, отриманих хімічними методами аналізу, було проведено визначення масової частки вуглеводів дослідних зразків методом рідинної хроматографії. Результати експерименту (рис. 2) підтверджують, що в зразках молока незбираного згущеного з фруктозою та молока комбінованого згущеного з фруктозою міститься два вуглеводи: фруктоза, масова частка якої становить 30,4194% та 30,3418%, і лактоза, масова частка – 16,2783% та 12,4164% відповідно. У молоці незбираному згущеному з цукром виявлено також два вуглеводи: цукроза, масова частка якої становить 44,2069%, та лактоза, масова частка – 11,8085%.

Виявлено, що значення масових часток окремих вуглеводів дослідних зразків співставляються між собою. Значення абсолютної похибки порівнюваних результатів становить 0,1, а відносної – 3%. Це доводить можливість використання розробленої методики на підприємствах молочної галузі та отримання достовірних результатів.

Рис. 2. Вуглеводний склад згущених молочних консервів (метод рідинної хроматографії)



Масова частка вуглеводів у молоці незбираному згущеному з фруктозою

Табл. 1

Зразок	1	2	3	1	2	3	
Результати статистичної обробки	На основі перманганатного метода Бертрана			На основі йодометричного метода Макена-Шорля			
Масова частка загальних вуглеводів, %	x	46,71	46,69	46,67	46,69	46,72	46,69
	S	0,031			0,02		
	S ²	0,002067			0,001333		
	$x \pm \xi_p$	46,69 ± 0,000462			46,7 ± 0,000462		
Масова частка лактози, %	x	16,29	16,27	16,28	16,28	16,29	16,3
	S	0,014			0,016		
	S ²	0,000933			0,001067		
	$x \pm \xi_p$	16,28 ± 0,000784			16,29 ± 0,000784		
Масова частка фруктози, %	x	30,42	30,42	30,39	30,41	30,43	30,39
	S	0,011			0,016		
	S ²	0,000733			0,001067		
	$x \pm \xi_p$	30,41 ± 0,000572			30,41 ± 0,000572		



Висновки

1. Випробувано різні методи визначення вуглеводів у молочних консервах. Визначено їх точність та достовірність результатів. Підтверджено, що найбільш точним є метод високоефективної рідинної хроматографії.
2. Розроблено удосконалену методику визначення масової

частки фруктози у молочних консервах.

3. Виявлено, що значення масових часток окремих вуглеводів дослідних зразків, отриманих за різними методами, співставляються між собою, що доводить можливість використання розробленої методики на підприємствах молочної галузі та отримання достовірних результатів.

Література

1. Чекулаева Л.В., Полянский К.К., Голубева ЛВ Технология продуктов консервирования молока и молочного сырья. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 249 с.
2. Дідух Н.А. Розробка технології згущеного молока геродієтичного призначення: Автореферат дис. канд. техн. наук: 05.18.04 /Одеська держ. акад. харч. технологій. – Одеса, 2000. – 18 с.
3. Пухляк А.Г., Скорченко Т.А., Вітт Ф.А. Згущене молоко з фруктозою //Харчова та переробна промисловість. – 2003. – №8. – с. 25.
4. Анацкая А.Г. Создание новых молочных продуктов // Молочная пром-сть. – 2000. – №2. – с. 29–31.
5. Гребельник О.П. Розробка технології сухих десертних сумішей: Автореферат дис. канд. техн. наук: 05.18.04 /Нац. універ. харч. технологій. – Київ, 2003. – 18 с.
6. Рудацька Г.Б., Тищенко Є.В., При тувська Н.В Наукові підходи та практичні аспекти оптимізації асортименту продуктів спеціального призначення: Монографія. – К.: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2002. – 371 с.
7. Голубева Л.В., Чекулаева Л.В., Полянский К.К. Хранимоспособность молочных консервов. – М.: ДеЛи принт, 2001. – 115 с.
8. Рудаков О.Б., Полянский К.К. Современная жидкостная хроматография углеводов //Молочная пром-сть. – 1999. – №4. – с. 25–27.
9. Хрусталева В.Н., Козлов В.В Колориметрическое определение растворимых углеводов с помощью гетерополикислот //Известия вузов. Химия и химическая технология. – 1958. – №7. – с. 47–49.
10. ГОСТ 29248–91 Консервы молочные. Йодометрический метод определения сахаров. (арбитражный).
11. ГОСТ 3628–78 Продукты молочные. Методы определения сахара.
12. Лабораторный практикум по общей технологии пищевых производств / Виноградова А.А., Мельник Г.М., Фомичева Л.А. и др. / Под ред. Л.П. Ковальской. – М.: Агропромиздат, 1991. – 335 с.
13. ТУ У 15.8–02070938–025–2002 Молоко згущене з фруктозою. Технічні умови
14. ГОСТ 2903–78 Молоко цельное сгущенное с сахаром. Технические условия.