

СТВОРЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБИВНИХ ЦУКЕРОК З КОМБІНОВАНИМ КОРПУСОМ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ КОМПЛЕКСНИХ СУМШЕЙ ГІДРОКОЛОЇДІВ

Оболкіна В., професор, Кияниця С., доцент
Національний університет харчових технологій
Інститут післядипломної освіти

У ринкових умовах економіки актуальною проблемою є підвищення конкурентоспроможності вітчизняної кондитерської продукції шляхом розширення асортименту виробів, покращення їх якості. Для формування необхідних структурних властивостей кондитерських мас широкого використання набули гідроколоїди: високо- та низькоетерифіковані пектини, модифіковані крохмалі, каррагінани, різні види камедей, желатин тощо [1]. В технологіях кондитерських виробів гідроколоїди виконують наступні функції:

- гелеутворювачів (gellingagents) – завдяки зміні структури з рідкої на драгель (мармеладні вироби, желейні та фруктово-ягідні цукерки);
- загусників (thickeningagents) завдяки збільшення в'язкості (фруктові та желейні начинки, для забезпечення жувального ефекту в цукерках, ірисі);
- стабілізаторів (stabilizers) – роблячи можливим збереження структури протягом певного часу (для закріплення піноподібної структури збивних цукерок, для запобігання процесу черствіння помадних цукерок тощо).

Ефективними регуляторами консистенції кондитерських мас є комбінації різних гідроколоїдів, більшість яких володіє синергізмом. З урахуванням синергізму гідроколоїдів були розроблені нові технології цукерок із збивним комбінованим корпусом із застосуванням комбінацій низькоетерифікованого (LM) пектину, желатину, каппа (κ)-каррагінану.

Одним з ефективних способів одержання комбінованих корпусів цукерок є метод ко-екструзії – процес формування двох або більше кондитерських мас шляхом видавлювання під тиском через центральний канал та коаксіальний отвір навколо нього та профільовані формуючі матриці. Але збивні цукеркові маси є термодинамічно нестійкими системами, які здатні до швидкого руйнування

під дією механічних навантажень. Збереженню збивної структури цукеркових мас під час їх формування методом ко-екструзії сприятиме утворення гелевих прошарків дисперсійного середовища з підвищеною в'язкістю та пружністю навколо пухирців повітря, зменшення поверхневої енергії на межі розділу фаз, утворення подвійного електричного шару та адсорбційно-сольватних шарів.

Тому, основним із завдань під час розроблення технологій нового асортименту цукерок з комбінованими корпусами було створення агрегативно стійких збивних цукеркових мас. З цією метою запропоновано використовувати суміш аніоноактивних (к-каррагінану, LM пектину) та амфолітного (желатину) гідроколоїдів.

Технологічні властивості гідроколоїдів залежатимуть від тривалості гідратації, рН середовища, температури. Для оптимального поєднання та співвідношення желатину, к-каррагінану, LM пектину досліджували вплив технологічних факторів на поверхневу активність і реологічні властивості модельних систем – колоїдних розчинів окремих компонентів та їх комплексних сумішей.

Було встановлено, що під час нагрівання розчинів желатину, к-каррагінану, LM пектину спочатку спостерігалось підвищення їх в'язкості, подальше нагрівання – зниження, а під час охолодження розчинів комплексних сумішей утворювалися драгли. Підвищення в'язкості колоїдних розчинів при нагріванні пов'язане, як з набуханням гідрофільних сполук, так і з утворенням міцелярних структур під час їх поєднання. У разі охолодження розчинів сумішей желатин – LM пектин та желатин – к-каррагінан агрегація димерів, ймовірно, здійснюється за рахунок електростатичного притягнення макромолекул.

Дослідженнями впливу рН на поверхневу активність гідроколоїдів встановлено, що максимальне зниження поверхневого натягу розчинів для комплексної суміші желатин – LM пектин спостерігалось при рН 4,2 – 4,5; для суміші желатин – к-каррагінан – при рН 6,5-6,8.

Максимальна піноутворююча здатність 10 % цукрового розчину з додаванням 1 % суміші желатин – к-каррагінан спостерігалася при рН 6,5 у

співвідношенні 3:1 і становила 152 %; з додаванням суміші желатин – LM пектин при рН – 4,5 у співвідношенні 3:1 – 173 %.

Аналіз мікроструктур показав, що у збитому цукровому розчині з додаванням суміші желатин – LM пектин пухирці повітря мали еліпсоїдну форму та притягувалися один до одного, що пов'язано з утворенням електростатичних комплексів. У системі желатин – κ-каррагінан пухирці повітря мають теж еліпсоїдну форму, але сила електростатичної взаємодії їх була більша. При рН вище та нижче ізоелектричної точки желатину збільшувалася в'язкість розчинів бінарних сумішей, що пов'язано з утворенням як комплексних, так і змішаних гелів. Підвищення в'язкості розчину желатин – LM пектин спостерігалось при значенні рН, нижчому 4,2, що можна пояснити електростатичним притягуванням дисоційованих негативних карбоксильних груп пектину та позитивно заряджених амінних груп білка та зв'язком між гідроксильними та альдегідними групами желатину та LM пектину. Значення рН вище ніж 4,5 зростання в'язкості системи відбувалося повільніше. У даному випадку притягнення макромолекул, ймовірно, здійснювалося внаслідок взаємодії позитивно зарядженої аміної групи амідованої форми LM пектину з карбоксильними групами желатину.

Ізоелектрична точка желатину у розчині суміші желатин – κ-каррагінан знаходилася в діапазоні значень рН 6,5 – 6,8. Значення рН, нижче від ізоелектричної точки, в'язкість колоїдної системи зростала, що можливо внаслідок наступного: молекули желатину при рН<6,5 заряджені позитивно, а при рН>6,8 – негативно. Молекули κ-каррагінану набували негативного заряду при рН> 4,0. Тому підвищення в'язкості у розчині, що спостерігалось у діапазоні рН від 4,0 до 6,5, відбувалося завдяки електростатичній взаємодії макромолекул.

Для одержання збивних цукеркових мас було запропоновано приготування збитої маси шляхом збивання цукрово-патокового сиропу з масовою часткою сухих речовин 90 – 92 % з комплексними сумішами гідроколоїдів та змішуванням збитої маси з наповнювачами.

Аналіз кривих течії показав, що збивні маси з додаванням комплексних сумішей мали тиксотропні властивості (рис. 1). Тобто під час взаємодії молекул

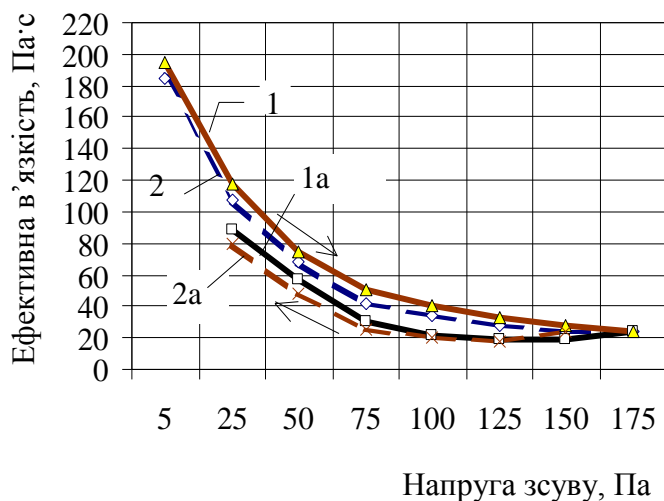


Рис. 1. Вплив напруги зсуву на зміну ефективної в'язкості збитої маси: 1 – з КС ЖК, 2 – з КС ЖП; 1, 2 – при зростанні напруги зсуву, 1a, 2a – при її зменшенні.

поліелектролітів (к-каррагінану та LM пектину) та амфолітного желатину під дією адсорбційно-сольватного фактору відбувалося зменшення міжфазового натягу та поверхневої енергії на межі розділу фаз. Зменшення поверхневої енергії у гетерогенній системі, крім адсорбції, зумовлює орієнтацію полярних молекул у поверхневому шарі, тому на межі розділу фаз виникає подвійно-електричний шар. При цьому в ізоелектричному стані комплексних сумішей відбувається значне його стиснення та він стає рівним адсорбційному, що забезпечує агрегативну стійкість піноподібних систем. Крім того, при взаємодії молекул гідроколоїдів під дією кінематичного та гідродинамічного факторів на межі розділу фаз повітря – рідина, відбувається утворення структурованих гелевих прошарків з підвищеною міцністю та пружністю.

К-каррагінан і LM пектин належать до групи молочноактивних поліцукридів, тому у разі приготування цукеркових мас до рецептурного складу додатково вводили сухе молоко. Встановлено, що оптимальна кількість сухого молока для цукеркових мас становила 15 % під час змішуванні компонентів протягом 5 хв та вистоюванні цукеркової маси протягом 20 – 25 хв. При цьому структурно-механічні властивості цукеркових мас знаходилися у межах згідно до вимог під час формування корпусу методом ко-екструзії (табл. 2).

За результатами досліджень визначено, що після формування на валковому екструдері ступінь руйнування структури цукеркових мас

(відношення густини маси до її формування до густини маси після її формування) становить від 0,92 до 0,96.

Таблиця 2 - Вплив реологічних констант цукеркових мас з додаванням комплексної суміші желатин – LM пектин (КС ЖП) та желатин – к-каррагінан(КС ЖК) на продуктивність екструдера

Цукеркова маса	Коефіцієнт консистенції, $K \cdot n$	Індекс течії, n	Критична швидкість зсуву, v_k, c^{-1}	Об'ємні витрати, $Q_v \cdot 10^{-3}, m^3/s$	Продуктивність, кг/год	Ступінь збереження структури
3 КС ЖП	$0,42 \cdot 10^2$	0,32	$0,93 \cdot 10^2$	0,031	95 ± 5	0,92
3 КС ЖК	$0,46 \cdot 10^2$	0,34	$1,05 \cdot 10^2$	0,035	125 ± 5	0,96

Доведено, що під час вистоювання цукеркових мас зростали показники пружної та еластичної деформації, зменшувалися показник пластичної деформації та адгезійна міцність, що можна пояснити взаємодією сульфатэфірних груп к-каррагінану з К- та S_2 -казеїновою фракцією молочного білку з утворенням додаткових каррагінано-казеїнових зв'язків. Процес утворення комплексів LM пектину відбувався теж за рахунок взаємодії негативно заряджених молекул з позитивними молекулами желатину та казеїну. Це сприяло підвищенню в'язкості дисперсійного середовища та зміцненню структури цукеркової маси.

Для підвищення агрегативної стійкості комбінованої системи цукеркової маси для оболонки та начинки створювали такими, що мали близькі значення структурно-механічних показників, органолептичні властивості комбінованих шарів змінювали додаванням смакових і ароматичних добавок.

Таким чином, завдяки розробленню нових технологій збивних цукеркових мас з урахуванням кінематичних та термодинамічних факторів їх агрегативної стійкості досягнуто максимальне збереження структури напівфабрикатів під час формування методом ко-екструзії.

На підставі проведених досліджень розроблена технологічна схема виробництва збивних цукерок з комбінованими корпусами, яка складається зі стадій приготування цукрово-патокового сиропу; приготування рецептурних сумішей гідроколоїдів; приготування збитої маси; приготування цукеркової маси; структуроутворення цукеркової маси; формування цукеркової маси

методом ко-екструзії; охолодження корпусів цукерок; глазурування та охолодження глазурованих цукерок; пакування.

Використання комплексних сумішей гідроколоїдів дозволило скоротити їхню витрату, порівняно з традиційними технологіями та створити оригінальну структуру збивних цукеркових мас. Новітні технології цукерок з комбінованим корпусом захищені патентами України [2, 3, 4, 5].

Література

1. Аймесон, А. Пищевые загустители, стабилизаторы, гелеобразователи / А. Аймесон; пер. с англ. С.В. Макарова. — СПб.: Профессия, 2012. — 408 с.
2. Пат. 11651 Україна, МПК А23G3/34. Спосіб виробництва комбінованих кремово-збивних цукерок /В.І. Оболкіна, С.Г. Кияниця, А.М. Дорохович. -№200503488; заявл. 13.04.2005; опубл. 16.01.2006, Бюл. №1. – 4 с.
3. Пат. 11670 Україна, МПК А23G3/00. Кремово-збивні цукерки з комбінованим корпусом “Мулаточка” / В.І. Оболкіна, С.Г. Кияниця, А.М. Дорохович. -№200503782; заявл. 20.04.2005; опубл. 16.01.2006, Бюл. №1. – 4 с.
4. Деклараційний патент на винахід 14522 Україна, МПК⁷ А23G 3/00 Кремово – збивні цукерки з комбінованим корпусом “Колібрі - приз”. / В.І. Оболкіна, С.Г. Кияниця - №200511368; заявл. 30.11.2005; опубл. 15.05.2006, Бюл. №5.– 4 с.
5. Деклараційний патент на винахід 65396 А Україна, МПК⁷ А23G3/00. Фруктові кремово-збивні цукерки з комбінованим корпусом. / В.І. Оболкіна, С.Г. Кияниця – №200708320; заявл. 20.07.2007; опубл.15.01.2007, Бюл.№ 6. – 6с.