

УДК 637.142.2

Т.А. СКОРЧЕНКО, канд. техн. наук,

Л.В. ШПАЧУК, асп.

Національний університет харчових технологій

Є.С. БОГДАНОВ, канд. техн. наук, с.н.с., технолог з досліджень та розвитку
ТОВ «Торговий дім «Крахмалопродукт»

ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗМІРІВ КРИСТАЛІВ ЛАКТОЗИ ЗГУЩЕНОГО ТЕРМІЧНО ОБРОБЛЕНОГО МОЛОКА З ГЛЮКОЗНО- ФРУКТОЗНИМИ СИРОПАМИ

Досліджено розмір кристалів лактози згущеного термічно обробленого молока, виготовленого з глюкозно-фруктозними сиропами. Доведено позитивний вплив сиропів на процеси кристалізації лактози.

Ключові слова: згущене термічно оброблене молоко (або згущене варене молоко), вуглеводи, глюкозно-фруктозні сиропи, лактоза, кристалізація, мікроструктура.

Исследованы размер кристаллов лактозы сгущенного термически обработанного молока, изготовленного с глюкозно-фруктозными сиропами. Доказано положительное влияние сиропов на процессы кристаллизации лактозы.

Ключевые слова: сгущенное термически обработанное молоко (или сгущенное вареное молоко), углеводы, глюкозно-фруктозные сиропы, лактоза, кристаллизация, микроструктура.

Studied the size of lactose crystals condensed thermally processed milk, made from glucose-fructose syrup. The positive influence of syrups on the crystallization of lactose.

Key words: condensed thermally treated milk (or condensed milk), carbohydrate, glucose-fructose syrup, lactose, crystallization, microstructure.

За останні десятиліття сформувалась тенденція до росту виробництва і застосування цукрозамінників у харчових технологіях. Заміна цукру у продуктах пов'язана з його високою енергетичною цінністю і легкою засвоюваністю [1; 5]. Відомо, що вживання продуктів на цукровій основі призводить до ряду небезпечних хвороб.

Заміна цукру на глюкозно-фруктозні сиропи (ГФС) мають позитивний вплив на якісні показники згущеного термічно обробленого молока. Відмічено посилення смакової гами молочного продукту; покращення органолептичних та реологічних характеристик молока згущеного термічно обробленого.

Однією із важливіших характеристик, яка визначає споживчі властивості згущеного термічно обробленого молока є консистенція продукту, яка формується під час процесу кристалізації лактози.

Поява вад консистенції (борошністість, піщанистість) згущених молочних продуктів обумовлена великими розмірами кристалів лактози. Це пов'язане з хаотичним ростом кристалів, що призводить до утворення "лактозної крупки", яка сягає розміру більш як 15 мкм, що негативно відображується на структурі та органолептичних властивостях продукту. У процесі охолодження продукту через пересиченість розчину цукрами частина лактози переходить з розчиненого стану у кристали. У традиційній технології ріст кристалів лактози регулюють

© Т.А. Скорченко, Л.В. Шпачук, Є.С. Богданов, 2011

ТЕХНОЛОГІЯ

шляхом внесення затравки — дрібнокристалічної лактози — у момент масової кристалізації. Проблема у тому, що за температури масової кристалізації згущене варене молоко має високу в'язкість, що робить надзвичайно важким процес рівномірного розподілення затравки у масі продукту і регулювання процесів масо- і теплообміну.

Мета роботи полягає у дослідженні розмірів кристалів лактози згущеного термічно обробленого (вареного) молока, виготовленого з використанням глюкозно-фруктозних сиропів.

Мікроструктура згущеного молока обумовлена наявністю кристалів лактози пірамідальної і призматичної форм. Вміст лактози у водній фазі вареного згущеного молока складає 26—30 %, з них близько 16 % при 20 °С знаходяться у розчиненому стані, інші — у кристалічному. Консистенція продукту залежить не тільки від кількості кристалів вуглеводів, а й від їх розміру (табл. 1.). Кристали, розмір яких менше 10 мкм забезпечують формування ніжної, оксамитової консистенції, кристали розміром 11—30 мкм обумовлюють відчуття борошністості, а вище 30 мкм — відчуття грубої піщаності продукту.

Таблиця 1. Вплив розмірів кристалів лактози на консистенцію згущеного молока з цукром

Консистенція				
Ніжна, однорідна	Однорідна завсією масою	Слабко-борошніста	Борошніста	Добре виражена борошністість
Кількість кристалів в 1см ³ продукту, тис.				
400—300	300—100	100—50	50—20	25
Середній діаметр кристалів, мкм				
Не більше 10	11—15	16—20	21—24	25

Літературні дані свідчать, що у разі заміни чистих розчинів сахарози різними цукрами значно знижується швидкість утворення кристалів. До цих вуглеводів відносяться: глюкоза→мальтоза→фруктоза. Ці цукри мають значний вплив на процеси кристалізації і виступають в якості антикристалізаторів [2; 3; 4].

До складу ГФС входять фруктоза, глюкоза, а також мальтоза. Мальтоза, як відомо, має антикристалізаційні властивості.

Методика проведення експерименту.

Метод ґрунтується на визначенні розмірів кристалів молочного цукру окуляр-мікрометром (мікроскопічною лінійкою) при збільшенні в 600 разів.

Аналіз визначення розміру кристалів лактози проводився за допомогою мікроскопіювання приготовлених препаратів з подальшою фіксацією видимих структур шляхом мікрофотографування. У процесі підготовки аналізу зразок не підігрівали і не розбавляли, для того, щоб запобігти руйнування кристалів молочного цукру. Препарати готували шляхом нанесення тонкої краплі згущеного вареного молока на предметне скло, яке накривали покривним склом, злегка притискаючи його пінцетом для рівномірності розподілу. Дослідження проводили у свіжевиготовленому продукті та в процесі його зберігання.

Процеси кристалізації оцінюють за її однорідністю і масовістю. Для визначення однорідності кристалізації визначали середній діаметр кристалів за найбільшим вимірюванням, розділення кристалів за групами у залежності від їх розміру, коефіцієнт рівномірності або нерівномірності. Число кристалів в одиниці об'єму продукту характеризує масовість кристалізації, яку розраховують за величиною середнього розміру кристалів або їх гранулометричному складу [2; 3].

За методикою Л. В. Чекулаєвої перед оцінюванням розмірів кристалів молочного цукру продукт ретельно перемішують. Розміри не менше, ніж 100 кристалів молочного цукру визначають при збільшенні у 600 разів. Розмір кристалів вимірюють за найбільшою довжиною грані. За розмірами кристали поділяють на 4 групи. За величиною кристалів і кількістю їх у

кожній групі також визначають середній розмір і оцінюють консистенцію згущеного термічно обробленого молока.

Середнє значення розміру кристалів (M) визначають за формулою:

$$M = \frac{\sum n}{\sum (na)}, \quad (1)$$

де n-частота кристалів; a-лінійний розмір кристалів, мкм

Визначивши розміри кристалів молочного цукру, розподіляємо їх на групи: 1 група кристали розміром до 5 мкм (ніжна, однорідна консистенція); 2 група — 6—10 мкм (однорідна консистенція); 3 група більше 11—15 мкм (однорідна, слабкорошніста консистенція); 4 група — 16—20 мкм (борошніста консистенція).

Оцінка масовості кристалізації лактози визначається за середнім розміром кристалів молочного цукру в згущеному вареному молоці — знаходять кількість кристалів лактози в 1 мм³ продукту, тобто очікувану масовість кристалізації (табл. 2.)

Таблиця 2. Вплив середнього розміру кристалів лактози на кількість кристалів у продукті в 1 мм³

Середній розмір кристалів лактози, мкм									
6	7	8	9	10	12	15	20	30	40
Можлива кількість кристалів лактози в 1 мм ³ продукту, тис									
770	500	270	220	175	98	50	21	7	2,6

У якості контролю використано згущене термічно оброблене молоко з цукром, виготовлене у тих же умовах, що і проби на основі вуглеводних сиропів.

В табл. 3 показано результати вимірювань розмірів кристалів проб згущеного термічно обробленого молока у процесі зберігання.

Таблиця 3. Зміна розміру та кількості кристалів лактози в процесі зберігання згущеного термічно обробленого молока

Характеристика проби згущеного термічно обробленого молока	Розміри кристалів, мкм	Термін зберігання, днів				
		1	10	30	90	180
1 проба — з цукром (контроль)	≤5	42	35	31	27	22
	6—10	58	43	54	51	48
	11—15	—	12	15	17	22
	16—20	—	—	—	5	8
2 проба — з ГФС -10	≤5	76	49	33	29	21
	6—10	24	51	60	63	64
	11—15	—	—	7	8	11
	16—20	—	—	—	—	4
3 проба — з ГФС -30	≤5	79	43	37	31	28
	6—10	21	57	60	64	65
	11—15	—	—	3	5	6
	16—20	—	—	—	—	1
4 проба — з ГФС -42	≤5	83	68	37	28	20
	6—10	17	32	59	67	72
	11—15	—	—	4	5	6
	16—20	—	—	—	—	2

ТЕХНОЛОГІЯ

Із табл. 3. видно, що у свіжевиготовленому продукті розміри кристалів лактози у всіх пробах становлять переважно до 5 мкм. На десяту добу зберігання у контрольній пробі спостерігається поява кристалів більших за розмірами (від 11 до 15 мкм). У пробах згущеного термічно обробленого молока з використанням ГФС поява кристалів лактози розміром 11—15 мкм відзначається тільки після 30 діб зберігання.

Таблиця 4. Зміна середнього значення розмірів кристалів лактози згущеного термічно обробленого молока в процесі зберігання

Проба	Середнє значення розміру кристалів лактози, мкм/доба зберігання				
	1	10	30	90	180
1 проба (контроль)	5,69	5,88	7,05	7,87	8,69
2 проба	3,82	5,30	6,53	6,81	7,80
3 проба	3,66	5,27	6,17	6,55	6,86
4 проба	3,44	5,26	6,17	6,71	7,18

З таблиці 4. видно, що при використанні різних глюкозно-фруктозних сиропів середній розмір кристалів лактози свіжевиготовлених зразків становить не більше, як 3,44 — 3,82, тоді як розміри кристалів у контролі дорівнюють 5,69 мкм. У процесі зберігання протягом 10 діб розміри кристалів зростали для зразків: з ГФС-10 на 1,48 мкм; з ГФС-30 на 1,61 мкм; з ГФС-42 на 1,82 мкм і у контролі на 0,19 мкм.

Динаміка росту кристалів показує, що суттєве збільшення розмірів кристалів лактози має місце у перші 30 діб. Так, як зміна величин кристалів від 10 до 30 доби становить для контрольної проби — 1,17 мкм, для проби з ГФС-10 — 1,23; для проби з ГФС-30 — 0,90; для проби з ГФС-42 — 0,91.

Після 30 доби зберігання ріст кристалів лактози став незначним, так лінійні розміри від 90 до 180 доби для проб, отриманих з цукром становлять 0,82 мкм; з ГФС-10 — 0,99 мкм; з ГФС-30 — 0,37 мкм; з ГФС-42 — 0,64 мкм.

Таким чином, ГФС-30 і ГФС-42 має найбільший вплив на процес кристалізації у згущеному вареному молоці.

Висновок. У результаті проведеної роботи можна говорити про позитивний вплив глюкозно-фруктозних сиропів на консистенцію згущеного термічно обробленого молока та його вплив на кристалізацію лактози.

Доведено, що ГФС контролює ріст кристалів лактози, що в свою чергу забезпечує формування ніжної, оксамитової консистенції готового продукту. Оцінка масовості кристалізації показує, що зразки з глюкозно-фруктозними сиропами в 1 ммі мають близько 500 тис. кристалів лактози, що свідчить про хорошу консистенцію продукту, в порівнянні з контрольною пробою, яка має 300 тис. кристалів в 1 ммі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Богданов Е.С. Использование в молочных продуктах глюкозных сиропов / Е.С. Богданов // Продукты & ингредиенты. — 2008. — № 1. — с. 88 — 91.
2. Голубева Л.В., Чекулаева Л.В., Полянский К.К. Хранимоспособность молочных консервов // Дели принт, 2000. — 109 с.
3. Голубева Л.В. Справочник технолога молочного производства. Т. 9. Консервирование и сушка молока. СПб.: ГИОРД, 2005. 272 с.
4. Радаева И.А. Повышения качества молочных консервов. — Москва: Пищевая промышленность, 1980. — 160 с.
5. Скорченко Т.А. Сучасні тенденції виробництва молочних консервів / Т.А. Скорченко // Молочное дело. — 2006. — № 4 — с. 23—25.

Одержана редколлегією 18.02.2011 р.