

ОСТАННІМ часом науковці й виробничники чимало уваги приділяють створенню харчоконцентратних продуктів на основі модифікованих крохмалів.

Крохмаль та його модифікати здавна використовують у харчовій промисловості як важливі харчові добавки – загущувачі, зв'язуючі речовини, наповнювачі, підсолоджувачі, смакові добавки та ароматизатори.

Різні види крохмалів (з картоплі, кукурудзи й тапіоки) залежно від специфічних властивостей по-різному впливають на харчові продукти. Тому їх використовують для одержання продуктів з певними фізико-хімічними, реологічними та органолептичними властивостями.

Застосування в сучасних технологіях структуроутворюючих добавок дає змогу створити широкий асортимент емульсійних і драгелеподібних продуктів (маргарини, майонези, соуси тощо).

Під час обробки крохмальна сировина зазнає значного фізико-хімічного, термо-механічного та біологічного впливу. При цьому реологічні властивості сировини постійно змінюються. Для досягнення оптимальних структурно-механічних властивостей готових виробів необхідно знати, як впливають різні компоненти, що входять до рецептури багатьох продуктів, на їх структуру.

Ми досліджували вплив солі на реологічні властивості крохмальних клейстерів модифікованих крохмалів за допомогою ротаційного віскозиметра "Реотест-2" методом, в основі якого – вимірювання в'язкості матеріалу, який вносять між двома одновісними циліндричними поверхнями й піддають деформації зсуву.

Вплив солі на в'язкість клейстерів модифікованих крохмалів досліджували на прикладі 6%-них клейстерів фосфатидного картопляного крохмалю, ацетилювано-

**О. МЕЛЬНИК,**  
аспірант  
**В. КОВБАСА,**  
доктор технічних наук  
**Є. КОВАЛЕВСЬКА,**  
доцент  
Національний університет  
харчових технологій

# СІЛЬ

## ї реологічні характеристики клейстерів модифікованих крохмалів

Як стабілізатори крохмаль широко використовують у громадському харчуванні та кулінарії для виробництва супів (сухих, консервованих, заморожених), соусів (томатних, майонезів), бульйонних продуктів.

Для оптимізації технологічного процесу, особливо з переходом на нові види сировини, необхідно знати, як змінюються її фізико-хімічні та структурно-механічні властивості та напівфабрикатів під час механічної обробки.

Визначальний вплив на хід процесу та якість продукту мають реологічні властивості матеріалу, які в свою чергу залежать від вологості, гранулометричного та біохімічного складу, а також внесення у продукт різних добавок. Знання реологічних властивостей сировини, їх змін під час обробки необхідне для інтенсифікації та автоматизації технологічного процесу, одержання продукції із заданими споживчими властивостями.

го дикрохмальадипату восковидної кукурудзи та картопляного нативного крохмалю, в які добавляли сіль у кількості 2,5; 5,0; 7,5% до маси готового продукту.

На основі експериментальних даних будували повні реологічні криві в'язкості й текучості.

На рис. 1 і 2 наведені криві в'язкості крохмальних клейстерів різного походження, з яких видно, що при додаванні кухонної солі процеси структуроутворення відбуваються тим інтенсивніше, чим більше вносили солі. Таку закономірність можна, мабуть, пояснити тим, що при внесенні її в систему крохмаль – вода відбувається гідратація її молекул.

Оскільки в солі вища дегідратуюча здатність, ніж у крохмального полімеру, кількість рідкої фази зменшується, концентрація крохмалю щодо рідкої фази зростає, що підвищує в'язкість крохмального клейстеру. У

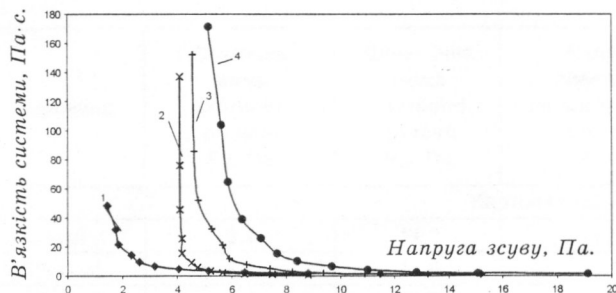


Рис. 1. Криві в'язкості крохмальних клейстерів нативного картопляного крохмалю з добавкою солі: 1 – без солі; 2 – 2,5% солі; 3 – 5,0% солі; 4 – 7,5% солі.

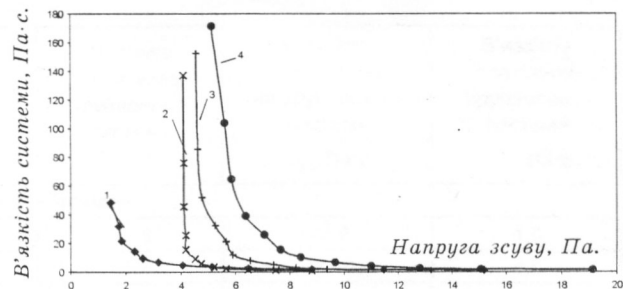
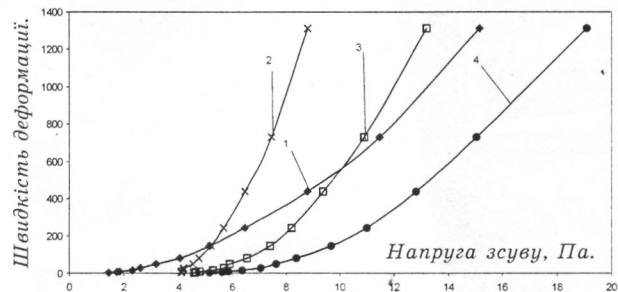


Рис. 2. Криві в'язкості крохмальних клейстерів фосфатидного картопляного крохмалю з добавкою солі: 1 – без солі; 2 – 2,5% солі; 3 – 5,0% солі; 4 – 7,5% солі.

цьому випадку йде боротьба за воду між макромолекулами крохмалю та іонами солі.

Отже, додання солі до рецептури продуктів, до складу яких входять модифіковані крохмалі, дає змогу зменшити кількість крохмалю (як стабілізуючої добавки) й одержати готовий продукт хорошої якості і потрібної структури.

**Криві в'язкості мають важливе практичне значення.** За допомогою їх визначають оптимальні параметри технологічних процесів обробки та формування сировини і встановлюють зв'язок між характером текучості, ступенем руйнування структури та напругою зсуву. Крім кривих в'язкості, одержали криві текучості (рис. 3 і 4), які відображають залежність швидкості течії від напруги зсуву.



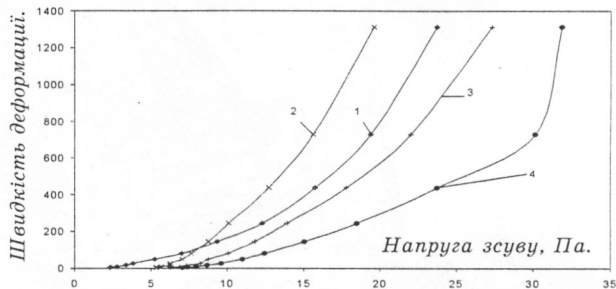
**Рис. 3.** Криві текучості клейстерів фосфатидного крохмалю з добавкою солі:

- 1 – без солі; 2 – 2,5% солі;
- 3 – 5,0% солі; 4 – 7,5% солі.

За реологічними характеристиками крохмальні клейстери можна класифікувати як пружно-пластично-в'язкі системи, реологічні моделі яких дають змогу встановити характер руйнування клейстеру залежно від напруги зсуву й внесення солі. Встановлено, що зміни в'язкості для наведених клейстерів мають аналогічний характер, тому всі вони належать до конденсаційно-коагуляційних структур.

Аналіз кривих в'язкості й текучості дає змогу визначити й інші реологічні параметри (див. таблицю).

З даних таблиці видно, що статична межа здатності до течії  $P_{K1} \neq 0$ , тому можна стверджувати, що **модифіковані крохмалі належать до псевдопластичних твердоподібних тіл.** Динамічна межа здатності до течії  $P_{K2}$ , напруга практично зруйнованої структури  $P_m$  та напруга практично не зруйнованої системи  $P_r$  при збільшенні вмісту солі зростають, що вказує на інтенсифікацію процесів структуроутворення. В'язкість практично не зруйнованих клейстерів  $\eta_0$  при збільшенні вмісту в них солі зростає, тобто структура системи стає міцнішою. При збільшенні навантаження понад 30 Па спостерігається повне руйнування структур досліджуваних систем, і в'язкість практично зруйнованих структур набуває сталого значення  $\eta_m = 1,0$  Па.с.



**Рис. 4.** Криві текучості клейстерів картопляного нативного крохмалю з добавкою солі:

- 1 – без солі; 2 – 2,5% солі;
- 3 – 5,0% солі; 4 – 7,5% солі.

Таким чином, на структуру та якість готової продукції можна впливати різними добавками, режимами та способами технологічної обробки матеріалу, внаслідок чого змінюються реологічні властивості сировини та напівфабрикатів. Знання реологічних властивостей сировини, їх зміни під час обробки необхідні для ведення технологічного процесу, конструювання високопродуктивного й технічно досконалого обладнання, а також створення широкого асортименту харчоконцентратної продукції.

### Реологічні параметри клейстерів модифікованих крохмалів із внесенням солі

Сировина	Статична межа здатності до течії $P_{K1}$ , Па	Динамічна межа здатності до течії $P_{K2}$ , Па	Напруга практично не зруйнованої системи $P_r$ , Па	Напруга практично зруйнованої системи $P_m$ , Па	В'язкість практично не зруйнованої системи $\eta_0$ , Па·с	В'язкість практично зруйнованої системи $\eta_m$ , Па·с
<b>Картопляний нативний крохмаль</b>						
Без солі	2,2	14,2	5,1	21,9	78,0	1,0
2,5% солі	5,1	11,0	6,5	17,8	178,0	1,0
5,0% солі	6,5	15,7	8,0	25,0	210,0	1,0
7,5% солі	7,0	29,0	10,0	32,2	235,0	1,0
<b>Фосфатидний картопляний крохмаль</b>						
Без солі	1,3	8,0	3,1	12,8	50,0	1,0
2,5% солі	4,0	5,9	4,3	8,0	138,0	1,0
5,0% солі	4,5	8,0	5,4	11,7	153,0	1,0
7,5% солі	5,0	10,0	7,0	16,3	175,0	1,0