

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОБАВКИ ЦУКРУ НА РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КЛЕЙСТЕРІВ МОДИФІКОВАНИХ КРОХМАЛІВ

Мельник О. Ю., Ковбаса В. М., Ковалевська Є.І.
Національний університет харчових технологій

Промислова переробка крохмальної сировини супроводжується складними фізико-хімічними, біологічними та механічними процесами, вивчення яких дає можливість організувати найбільш ефективний та об'єктивний контроль якості готової продукції. Більшість процесів харчової промисловості пов'язані з переробкою структурованих дисперсних систем – суспензій, пін, гелів, студнів, структурно-механічні параметри яких використовують при виборі найбільш раціональних режимів роботи устаткування, оптимальних умов проходження технологічних процесів.

Останнім часом прогресивним напрямком в харчовій промисловості є застосування технології модифікованих крохмалів, які входять в рецептури багатьох продуктів харчування (киселі, соуси, супи), оскільки дані продукти не тільки не потребують тривалого кулінарного оброблення, а й мають високі якісні показники.

Не дивлячись на значну кількість робіт по вивченню модифікованих крохмалів, досліджень взаємозв'язку реологічних властивостей сировини і внесення в рецептуру готових виробів різних добавок практично не проводилось. Вивчення реологічних властивостей сировини, їх зміни при внесенні різних кількостей добавок, а також зв'язок цих властивостей з якістю отриманих продуктів необхідне для оптимізації технологічних режимів.

Для теоретичного обґрунтування процесу оброблення крохмальних мас можуть бути застосовані положення фізико-хімічної механіки дисперсних систем, створені П.А.Ребіндером. Фізико-хімічна механіка вивчає фактори, що визначають механічні властивості тіл і їх структуру, встановлюють закономірності отримання різних матеріалів із заданими механічними властивостями і розробляє методи управління процесом обробки тіл [1].

Сировина, напівфабрикати, готова продукція переробних галузей промисловості мають різноманітні структурно-механічні властивості, які залежать від багатьох факторів – температури, тиску, вологості, якості вихідної сировини, механічної взаємодії, транспортування, способів та строків зберігання, внесення добавок, тощо.

Оскільки на структуру готових виробів здійснюють значний вплив компоненти, що входять в їх рецептуру, ми в даній роботі досліджували вплив цукру на реологічні властивості крохмальних клейстерів модифікованих крохмалів.

Дослідження даних закономірностей проводили на прикладі клейстерів модифікованих крохмалів за допомогою ротаційного віскозиметра "Реотест –2" методом, що базується на вимірюванні в'язкості матеріалу, який вносять між двома одновісними циліндричними поверхнями та піддають деформації зсуву.

Вплив цукру на в'язкість клейстерів досліджували на прикладі 6 %-них клейстерів нативного картопляного крохмалю, фосфатидного крохмалю та ацетильованого дикрохмал фосфату картоплі, в які добавляли цукор у кількості 5,0; 10,0; 15,0 %.

На отриманих кривих в'язкості крохмальних клейстерів (рис.1; 2; 3) можна спостерігати таку закономірність: при збільшенні кількості цукру, який ми вносили в систему крохмаль-вода, в'язкість клейстерів зменшувалася.

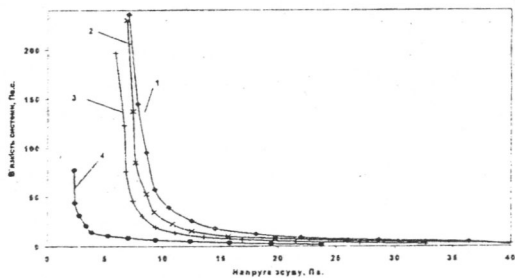


Рис. 1 -- Криві в'язкості крохмальних клейстерів нативного крохмалю картоплі з добавкою цукру:

1 - 0 % цукру; 2 - 5,0 % цукру;
3 - 10,0 % цукру; 4 - 15,0 % цукру

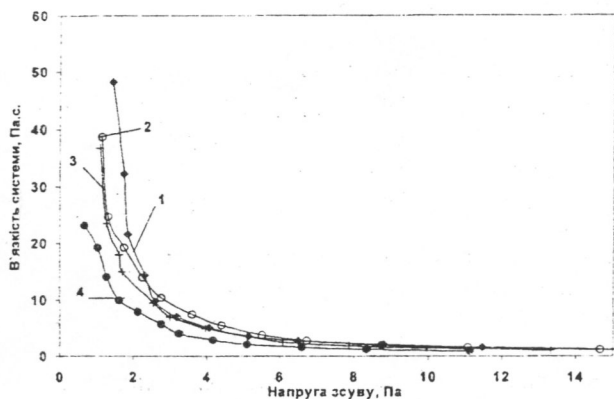


Рис. 3 -- Криві в'язкості крохмальних клейстерів фосфатидного крохмалю з добавкою цукру:

1 - 0 % цукру; 2 - 5,0 % цукру; 3 - 10,0 % цукру; 4 - 15,0 %

Аналіз реологічних параметрів дозволяє класифікувати крохмальні клейстери як пружно-пластичні в'язкі системи, реологічні моделі яких дозволяють встановити характер руйнування крохмального клейстеру залежно від напруги зсуву. Встановлено, що зміни в'язкості для всіх наведених клейстерів мають аналогічний характер, тому всі вони відносяться до конденсаційно-коагуляційних структур.

Криві, які відображають залежність швидкості течії від напруження зсуву, називаються реологічними кривими текучості, і показані на рис. 4, 5.

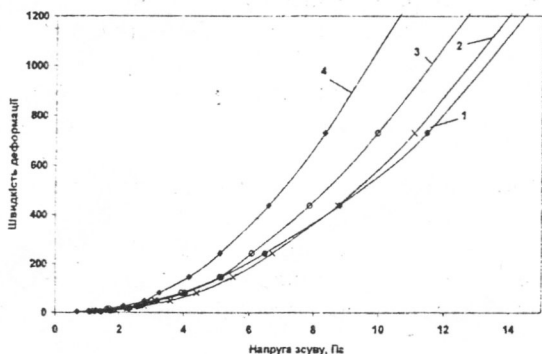


Рис. 4 -- Криві текучості фосфатидного картопляного крохмалю з добавкою цукру:

1 - 0 % цукру; 2 - 5,0 % цукру;
3 - 10,0 % цукру; 4 - 15,0 % цукру

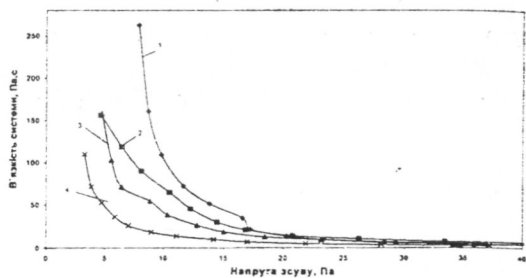


Рис. 2 -- Криві в'язкості крохмальних клейстерів ацетилюваного дикрохмалю фосфату картоплі з добавкою цукру:

1 - 0 % цукру; 2 - 5,0 % цукру;
3 - 10,0 % цукру; 4 - 15,0 % цукру

В основі такого впливу цукру на структуру клейстеру слід вважати дегідратацію ним полімеру за рахунок високої розчинності цукру у воді і створення в полімерній структурі клейстеру прошарків концентрованих розчинів. Це призводить до зниження модулів зсуву, а також до зниження в'язкості клейстеру.

Тому слід зробити висновок, що при внесенні цукру в рецептуру готових виробів, потрібно враховувати здатність його зменшувати в'язкість клейстерів і розріджувати системи. Це відповідно приведе до необхідності зниження вологості, або збільшення кількості стабілізуючого агента, тобто модифікованого крохмалю, в рецептурі готового продукту.

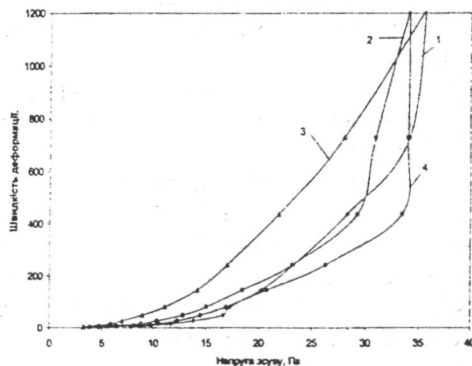


Рис. 5 -- Криві текучості ацетилюваного дикрохмалю фосфату картоплі з добавкою цукру:

1 - 0 % цукру; 2 - 5,0 % цукру;
3 - 10,0 % цукру; 4 - 15,0 % цукру

Аналіз реологічних кривих в'язкості та текучості клейстерів модифікованих крохмалів з додаванням цукру дозволяє визначити й інші реологічні параметри, подані в таблиці 1.

Таблиця 1.

Сировина	Статична межа здатності до течії $P_{к1}$, Па	Динамічна межа здатності до течії $P_{к2}$, Па	Напруга практично не зруйнованої системи P_g , Па	Напруга практично зруйнованої системи P_m , Па	В'язкість практично не зруйнованої структури η_0 , Па·с.	В'язкість практично зруйнованої структури η_m , Па·с.
Фосфатидний картопляний крохмаль.						
Без цукру.	1,0	7,0	3,1	13,0	238,0	8,0
5,0 % цукру	1,4	6,8	2,5	12,7	235,0	8,0
10,0 % цукру	1,7	6,0	2,4	11,6	198,0	8,0
15,0 % цукру	1,2	4,9	2,3	9,3	78,0	8,0
Ацетильований дикрохмал фосфат картоплі.						
Без цукру.	8,7	34,2	11,5	35,8	265,0	5,0
5,0 % цукру	8,0	27,0	10,5	30,5	160,0	5,0
10,0 % цукру	3,2	17,0	10,2	30,2	160,0	5,0
15,0 % цукру	4,7	14,2	10,0	30,0	120,0	5,0

Із даних табл. 1 видно, що статична межа здатності до течії $P_{к1} \neq 0$, тому можна говорити, що модифіковані крохмалі відносяться до псевдопластичних твердоподібних тіл. Динамічна межа здатності до течії $P_{к2}$, напруга практично зруйнованої структури P_m та напруження практично не зруйнованої системи P_g при збільшенні відсоткового вмісту цукру зменшуються, що вказує на інтенсифікацію процесів руйнування структури. В'язкість практично не зруйнованих клейстерів зменшується залежно від збільшення дозування цукру, при збільшенні навантаження вище 30 Па спостерігається повне руйнування структур досліджуваних систем і в'язкість практично зруйнованих структур набуває сталого значення $\eta_m = 8,0$ для фосфатидного крохмалю і $\eta_m = 5,0$; Па·с для ацетильованого дикрохмал фосфату.

Таким чином, на структуру та якість готової продукції можна впливати шляхом внесення різноманітних добавок, зміною режиму та способу технологічного оброблення матеріалу, що спричиняє безперервну зміну реологічних властивостей сировини та напівфабрикатів.

Важливою характеристикою клейстерів модифікованих крохмалів є температура, при якій досягається максимальна в'язкість клейстерів в порівнянні з нативними крохмалями.

Визначення максимальної в'язкості проводили з допомогою амілографа "Брабендера". Дані дослідження дали змогу прослідкувати зміну максимальної в'язкості крохмальних клейстерів залежно від типу модифікації, а також встановити температури, при яких клейстер набуває максимуму в'язкості в порівнянні з нативними крохмалями. Результати оброблення отриманих кривих подані в табл. 2.

Таблиця 2.

Визначення максимальної в'язкості клейстерів модифікованих крохмалів.

№ п/п	Назва модифікованого крохмалю	Температура, при якій в'язкість досягає макс.значення, С°	Максимальна в'язкість крохмального клейстеру, ум. од. пр.
1	Картопляний нативний крохмаль	50,5	1040
2	Кукурудзяний нативний крохмаль	59,5	1040
3	Фосфатидний картопляний крохмаль	56,5	1080
4	Гідроксипропілований фосфатний дикрохмал картоплі	31,7	1060
5	Ацетильований картопляний дикрохмал фосфат (Paselli BC)	25,0	1040
6	Ацетильований дикрохмал фосфат картоплі (Prejel 200G)	25,0	1040
7	Ацетильований дикрохмаладіпат восковидної кукурудзи	49,0	1080

Значення максимальної в'язкості крохмальних клейстерів показують, що в процесі модифікації не відбувається глибокого розщеплення крохмальних молекул низькомолекулярних сполук, тому максимальна в'язкість майже не змінюється, однак досить суттєво зменшується температура, при якій досягається максимум в'язкості. Це дозволяє використовувати модифіковані крохмалі, як замітники нативних крохмалів, для приготування різних харчових продуктів, оскільки вони мають нижчу температуру досягнення максимальної в'язкості, а також утворюють прозорі клейстери необхідної структури.

Литература

1. Ребиндер П.А. Вязкость дисперсных систем и структурообразование //Тр. совещ. по вязкости жидкостей и коллоидных растворов. Изв. АН СССР. – 1941. С. 361-390.
2. Фридрихсберг Д.А., Цыгин Е.Н. Дисперсные системы (Коллоиды). – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1965. – 20 с.
3. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. [Для химических специальностей университетов] - Л.: "Химия", Ленингр. отд-ние, 1974. – 351с.