

ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ КОМБІНОВАНИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ *на всіх етапах технологічного процесу*

А. ДОРОХОВИЧ,
доктор технічних наук, професор
В. ОБОЛКІНА,
кандидат технічних наук, докторант
Національний університет харчових технологій

Серед перспективних завдань розвитку кондитерської галузі – підвищення якості продукції, істотне поліпшення структури асортименту завдяки випуску кондитерських виробів підвищеного попиту, зокрема, створення нових груп комбінованих виробів, виготовлених з напівфабрикатів різної структури та рецептурного складу: борошняних кондитерських виробів з начинками, цукерок з комбінованими корпусами.

НАУКОВЕ обґрунтування та оптимізація нових технологій комбінованих кондитерських виробів вимагає поглибленого дослідження процесів, що відбуваються на етапах формування їх структури та при зберіганні готових виробів.

Комбіновані вироби можна розглядати як багатофазну систему, що складається з дисперсних систем з різними структурними властивостями, розділеними міжфазовим граничним шаром. Агрегатна стійкість комбінованої системи залежатиме від агрегатної стійкості складових дисперсних систем.

Один з основних факторів стійкості в комбінованій системі, що визначає стабільність показників якості готового виробу в процесі зберігання – стійкість до міграційних процесів, передусім до перерозподілу вологи між різними шарами.

Внутрішня дифузія вологи в системі залежить від градієнтів вологопровідності та термовологопровідності.

При ізотермічному процесі швидкість дифузії в комбінованих шарах, згідно із законом масопровідності, залежатиме від співвідношення кількості вільної та зв'язаної вологи в системах, геометричних розмірів шарів, у яких переміщуватиметься вологи, розмірами мікро- та макро-

пор в адсорбційних шарах, гідрофільності стінок капілярів.

дити міграцію вологи в процесі термообробки та при зберіганні.

Для визначення енергії зв'язку вологи з матеріалом використовують основну термодинамічну формулу (за П.А.Рєбіндером)

$$-\Delta F = L = RT \ln(P_s/P_n) = -RT \ln a_w, \quad (\text{Дж/моль}), \quad (1)$$

де $-\Delta F$ – зменшення вільної енергії системи; L – робота відриву 1 моля води від матеріалу (без зміни складу); R – газова стала; T – абсолютна температура; a_w – активність води; P_n – парціональний тиск рівноважної водяної пари над поверхнею продукту; P_s – парціональний тиск насиченої пари чистої води.

Для характерних особливостей води в харчових системах використовують термін "активність води" (запроваджений Скоттом 1952 року), який визначають за величиною рівноважної відносної вологості, та слугує для кількісного визначення енергії зв'язку вологи з матеріалом

$$a_w = (P.B.B.)/100 = P_n/P_s, \quad (2)$$

a_w – активність води, в десяткових частках; $P.B.B.$ – рівноважна відносна вологість, при якій продукт не вбирає в себе вологи і не віддає її в навколишнє середовище.

Показник a_w для чистої води без домішок дорівнює 1. Чим міцніше зв'язана вода в харчовому продукті, тим нижчий даний показник за значенням.

При високому вологовмісті продукту $P_n \rightarrow P_s$, а енергія зв'язку $L \rightarrow 0$. Чим менший вологовміст, тим менше P_n , тобто $a_w < 1$, а енергія зв'язку відповідно вища.

У замкнутій системі вологи перемищується так, щоб величина водної активності була рівномірною по всій системі, тобто вільна вода рухається з ділянки з високою активністю в ділянку з низькою. У комбінованому виробі величина водної активності напівфабрикатів комбінованих шарів має бути близькою за значенням, щоб попере-

Комбіновані системи можуть складатися з двох зв'язанодисперсних систем, тобто з твердим дисперсійним середовищем, в якому частинки дисперсійної фази не можуть вільно рухатися; з двох вільнодисперсних систем, у яких дисперсне середовище та дисперсна фаза рухливі або зв'язанодисперсної та

вільнодисперсної систем. Найчастіше комбіновані кондитерські вироби складаються з вільнодисперсних систем.

Змінити співвідношення вільної та зв'язаної вологи в кондитерських масах можна за допомогою гідрофільних колоїдів і тим самим привести комбіновану систему до рівноважного стану.

Показник активності вологи визначають різними методами: тензометрично, за ізотермами сорбції, монометричними або гігromетричними методами.

У сировині та напівфабрикатах різні показники активності води. У таблиці наведено деякі з них, визначені нами на приладі Thermoconstanter Swiss.

На межі розподілу між напівфабрикатами з різною текстурою та вмістом вологи утворюється міжфазовий поверхневий шар. Основні термодинамічні та кінетичні властивості, які впливають на стійкість системи в цілому, відбуваються в граничному шарі. Структура поверхневого шару формується завдяки зменшенню поверхневої енергії.

Зменшення в гетерогенній системі поверхневої енергії визначає певний орієнтир полярних молекул, іонів та електронів у поверхневому шарі, внаслідок чого фази, які з'єднуються, набувають зарядів протилежного знака різних за величиною. У результаті на межі поділу фаз може виникнути подвійний електричний шар іонів. Кількість перенесеної речовини в комбінованій системі буде прямо пропорційною різниці потенціалів між шарами, діелектричної проникності та обернено пропорційною в'язкості середовища.

Перекриття граничних шарів при зближенні може призводити до появи структурних складових розклинюючого тиску.

Управління даними явищами може сприяти створенню агрегатної стійкості комбінованої системи й зберігати різноманітну текстуру складових напівфабрикатів.

Текстура напівфабрикатів для комбінованих кондитерських виробів формується з різноманітної сировини. Для стабілізації текстури використовують регулятори консис-

тенції – поверхнево-активні речовини та гідроколоїди. Тому досліджували основні властивості окремих структуроутворювачів та їх поєднань, вплив композиційних сумішей на зміну структури різних кондитерських мас, які сприятимуть створенню технологій нових видів виробів стабільної якості.

Значення показника активності води для сировини та різних кондитерських мас

Назва напівфабрикату (готового виробу)	Вологість, %	Значення показника активності води, a_w
Борошно пшеничне	85,0	0,80
Молоко сухе	5,0	0,22–0,28
Молоко незбиране	95,0	0,98
Молоко згущене	74,0–76,0	0,82–0,85
Желе (на агарі)	18,0–24,0	0,72–0,8
Цукрова помадка	8,0–12,0	0,82–0,85
Помадково-кремова маса	8,0–12,0	0,74–0,77
Пісочний напівфабрикат	4,5–6,5	0,56–0,64
Пряничний напівфабрикат	12,5–13,0	0,66–0,68
Фруктове повидло	34,0	0,78
Фруктове повидло з доданням стабілізаційної суміші гідроколоїдів	28,0–32,0	0,65–0,72

Наприклад, при зберіганні борошнених кондитерських виробів з фруктовими начинками всередині виробів утворюються пустоти, що погіршує їх якість. Для стабілізації структури здобного печива та пряників з начинками на основі фруктової сировини ми запропонували до складу начинки вносити композиційну суміш, яка містить рослинну клітковину, камеді рослинного походження, бактеріальний полісахарид, модифікований крохмаль та поверхнево-активну речовину (патенти України 65396, 6675). Кожна з них виконує відповідну функцію на етапах формування структури начинки, термообробки та зберігання.

Але для розробки стабілізаційної суміші для начинки ми досліджували зміни основних властивостей структуроутворювачів залежно від технологічних факторів (температури, тривалості гідратації) та визначали синергетичний ефект для створення синергетичних пар компонен-

тів з відповідними властивостями. При створенні технології здобного печива, зважаючи на те, що активність води пісочного напівфабрикату перебуває в межах 0,56–0,64, для фруктової начинки, завдяки внесенню певної кількості стабілізаційної суміші, цей показник знижували з 0,78 до 0,66 (див. таблицю). Для

зниження поверхневої енергії у граничних шарах напівфабрикатів до складу вводили комбінації поверхнево-активних речовин, наприклад, тригліцериду стеаринової кислоти та сорбату тристеарату.

Одержати комбіновані вироби можна різними способами: застосуванням послідовного формування напівфабрикатів з кількох формуючих пристроїв або спільним формуванням різних кондитерських мас методом ко-екструзії.

Процес екструзування полягає у видавлюванні кондитерських мас через профільовані формуючі матриці та отриманні джгутів різної форми в поперечному перерізі. Для джгутів з начинкою маси екструдуються через центральний канал та коаксіальний отвір навколо нього. Цей процес називають "холодною" екструзією або "холодною" ко-екструзією.

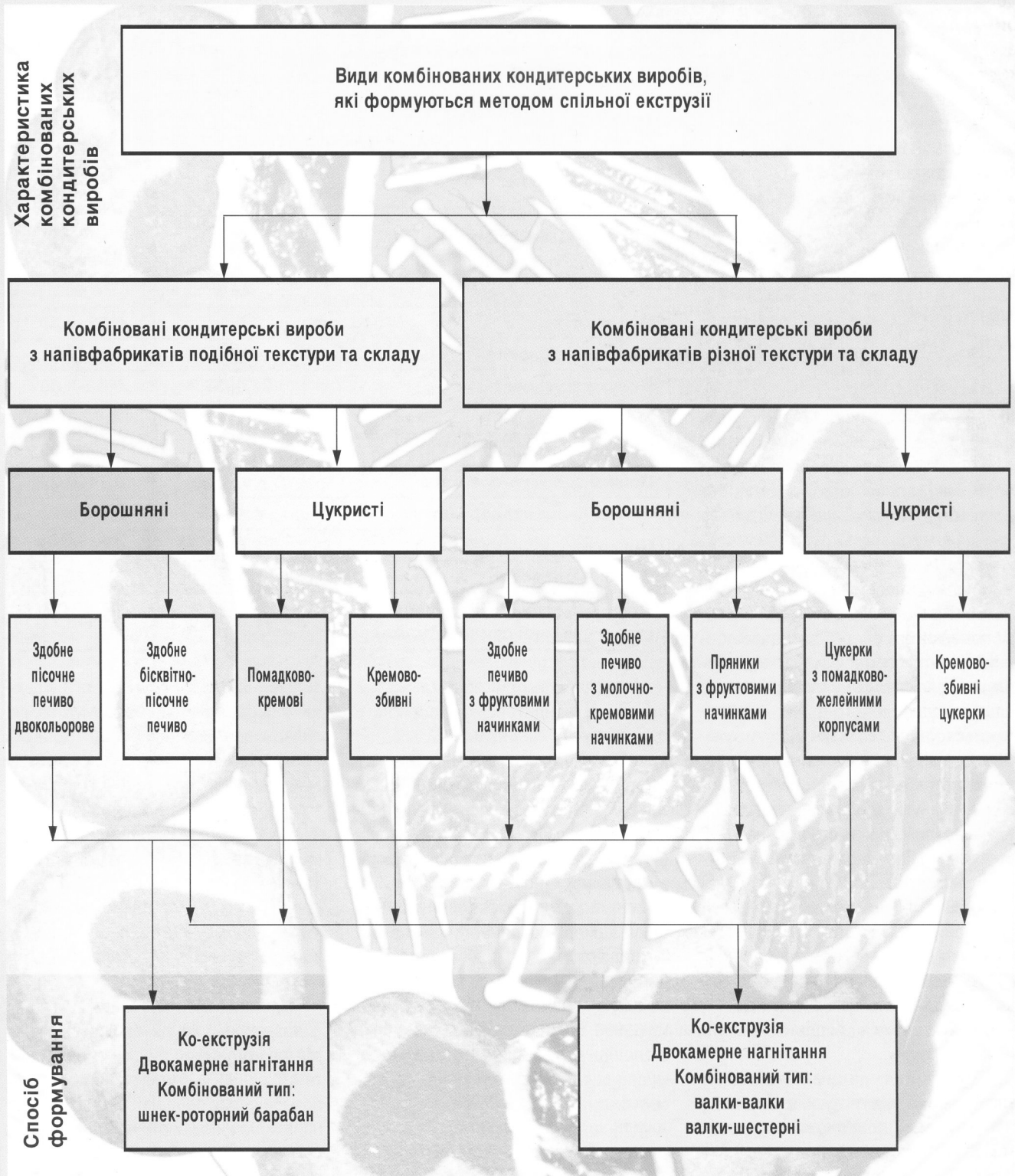
За методу ко-екструзії для створення тиску в зоні формування можна застосовувати різні нагніта-

ючі механізми: шнекові, роторні, валкові, шестерні або комбіновані.

Вибір типу нагнітання залежить від реологічних характеристик мас, що формуються. Наприклад, шне-

кове нагнітання створює значний тиск на масу, що призводить до часткового руйнування структури. Тому для деяких кондитерських мас використовують валкове нагнітання.

Для кожного типу формуючого обладнання необхідні кондитерські маси із заздалегідь заданими структурно-механічними властивостями (в'язкістю, густиною, пластичною міцністю,



**Структурна класифікаційна схема
комбінованих кондитерських виробів,
сформованих методом ко-екструзії**

формоутримуючою здатністю) згідно з вимогами формування.

Ми запропонували класифікацію комбінованих кондитерських виробів, в основу якої покладено реологічні властивості напівфабрикатів та значення активності води. Згідно із запропонованою класифікацією усі вироби поділяються на дві групи (див. схему). До першої відносять двокольорове пісочне або бісквітно-пісочне печиво, помадкові, помадково-кремові, кремово-збивні цукерки з комбінованими корпусами. Структура борошняних та цукристих кондитерських виробів формується з кондитерських мас з однаковими реологічними властивостями й відрізняється органолептичними показниками.

До другої групи відносять вироби з напівфабрикатів з різною текстурою та рецептурним складом (печиво з фруктовою або молочною начинкою, пряники з начинкою, кремово-збивні цукерки), з кондитерських мас з різними структурно-механічними властивостями та різними значеннями активності води.

У першій групі виробів основний фактор при формуванні структури – ідентичні реологічні властивості напівфабрикатів. У другій – показники активності вологи, які залежать від співвідношення вільної та зв'язаної вологи в рецептурних сумішах. Кожна група кондитерських виробів має свою особливість, що зумовлює міграційні процеси вологи або ліпідів.

На підставі багаторічних досліджень обгрунтовано розробку нових технологій різноманітних комбінованих кондитерських виробів, які формуються методом ко-екструзії: печива з різними начинками, пряників з начинками, цукерок з комбінованими корпусами, які захищені патентами України та апробовані в промисловості.

Теоретичне обгрунтування закономірності формування структури різних кондитерських мас на всіх етапах технологічного процесу сприяло розробці нових технологічних та технічних рішень при конструюванні устаткування для їх виробництва.