

В.І. Оболкіна, д-р.техн.наук

С.Г.Кияниця, канд.техн.наук

V. Obolkina

S. Kyianytsia

**НАУКОВИЙ ПІДХІД ДО РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ КРЕМОВО-
ЗБИВНИХ ЦУКЕРОК З КОМБІНОВАНИМИ КОРПУСАМИ, ЩО
ФОРМУЮТЬСЯ МЕТОДОМ КО-ЕКСТРУЗІЇ**

**SCIENTIFIC APPROACH THE DEVELOPMENT OF RATIONAL
TECHNOLOGY OF CANDIES WITH THE COMBINED CORPS WHICH ARE
FORMED BY THE METHOD OF CO-EXTRUSION**

Для створення певних структур цукеркових мас використані комплексні суміші гідроколоїдів. Визначені технологічні властивості окремих гідроколоїдів та сумішей: желатин – к-карагінан, желатин – LM пектин.

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

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

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

У сучасних умовах ринку жорстка конкуренція вимагає від виробників постійного оновлення асортименту оригінальними кондитерськими виробами. Однією з груп кондитерських виробів, що користуються сталим попитом на вітчизняному ринку, є цукерки з

комбінованими корпусами. За кордоном комбіновані кондитерські вироби виробляються на сучасному устаткуванні і формування їх здійснюється різними способами: із застосуванням послідовного формування напівфабрикатів з декількох формуючих пристроїв або спільним формуванням різних кондитерських мас методом ко-екструзії. Останній метод є поширенішим і багатьма закордонними фірмами пропонуються обладнання та технології різноманітних цукерок.

Найпопулярніші за кордоном є цукерки з комбінованими корпусами типу фадж й тоффі з кремовими начинками. Технологія приготування даних мас має деякі особливості, а структура цукерок відрізняється від вітчизняних. Під час виробництва цукерок типу тоффі, фаджу одним з структуроутворювачів є желатин. При використанні желатину цукеркові маси мають міцну та еластичну структуру, що надає змогу формувати їх методом ко-екструзії. Але одним з недоліків даних технологій є те, що у процесі зберігання виробів відбувається зміцнення структури цукеркових мас.

Під час формування методом ко-екструзії під дією інтенсивних механічних навантажень відбувається руйнування структури кремових та збивних цукеркових мас, які виготовлені за традиційними технологіями. Тому при розробленні нових вітчизняних технологій кремово-збивних цукеркових мас одним з основних завдань було створення агрегативно-стійких структур завдяки утворенню навколо повітряних пухирців гелевих прошарків дисперсійного середовища з підвищеною в'язкістю та пружно-пластичними властивостями.

При аналізі літературних джерел не було знайдено матеріалів з використання LM пектинів та к-карагінану у технологіях цукеркових мас. Але, на нашу думку, у зв'язку з високою гідратаційною здатністю дані поліцукриди доцільно використовувати при регулюванні в'язко-пластичних властивостей дисперсійного середовища у цукеркових масах, особливо з додаванням молочних продуктів. Було зроблено

припущення, що при поєднанні желатину з поліелектролітами 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.

З аналітичних досліджень доведено, що технологічні властивості полікислот та амфоліту залежатиме від тривалості гідратації, рН середовища, температури. З метою створення оптимальних поєднань та співвідношень ВМС, проводились дослідження властивостей розчинів окремих гідроколоїдів та їх бінарних сумішей залежно від даних технологічних факторів.

У сучасних умовах ринку для виробників одним із самих актуальних питань є конкурентноздатність вітчизняної продукції. Така продукція повинна мати високі органолептичні характеристики і довгострокову перспективу збуту, тобто тривалі терміни придатності, що дозволяють розширити сферу і границі торгівлі.

Створення нових технологій кондитерських виробів потребує пошук нових рішень по створенню цукерок зі зниженим вмістом жиру та з новими структурними властивостями. Більшість сучасних технологій базуються на використанні харчових добавок, що дозволяють істотно змінювати структуру напівфабрикатів і готової продукції та поліпшувати органолептичні властивості кондитерських виробів.

Особливо сильну стабілізуючу дією мають поверхнево-активні речовини (ПАР) та високомолекулярні сполуки (ВМС), які можуть утворювати гелеподібну плівку на поверхні частинок при зниженні поверхневого натягу у системі. До таких речовин відносяться желатин,

гуміарабік, модифіковані крохмалі, галактоманани та інші гідроколоїди. У даному випадку, завдяки зв'язуванню вологи гідрофільними ВМС, можуть утворюватися прошарки дисперсійного середовища з великою механічною міцністю та пружністю, що теж буде сприяти стійкості дисперсної системи.

При виробництві напівфабрикатів для багатьох груп кондитерських виробів дисперсійним середовищем, як правило, є багатоконпонентний колоїдний розчин. Тому підвищенню агрегативної стійкості колоїдної дисперсної системи сприяє додавання в колоїдні розчини гідрофільних ВМС. Механізм захисної дії пояснюється тим, що макромолекули ВМС адсорбуються на поверхні колоїдних частинок, утворюючи адсорбційні сольватні оболонки, що підвищують гідрофільність колоїдних частинок. Внаслідок цього, підсилюється взаємодія частинка – розчин. Сольватні оболонки забезпечують великий розклинювальний тиск при наближенні двох частинок і перешкоджають їх злипанню. Захисна дія підсилюється, якщо в адсорбційному шарі ВМС утворюються гелеподібні структури, які мають підвищену міцність та пружність [1].

Для більшості кондитерських мас дисперсійне середовище являє собою багатоконпонентний концентрований розчин, тому властивості дисперсних систем залежать від активності води при їх структуроутворенні.

При створенні кондитерських мас з тиксотропною коагуляційною структурою визначну роль мають властивості дисперсійного середовища. Як зазначалося раніше, підвищенню агрегативної стійкості дисперсної системи буде сприяти утворення гелевих прошарків дисперсійного середовища із застосуванням гідрофільних ВМС. Механізм утворення гелевих структур залежить від особливості структури гідроколоїдів: будови полімерного ланцюга, природи мономерних залишків, умов гелеутворення, розчинності у воді [2].

Основну роль у формуванні структурних властивостей кондитерських мас належатиме ВМС та ПАР. Тому були проаналізовані особливості технологічних властивостей найбільш розповсюджених груп даних сполук.

При створенні нових технологій цукеркових мас з піноподібної структурою та тиксотропними властивостями, може бути доцільним використання комбінації ПАР та гідроколоїдів, які будуть зумовлювати утворення на межі повітря – рідина з боку дисперсійного середовища подвійних електричних або сольватних шарів та структурованого гелевого прошарку з певними реологічними властивостями.

В роботах багатьох закордонних та вітчизняних вчених приділялася увага створенню технологій збивних [4] та желейних кондитерських мас із застосуванням желатину – зефіру, маршмеллоу, мармеладу, жувальної карамелі, цукеркових мас типу торфі та фаджу. Але одним з недоліків даних технологій є те, що у процесі зберігання виробів відбувається зміцнення їх структури та швидке черствіння. Тому використання даного структуроутворювача в поєднанні з іншими гідроколоїдами, наприклад з к-карагінаном та LM пектином може сприяти створенню агрегативно-стійких структур кремово-збивних цукеркових мас.

При взаємодії гідроколоїдів виділяють три типи формування змішаних структур: взаємопроникнення структурних сіток кожного з компонентів полімерної суміші; взаємну несумісність структурних сіток кожного з компонентів з розділенням фаз та незалежне гелеутворення кожного гідроколоїду з утворенням зон контакту між індивідуальними гелями.

Структура змішаних гелів стає більш складною, коли вони містять добавки інших компонентів: цукрів, ліпідів, молочних продуктів, пухирців повітря. На думку автора [2], включення різних частинок може модифікувати реологічні властивості гелів, завдяки чому вплив на матрицю гелю може бути позитивним або негативним.

Слід відмітити особливу роль цукрів при утворенні змішаних гелей. Крім дегідратуючої дії та стабілізації агрегатів, цукор сприяє утворенню подвійних молекулярних спіралей та знижує енергетичний ефект їх агрегації в надмолекулярні структури. Зі збільшенням концентрації цукру накопичуються подвійні молекулярні спіралі, як основний елемент системи. Температура кінцевого переходу спіраль – клубок зсувається в присутності цукру в область більш високих температур.

При створенні нових технологій цукеркових мас з піноподібною структурою, необхідним є використання комбінації поверхнево-активних речовин та гідроколоїдів, які зумовлюють утворення на межі повітря-рідина подвійних електричних або сольватних шарів та структурованого гелевого прошарку дисперсійного середовища з певними реологічними властивостями [1, 3]. З цією метою було використовували поєднання аніоноактивних гідроколоїдів (к-карагінану та LM пектину) і амфолітного – желатину.

Дослідженнями було встановлено, що фізико-хімічні та структурно-механічні властивості цукеркових мас, які формуються методом ко-екструзії, обмежуються певним діапазоном, а саме: масова частка вологи повинна знаходитись в діапазоні – 12,5 – 14,0 %; пластична міцність – 1,6 – 2,6 кПа; адгезійна міцність – 1,2 – 1,4 кПа. Враховуючи це, для оптимізації параметрів приготування цукеркових мас під час створення агрегативно стійких кремово-збивних структур, було проведено комплекс досліджень для визначення оптимальної кількості комплексної суміші гідроколоїдів, впливу технологічних факторів на зміну їх густини, в'язкості, пластичної та адгезійної міцності, тиксотропних властивостей, форми зв'язку вологи.

Нова технологія кремово-збивних цукеркових мас для комбінованих корпусів передбачала приготування цукрово-патокового сиропу; приготування комплексних сумішей (КС) гідроколоїдів: желатин –

к-карагінан (ЖК), желатин – LM пектин (ЖП); приготування збитої маси; приготування цукеркової маси; структуроутворення цукеркової маси.

Було відзначено, що при збиванні цукрово-патокового сиропу з комплексної сумішшю желатин – к-карагінан зі збільшенням концентрації КС ЖК від 1 % до 2,4% спостерігається зменшення густини збитої маси, збільшення її піноутворюючої здатності (ПУЗ) (рис. 1А). Але із збільшенням концентрації ЖК > 2,4%, показники якості збитої маси погіршувалися. Тобто, дана концентрація ЖК відповідає критичній концентрації міцелоутворення. Оптимальне дозування КС ЖП складає 2,2 % до маси цукрово-патокового сиропу, при цьому густина і ПУЗ збитої маси з додаванням КС ЖП були вищими, ніж з додаванням КС ЖК (рис. 1 Б).

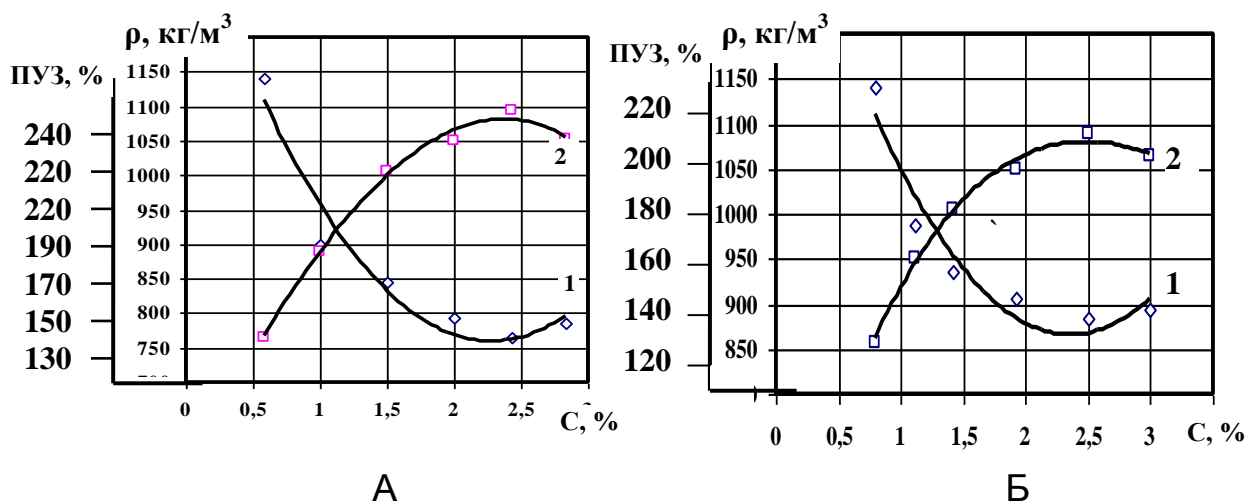


Рис. 1. Вплив вмісту КСГ на 1 – густину збитої маси, 2 – піноутворюючу здатність: А – при додаванні КС ЖП, Б – при додаванні КС ЖК

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 КС ЖК та КС ЖП було використано математичне планування повного факторного експерименту 2^3 .

Для збитої маси з додаванням КС ЖК рівняння регресії:

$$y_1 = 1,71 - 0,003 \cdot x_1 - 0,04 \cdot x_2 - 0,013 \cdot x_3, \quad (1)$$

для збитої маси з додаванням КС ЖП:

$$y_1 = 1,69 - 0,004 \cdot x_1 - 0,02 \cdot x_2 - 0,035 \cdot x_3. \quad (2)$$

Оптимальна масова частка вологи цукрово-патокового сиропу складала для маси з КС ЖК – 9 %, з КС ЖП – 10 %, тривалість збивання – 12,5 хв., температура збивання для маси з КС ЖК – 75 °С, з додаванням КС ЖП – 85 °С.

Аналіз кривих течії показав, що для збитих мас із додаванням КС ЖК та КС ЖП при підвищенні напруги зсуву вище 75 Па, в'язкість поступово зменшувалася до постійної величини (рис. 2). Наявність “петлі гістерезису” свідчить про те, що збивні маси мають тиксотропні властивості. Тобто, ймовірно, при взаємодії молекул поліелектролітів (к-карагінану та LM-пектину) та амфолітного желатину в системах з додаванням КС ЖП та КС ЖК під дією адсорбційно – сольватного фактору відбувається зменшення міжфазового

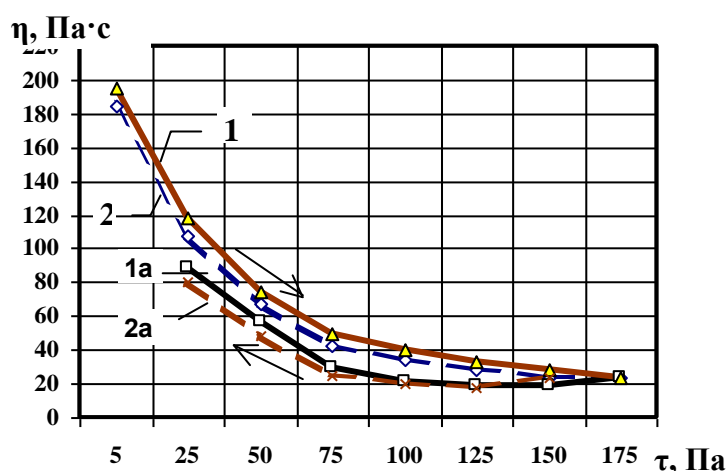


Рис. 2. Вплив напруги зсуву на зміну ефективної в'язкості збитої маси: 1 – з додаванням КС ЖК при зростанні напруги зсуву, 1a – при її зменшенні; 2 – з додаванням КС ЖП при зростанні напруги зсуву, 2a – при її зменшенні

натягу та енергії поверхні розділу фаз. Зменшення поверхневої енергії у гетерогенній системі, крім адсорбції, викликає орієнтир полярних молекул у поверхневому шарі і на межі розділу фаз виникає подвійний електричний шар. При цьому, в ізоелектричному стані КС ЖП та КС ЖК відбувається значне стиснення подвійного шару і він стає рівним адсорбційному, що зумовлює агрегативну стійкість піноподібних систем.

Крім того, завдяки взаємодії молекул гідроколоїдів у розчинах комплексних сумішей під дією кінематичного та гідродинамічного

факторів відбувається утворення структурованих гелевих прошарків з підвищеною міцністю та пружністю на межі повітря-рідина. Таким чином, завдяки підвищенню агрегативної стійкості під дією кінематичного, гідродинамічного та термодинамічного факторів, збивні маси набували тиксотропні властивості.

LM пектин і к-карагінан відносяться до групи молочно активних поліцукридів. При взаємодії сульфатедірних груп к-карагінану з К- та S₂-казеїновою фракцією молочного білку утворюються карагінано-казеїнові зв'язки, які сприяють зміцненню структури карагінанових гелів.

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 к-карагінан та LM пектин, доцільно вводити молочні продукти. Слід зазначити, що у закордонних технологіях цукерок з комбінованими корпусами, які формуються методом ко-екструзії, рецептури цукеркових мас для тоффі та фаджу крім желатину теж містять молочні продукти та жировий компонент. Тобто завдяки взаємодії желатину з казеїновими міцелами відбувається утворення агрегативно стійких структур, які майже не руйнуються при формуванні, а жировий компонент надає цукерковим масам необхідну пластичність. З оглядом на це, при приготуванні кремово-збивних цукеркових мас з додаванням КС ЖК, КС ЖП в рецептурний склад додавали сухе молоко та рослинну кокосову олію.

Оптимізацію рецептурної композиції та технологічних режимів приготування цукеркової маси проводили з урахуванням оптимальної кількості сухого молока (x_1), тривалості змішування (x_2) та її вистоювання (x_3). Критерієм оптимізації було обрано пластичну міцність (y_1), яка згідно

умов формування методом ко-екструзії повинна знаходитись в межах 2,1 – 2,6 кПа.

Для збитої маси з додаванням КС ЖК рівняння регресії:

$$y_1 = 1,43 + 0,09 \cdot x_1 - 0,01 \cdot x_2 + 0,024 \cdot x_3 \quad (3)$$

для збитої маси з додаванням КС ЖП:

$$y_1 = 5,25 + 0,13 x_1 - 0,03 \cdot x_2 - 0,18 \cdot x_3 \quad (4)$$

На підставі проведених досліджень були встановлені режими приготування цукеркових мас.

Висновки. Для оптимізації процесу формоутворення було визначено оптимальні співвідношення напівфабрикатів комбінованих шарів та режимів формування, що забезпечують якість комбінованих корпусів при максимальній продуктивності формуючого обладнання. На підставі даних досліджень обґрунтуванні нові рецептури та параметри оптимізації технологічної системи виробництва цукерок з комбінованими корпусами при максимальній інтенсифікації технологічних процесів.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Дерягин Б.В.* О влиянии ПАВ на устойчивость дисперсных систем // Коллоидный журнал, 1993. – Т.55. – вып.2. – С. 10 – 16.
2. *Козлов С.Г.* Физико-химические основы получения гелеобразных продуктов. //Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2004. – №2. – С. 88.
3. *Кочеткова А.Л.* Пищевые гидроколлоиды: теоретические заметки. //Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2000. – №1. – С. 10 – 11.
4. *Сбивные кондитерские изделия на пектинах /Р.А. Салчинкин, Т.И. Овсяк, Т.И. Костенко // Пищевая промышленность. – 1994. – №8. – С.28.*

Надійшла до редколегії 22.04.08 р.