

13. ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРНОГО ЧИННИКА НА ЕФЕКТИВНУ В'ЯЗКІСТЬ СУМІШЕЙ МОРОЗИВА

Г.Є. Поліщук, Н.М. Брус, В.В. Мартинч

Національний університет харчових технологій

Суміші морозива виявляють аномалію в'язкості, особливо за низького градієнту зсуву, тому їх можна віднести до неньютонівських структурованих рідин. Структурна особливість таких рідин полягає у присутності структурних одиниць течії, розміри яких набагато перевищують розміри молекул дисперсійного середовища — води. Однією з найважливіших властивостей структурованих псевдопластичних систем та неньютонівських рідин є ефективна в'язкість. Швидкісно-в'язкісні характеристики сумішей можуть змінюватися впродовж технологічного процесу під впливом окремих видів оброблення, у тому числі механічної дії насосів, гомогенізаторів, перемішувальних і дозувальних пристроїв, мішалок шкребкового типу у шнекових камерах фризерів та ін.

На структурування сумішей та морозива у першу чергу впливають такі чинники: вміст і вологозв'язувальна здатність біополімерів; температура; теплова

коагуляція сироваткових білків; кристалізація жиру та його вміст тощо. Тому для виявлення особливостей структурування сумішей морозива класичних видів (молочного, вершкового, пломбіру) із традиційними та сучасними стабілізуючими компонентами досліджено їхню ефективну в'язкість за змінних швидкості зсуву ($3,0 — 1312,2 \text{ с}^{-1}$) і температури (від 4 до 20 °C).

Вміст цукру та жиру у морозиві молочному, вершковому та пломбірі було задано відповідно до типових рецептур. Для порівняльного аналізу структуруючої здатності добавок різної природи та технологічної ефективності досліджено зразки, що містять 2,0 % борошна та 0,5 % стабілізаційної системи Cremodan SE 406.

Виявлено, що в температурному інтервалі від 4 до 20 °C ефективна в'язкість сумішей за зниження температури через кожні 8 °C підвищується у середньому на 35,2 % для морозива молочного, на 40,0 % - для вершкового, 45,0 % - для пломбіру. За градієнта швидкості зсуву (№ 6, $\gamma = 48,6 \text{ с}^{-1}$), наближеного до окружної швидкості мішалки фризера, в умовах підвищення температури продукту ефективна в'язкість молочної суміші зі стабілізаційною системою зменшується від 277,033 до 152,01 Па·с (у 1,82 рази), а з пшеничним борошном — від 100,60 до 57,94 Па·с (у 1,73 рази).

За допомогою двофакторної нелінійної (степеневі) регресійної моделі Кобба-Дугласа $Y = ax_1^{a1}x_2^{a2}$ одержані залежності ефективної в'язкості сумішей молочних, вершкових і пломбірних з пшеничним борошном і стабілізаційною системою Cremodan SE 406 від температури і градієнту швидкості зсуву.

Для сумішей з борошном пшеничним рівняння мають такий вигляд:

$$Y_1 = 1428 \cdot x_1^{-0.39} \cdot x_2^{-0.49}; Y_2 = 2350,7 \cdot x_1^{-0.38} \cdot x_2^{-0.55}; Y_3 = 3744,3 \cdot x_1^{-0.35} \cdot x_2^{-0.61}$$

Для сумішей зі стабілізаційною системою:

$$Y_1 = 5064,8 \cdot x_1^{-0.49} \cdot x_2^{-0.5}; Y_2 = 6141,69 \cdot x_1^{-0.46} \cdot x_2^{-0.55}; Y_3 = 9310,6 \cdot x_1^{-0.39} \cdot x_2^{-0.63},$$

де Y_1 — суміші морозива молочного; Y_2 — суміші морозива вершкового; Y_3 — суміші морозива пломбір; x_1 — градієнт швидкості зсуву, с^{-1} ; x_2 — температура, °C.

Адекватність моделей для сумішей з борошном та стабілізаційною системою перевірена за коефіцієнтами детермінації, які свідчать про високу якісну характеристику зв'язку коефіцієнтів системи. Перевірка за допомогою F-тесту (F — критерій Фішера) та t-розподілу Ст'юдента підтвердила надійність коефіцієнтів кореляції.

Отже, підтверджено вагомий вплив жиру, температури і градієнту швидкості зсуву на ефективну в'язкість сумішей для виробництва морозива. Найменший вплив температурного чинника характерний для морозива молочного, тому суміші молочні потребують додаткового зміцнення їхньої структури і надання їм здатності до відновлення зруйнованої структури за допомогою ефективних вологоутримуючих та структуруючих агентів.