

НОВА ТЕХНОЛОГІЯ КРЕМОВО-ЗБИВНИХ ЦУКЕРОК З ВИКОРИСТАННЯМ КОМБІНОВАНИХ СТРУКТУРОУТВОРЮВАЧІВ

Оболкіна В.І., д-р техн.наук, професор, Кияниця С.Г., канд.техн.наук, асистент
Національний університет харчових технологій,
м. Київ

Анотація

Для створення певних структур цукеркових мас використані комплексні суміші гідроколоїдів. Визначені технологічні властивості окремих гідроколоїдів (желатину, низькометоксильованого пектину) та їх суміші.

Ключові слова: гідроколоїд, бінарні суміші, цукерки з комбінованими корпусами, ко-екструзія.

Annotation

For the creation of certain structures of candies masses the used complex mixtures of hydrocolloids. The technological properties of the hydrocolloids and mixtures: gelatin – LM pectin have been determined.

Keywords: hydrocolloid, binary mixtures, candies with the combined corps, co-extrusion.

Розвиток кондитерської промисловості ґрунтується на розробленні нових технологій конкурентноспроможних кондитерських виробів та сучасного вітчизняного обладнання для їх виробництва. В світі останнім часом постійно проводяться роботи з розроблення та удосконалення технологічних ліній для виробництва цукерок з комбінованими корпусами, які складаються з кількох кондитерських напівфабрикатів із різними смаками. При створенні обладнання для формування комбінованих кондитерських виробів віддається перевага методу ко-екструзії, який дає можливість інтенсифікувати виробничий процес та отримати новий асортимент виробів різних за формою із різноманітними органолептичними властивостями. З оглядом на це метою науково-дослідних робіт, що проводилися у НУХТі, було розроблення нового асортименту цукерок з комбінованими корпусами, які формуються методом ко-екструзії.

Основними вимогами при формуванні кондитерських мас методом ко-екструзії є максимальне збереження певної структури напівфабрикатів, руйнування якої може відбуватися під дією механічних навантажень. Тому одним з напрямків при розробленні технологій цукерок з комбінованими корпусами було створення стійких до руйнування кремово-збивних цукеркових мас.

При створенні нових технологій цукеркових мас з піноподібною структурою, необхідним є використання комбінації поверхнево-активних речовин та гідроколоїдів, які зумовлюють утворення на межі повітря-рідини подвійних електричних або сольватних шарів та структурованого гелевого прошарку дисперсійного середовища з певними реологічними властивостями. З цією метою було вирішено використовувати поєднання аніоноактивного гідроколоїду - амідованого низькометоксильованого (LM) пектину і амфолітного – желатину. До найбільш активних центрів даних гідроколоїдів можна віднести карбоксильні групи молекули желатину, карбоксильні, метоксильні та N-ацетилені групи молекули LM пектину.

Желатин, у технологіях кондитерських виробів, використовують як драглеутворювач або піноутворювач. Але для створення піноподібної структури цукеркових мас, цікавила піноутворююча здатність даної сполуки. Було зроблено припущення, що при поєднанні желатину з поліелектролітом при певних значеннях рН дисперсійного середовища різнойменно заряджені молекули, внаслідок сил електростатичної дії, можуть притягуватися одна до одної з утворенням асоціатів, які будуть перевершувати за своїми гелеутворюючими характеристикам окремо взяті компоненти. При цьому, у процесі насичення системи повітрям коло повітряних пухирців будуть утворюватися міжфазні структуровані плівки, які будуть надавати піноподібним цукерковим масам певні в'язко-пластично-пружні властивості, згідно вимог щодо формування методом ко-екструзії.

Однією з головних властивостей гідроколоїдів є їх сорбційна здатність. Сорбційні характеристики желатину та LM пектину визначали на сорбційно-вакуумній установці Мак-Бена, де на попередньо зневоднених зразках при температурі 20° С та тиску від 0 до 18 мм рт.ст. здійснювали сорбцію водяної пари до досягнення гігроскопічного стану. Результати досліджень наведені у табл.1.

Кількість адсорбованої вологи у I зоні при утворенні моношару для LM пектину складає 3,1 ммоль/г, желатину – 0,8 ммоль/г.

Таблиця 1

Кількість адсорбованої води желатином та ЛМ-пектином

Назва гідроколоїду	Кількість адсорбованої води, ммоль/г					
	I зона, a_m	II зона, a_n	I та II зона, $a_m + a_n$	III - зона	Загальна кількість адсорбованої води, $a_s = 1$	Енергія зв'язку у моношарі E, КДж/моль
Желатин	0,8	2,9	4,2	20,4	24,6	4,30
ЛМ-пектин	3,1	2,7	5,8	46,0	51,8	2,73

Найбільшу здатність адсорбувати воду у гігроскопічному стані має ЛМ пектин – $a_s = 51,8$ ммоль/г, найменшу – желатин – $a_s = 24,6$ ммоль/г. Обмежену гідратацію желатину в першій зоні можна пояснити тим, що енергія взаємодії ланцюгів молекули желатину між собою більше від енергії їх взаємодії з молекулами води. Структура молекули ЛМ пектину є більш лабільною, тому сміст моношару більша, це стосується і полішару. Енергія зв'язку води у желатині більша, ніж у пектину. Тобто желатин здатний утворювати найбільш пружні гелі порівняно з ЛМ пектином, що враховувалося при складанні композиційної суміші гідроколоїдів.

Технологічний процес приготування цукеркових мас передбачає температурний вплив на напівфабрикати, тому були проведені дослідження зміни в'язкості розчинів желатину та ЛМ пектину при їх нагріванні та охолодженні (табл. 2). Результати досліджень показали, що для даних гідроколоїдів при нагріванні до 30 – 40 °С в'язкість колоїдних розчинів спочатку підвищується, при подальшому нагріванні спостерігається її зниження, а при охолодженні відбувається збільшення в'язкості розчинів порівняно з початковою.

Таблиця 2

Зміна динамічної в'язкості 1 % і розчинів ЛМ-пектину, желатину та їх суміші залежно від температури при нагріванні та охолодженні

Назва гідроколоїду	Нагрівання - 1 Охолодження - 2	Динамічна в'язкість, $\eta \cdot 10^{-3}$, Па·с							
		при температурі, °С							
		20	30	40	50	60	70	80	90
Желатин	1	4,8	5,2	4,6	4,4	3,9	3,4	2,8	2,1
	2	5,8	5,4	4,8	4,2	3,6	3,1	2,5	2,1
ЛМ-пектин	1	10,9	12,4	14,2	12,6	11,3	10,4	8,6	7,7
	2	18,4	16,2	14,4	12,8	11,6	9,8	8,2	7,7
Желатин- ЛМ пектин	1	15,6	15,9	16,3	13,8	12,3	11,8	10,4	9,6
	2	драглі			46,4	26,4	14,6	10,8	9,6

Процес підвищення в'язкості колоїдних розчинів під час нагрівання пов'язаний як з набуханням гідрофільних сполук, так і з утворенням міцелярних структур при поєднанні високомолекулярних сполук. У процесі охолодження розчину бінарної суміші при певних температурах починається процес гелеутворення, тобто між молекулами утворюються поперечні міжмолекулярні зв'язки. У системі желатин – ЛМ пектин агрегація димерів, ймовірно, здійснюється за рахунок електростатичного притягнення макромолекул та утворення додаткових зв'язків за участю іонів кальцію, які присутні у молекулі желатину. При цьому іони кальцію зв'язуються з галактурановою кислотою пектину за карбоксильними групами та атому вуглецю піранозного циклу, тобто відбувається димеризація макромолекул через полігалактуранові послідовності. Це збільшує в'язкість системи.

У зв'язку з тим, що желатин відноситься до амфолітних електролітів, найменше значення в'язкості та поверхневого натягу його колоїдних розчинів буде спостерігатися у ізоелектричній точці (рІ). При рН, яке відповідає рІ білку, макромолекули амфоліту існують як біполярні збалансовані іони, тобто заходяться у неіоногенному стані в вигляді статистичного клубку, при зміні рН розгортаються у спіраль. Відомо, що молекули полікислот у водних розчинах представляють собою теж частково звернутий клубок. При певних значеннях рН карбоксильні (COO^-) групи пектину неіонізовані. При зміні рН середовища від карбоксильних груп ЛМ пектину будуть відділятися атоми водню (H^+) та молекули мають здобувати негативний заряд. Таким чином, залежно від значення рН середовища при поєднанні полікислоти та амфоліту в'язкість розчину має збільшуватися або зменшуватися.

З метою встановлення оптимальних значень рН розчину гідроколоїдів, при яких буде спостерігатися їх найбільша піноутворююча здатність, були проведені дослідження по визначенню їх поверхневої активності. В зв'язку з тим, що технологічний процес приготування цукрових мас передбачає змішування гідроколоїдів з цукровим розчином, тому проводились дослідження впливу цукру на рН, рІ та поверхневий натяг 1 % розчину желатину, результати яких наведені у табл. 3.

Таблиця 3

Вплив рН на поверхневий натяг 1 % розчинів гідроколоїдів

Назва гідроколоїду	рН	рІ	Поверхневий натяг, $\sigma, 10^{-3}$ Дж/м ²	З додаванням 10 % цукру		
				рН	рІ	$\sigma, 10^{-3}$ Дж/м ²
Желатин	6,2	6,0-6,5	44,8	6,3	6,2 – 6,5	43,4
LM пектин	3,8	-	48,4	3,9	-	47,2
Желатин – LM пектин	4,2	4,2 – 4,5	46,7	4,4	4,3 – 4,5	45,5

Ізоелектрична точка желатину у розчину комплексної суміші желатин – LM пектин зміщена в область більш низької рН 4,0 – 4,5 (табл. 3). При значенні рН нижчою ізоелектричної точки спостерігалось збільшення в'язкості розчину (рис. 1), що можна пояснити електростатичним притягуванням дисоційованих негативних карбоксильних груп пектину та позитивно заряджених аміних груп білку. Крім того, можуть виникати додаткові зв'язки між гідроксильними та альдегідними групами желатину та LM пектину. Тобто, в даному випадку, відбувається утворення змішаного гелю між молекулами LM пектину та желатину.

При значеннях рН вищою ізоелектричної точки також спостерігалось підвищення в'язкості системи, але повільніше. Молекули желатину та LM пектину при рН > 4,5 будуть заряджені негативно, що призводить до відштовхування молекул. Але, притягнення макромолекул може здійснюватися за рахунок взаємодії позитивно зарядженої аміної групи амідованої форми LM-пектину і карбоксильними групами желатину.

При проведенні модельних дослідів шляхом збивання 10 % цукрових розчинів з 1 % вмістом комплексної суміші гідроколоїдів при різному їх співвідношенні протягом 15 хв. при температурі 65 °С було встановлено, що піноутворююча здатність (ПУЗ) композиції желатин – LM пектин (рис.2. 1) та стійкість піни (СП) (рис.2. – 2) була найбільшою в співвідношенні 3:1 при рН – 4,5.

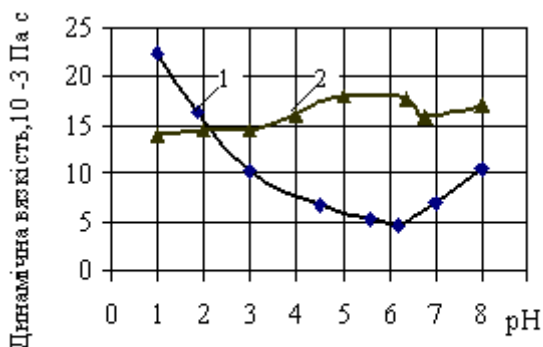


Рис. 1. Зміна динамічної в'язкості 1 % розчину: 1- желатину; 2 – суміші желатин – LM пектин при різних значеннях рН.

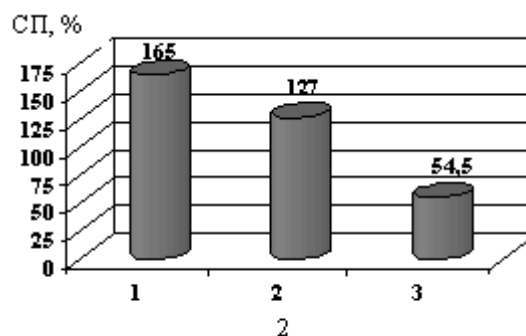
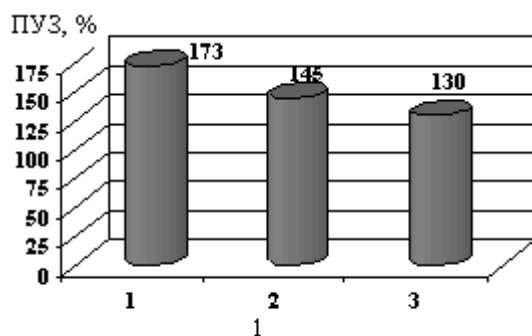


Рис.2. ПУЗ композиції желатин – LM пектин у співвідношенні: 1-3:1, 2 – 2:1, 3 – 1:1

Таким чином, за результатами досліджень зроблено висновок, що при створенні кремово-збивної структури цукрових мас, що формуються методом ко-екструзії раціональними поєднаннями є желатин – LM пектин у співвідношенні 3:1.

Приготування кремово-збивних цукрових мас для зовнішнього шару – оболонки та внутрішнього шару – начинки корпусу буде складатися з двох основних стадій: приготування збитої

маси шляхом збивання цукрово-патокового сиропу з комплексної сумішшю гідроколоїдів та змішування збитої маси з сухими наповнювачами, жиром та іншими компонентами згідно з рецептурним складом комбінованих шарів. Було встановлено, що оптимальне дозування комплексної суміші желатин – LM пектин складає 2,2 % до маси цукрово-патокового сиропу.

З метою встановлення впливу температури (x_1), тривалості збивання (x_2) та масової частки вологи цукрово-патокового сиропу (x_3) на густину збитої маси (y_1) з додаванням комплексною сумішшю желатин – LM пектин було використано математичне планування повного факторного експерименту 2^3 . Для збитої маси з додаванням комплексної суміші желатин – LM пектин:

$$y_1 = 1,69 - 0,004 \cdot x_1 - 0,02 \cdot x_2 - 0,035 \cdot x_3. \quad (1)$$

Оптимальна масова частка вологи цукрово-патокового сиропу складає 10 %, тривалість збивання – 12,5 хв., температура збивання – 85 °С.

LM пектин відноситься до групи молочно активних поліцукридів. Процес утворення комплексів LM пектину відбувається за рахунок взаємодії негативно заряджених молекул пектину з позитивними молекулами казеїну з утворенням гелевої структури. Крім того, пектин взаємодіє з іонами кальцію молока з утворенням поперечних просторових зв'язків, які сприяють підвищенню сили гелю. Таким чином, в харчові системи, які містять LM пектин, доцільно вводити молочні продукти. З оглядом на це, під час приготування кремowo-збивних цукеркових мас в рецептурний склад додавали сухе молоко та для пластифікації - рослинну кокосову олію.

Оптимізацію рецептури цукеркової маси з додаванням та технологічних режимів приготування проводили з наступним обмеженням факторів оптимізації: $5 < x_1 < 20$ – кількість сухого молока, %; $3 < x_2 < 10$ – кількість кокосової олії, %; $5 < x_3 < 25$ – тривалість змішування, хв., критерієм оптимізації є пластична міцність цукеркової маси (y_2).

$$y_2 = 1,43 + 0,09 \cdot x_1 - 0,01 \cdot x_2 + 0,024 \cdot x_3 \quad (2)$$

Встановлено, що при додаванні до збитої маси 15 % сухого молока, 5 % жиру при змішуванні протягом 5 хв., пластична міцність цукеркової маси становить 2,25 кПа.

При аналізі мікроструктури цукеркової маси після її приготування відмічено, що кількість повітряної фази була зменшена на 6,2 % порівняно із збитою масою. Після формування цукеркової маси на валковому екструдері об'єм повітряної фази зменшився на 1,5 %. Ці данні свідчать про те, що за новою технологією була створена нова структура кремowo-збивної цукеркової маси з підвищеним ступенем агрегативної стійкості.

Висновки

На підставі проведених досліджень створена нова технологія кремowo-збивних цукерок з комбінованими корпусами, які можливо формувати методом ко-екструзії, з використанням комплексної суміші гідроколоїдів - желатин – LM пектин.

Література

1. Кожанов Ю.Г., Сухой Л.О., Оболюкіна В.І., Дагаєва М.І. Можливості екструзійної техніки. // Харчова і переробна промисловість. – 1997. – № 4. – С.24–25.
2. Оборудование компании “FIS” для новых видов конфет // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2004. – № 11. – С. 3.
3. Тихомиров В.К. Пены. Теория и практика их получения и разрушения. – М.: Химия, 1983.–264 с.
4. Пектины и их применение в молочной промышленности. /Колеснов А.Ю., Кочеткова А.А., Тужилкин В.И. и др. //Обзор. информ.: – М. – АгроНИИТЭИПП. – 1996. – 36 с.
5. Пат. 65396 А Україна, МКИ⁷ А23G3/00. Фруктові кремowo-збивні цукерки з комбінованим корпусом. / Оболюкіна В.І., Кияниця С.Г.– №200708320; Заявл. 20.07.2007; Опубл.15.01.2007, Бюл.№6.