

УДК 664. 78

О.В. Запотоцька, аспірант
О.П. Мельник, аспірант
О.Ю. Мельник, канд. техн. наук
Є.І. Ковалєвська, канд. хім. наук
І.Л. Корецька, канд. техн. наук

РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МОДИФІКОВАНИХ КРОХМАЛІВ

Розглянуті основні види модифікованих крохмалів, представлених на ринку України. Досліджені структурно-механічні властивості модифікованих крохмалів різних видів, визначені основні міцнісні параметри і їх співвідношення. На підставі досліджень надані рекомендації щодо їх застосування.

Ключові слова: модифіковані крохмалі, реологічні криві, структурно-механічні властивості

Considered basic types of the modified starches represented at the market of Ukraine. Explored structural-mechanical properties of the modified starches of different types, certain basic durability parameters and their correlations. On the basis of researches there are the given recommendations in relation to their application.

Key words: modified starches, reological curve, structural-mechanical properties

На ринку харчових добавок в Україні представлений широкий спектр стабілізаторів, згущувачів і ге-

© О.В. Запотоцька, О.П. Мельник, О.Ю. Мельник, Є.І. Ковалєвська, І.Л. Корецька, 2009

леутворювачів — речовин, які необхідні для створення або зміни існуючих реологічних властивостей про-

дуктів, тобто речовини, регулюючих або формуючих їх консистенцію. Дані добавки дозволяють: створити конкурентноздатний продукт, покращити його естетику, зменшити виробничий брак, гарантувати постійну якість при виробництві продукту та збільшити строк його придатності. Тому розуміння можливостей добавок і потенціалу їх застосування важливі для кожної стадії процесу виробництва. Один із значних сегментів даного ринку займають нативні крохмалі та їх похідні.

Багато харчових добавок мають функцію стабілізатора-згущувача, їх додавання підвищує в'язкість дисперсної харчової системи і перетворює таку систему у гель, попереджує розділення на вихідні компоненти і випадання у осад твердих частинок, диспергованих у рідкому дисперсійному середовищі. При введенні у рідку харчову систему стабілізатора, в процесі приготування харчового продукту вода зв'язується, в результаті чого тверді часточки системи втрачають свою рухливість і консистенція продукту змінюється, а в'язкість зростає. Ефект підвищення в'язкості буде визначатися особливостями хімічної будови введеної в добавки і її структуроутворюючою здатністю.

Традиційно відомі нам нативні крохмалі мають слабку структуру і їх застосування в прогресивних харчових технологіях досить обмежене. Вони використовуються для надання пластичності тістовим масам, виконують роль формоутримуючої речовини при виробництві відливних цукерок, а також при виробництві харчоконцентратів: обідніх страв, киселів, соусів, мусів.

Модифіковані крохмалі як згущувачі і стабілізатори застосовують при виробництві різних харчових продуктів в силу своєї здатності утворювати весь спектр драглів — від м'яких до твердих — і формувати різноманітні текстури — від крихких до гумоподібних. Їх використовують при виробництві різних видів харчових продуктів в кондитерській промисловості їх додають для стабілізації структури цукерок помадного типу, кремів, зефірів, для загущення фруктово-ягідних начинок, покращення структури цукеркової маси при формуванні цукерок; в харчоконцентратній — для виготовлення сухих сумішей швидкого приготування (супів, соусів, майонезів, десертів, напоїв); в молочній — для виготовлення сухих сумішей морозива і загущення кисломолочних продуктів; в хлібопекарській промисловості - як покращувачі якості хліба і тіста тривалого зберігання; у виробництві м'ясних і рибних виробів, тощо.

В залежності від властивостей, структури і методу отримання розрізняють чотири основні групи модифікованих крохмалів:

крохмалі, з частково розщепленими полісахаридними ланцюгами, зшиті крохмалі, набухаючі і частково розчинні в холодній воді, крохмалі, з приєднаними радикалами (прості і складні ефіри),

Розщеплені крохмалі мають більш короткі (в порівнянні з нативними) молекулярні ланцюги, внаслідок фізичної чи хімічної дії. До даного типу крохмалів відносять декстрини, гідролізовані і окислені крохмалі. Дані крохмалі мають понижено студнеутворюючу здатність, зменшена молекулярна маса дозволяє отримувати клейстери високої концентрації і низької в'язкості з підвищеною плівкоутворюючою здатністю.

Зшиті крохмалі отримують додаванням в структурний ланцюжок полісахаридів хімічних радикалів,

які утворюють поперечні зв'язки (зшивки) між ними. Такі крохмалі зберігають свою зернистість. Клейстери стабільні до низького рН, механічного впливу, низької температури.

Набухаючі крохмалі виготовляють шляхом вологотермічної обробки сировини, і якщо це необхідно, в присутності каталізаторів методом гарячої екструзії. В процесі такої обробки відбувається руйнування природної впорядкованості зерен крохмалю і утворення нової структури полісахаридів з різною молярною масою. Нова структура здатна активно набухати і частково розчинятися у воді. Такі крохмалі володіють добрими вологоутримуючими, структуроутворюючими і згущувальними властивостями.

Крохмалі, з приєднаними радикалами отримують ефірно приєднаними до полісахаридного ланцюга радикали. При отриманні ефірів крохмалю зберігається, як правило, їх зерниста структура і можлива часткова деструкція, в залежності від виду хімічного компонента. Такі крохмалі характеризуються стабільністю клейстерів при зберіганні, механічних діях, низьких рН, низьких температур.

Вивчення хімічного складу, гідрофільності модифікованих крохмалів дають можливість передбачити, що названі згущувачі-стабілізатори є перспективним інгредієнтом для досягнення необхідної текстури, структурно-механічних властивостей харчових мас.

На сьогоднішній день існує дуже великий вибір модифікованих крохмалів. Ми провели реологічний аналіз 5 модифікованих крохмалів (виробники: National and Chemical та AVEBE):

зразок 1 — естерифікований картопляний крохмаль;

зразок 2 — модифікований крохмаль, отриманий із кукурудзи;

зразок 3 — попередньо клейстеризований, ацетильований ди-фосфатом, модифікований крохмаль холодного набухання із картоплі;

зразок 4 — желатинізований модифікований крохмаль, отриманий із восковидної кукурудзи;

зразок 5 — попередньо клейстеризований, ацетильований ди-фосфатом., модифікований крохмаль із картоплі.

Дослідження реологічних властивостей вищезазначених зразків проводились на віскозиметрі типу «Реотест — 2», розчини готували при кімнатній температурі, при концентрації крохмалю 5%.

За результатами досліджень по експериментальним даним будували два типи реологічних кривих: криві в'язкості та криві течії. На рис.1 показано залежність в'язкості від навантаження системи для всіх досліджуваних зразків.

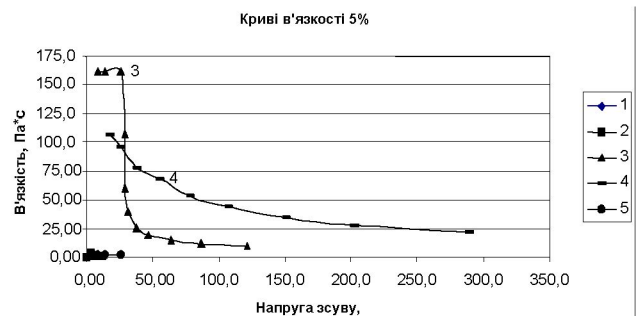


Рис.1 Залежність в'язкості від напруги зсуву

Видно, що всі досліджувані об'єкти відносяться до структурованих систем. З підвищенням навантаження в'язкість падає, що обумовлено руйнуванням надмолекулярних структур. Більш інтенсивне руйнування відбувається при незначних навантаженнях до 50 Па.

На рис.2 показано криві в'язкості для зразків 1, 2, 5 в більшому масштабі, для детальнішого вивчення в'язкісних показників.

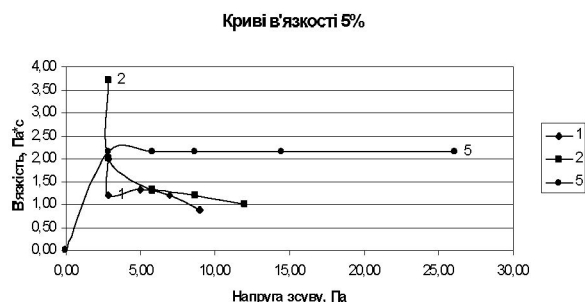


Рис.2. Залежність в'язкості від напруги зсуву.

Найбільш міцну структуру мають клейстери крохмалів зразків 3,4. Найменшу в'язкість проявляють зразки 1, 2, 5. В'язкість крохмального клейстера 5 практично не залежить від навантаження системи і має сталі значення, що відповідає ньютонівській рідині.

З рис.3 видно, що зразки 1,2 відносяться до рідкоподібних структурованих систем, для них $P_{к1} = 0$, а клейстери крохмалів 3,4 відносяться до твердоподібних систем, для них $P_{к1} > 0$, де $P_{к1}$ — статична межа течії. Для зразка крохмального клейстера 5 крива течії представляє собою пряму, яка виходить з початку координат і течія в системі починається при незначному навантаженні, що відповідає ньютонівській рідині, це також підтверджується кривою в'язкості (рис.2, крива 5).

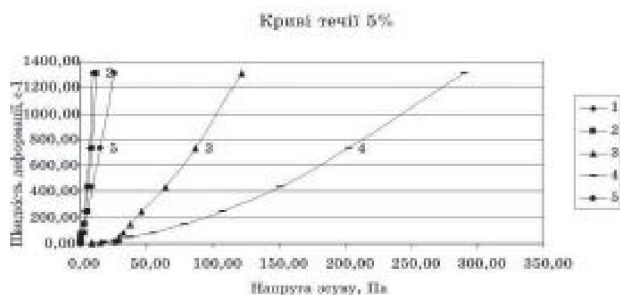


Рис.3. Залежність швидкості деформації від напруги зсуву.

При обробці кривих в'язкості та течії розраховуємо в'язкісні, міцнісні параметри та їх відношення, які зведені в таблицю.

Міцнісні параметри модифікованих крохмалів

Зразки	$P_{к1}$	$P_{к2}$	P_m	P_r	$P_{к2}/P_{к1}$	$P_m/P_{к1}$	P_0	P_m	$P_0 - P_m$
	Па						Па × с		
Зразок 1	0,0	5,1	8,5	2,0	0,00	0,00	1,99	0,88	1,11
Зразок 2	0,0	5,1	8,5	2,0	0,00	0,00	3,58	0,88	2,70
Зразок 3	1,0	50,0	90,0	25,0	50,00	90,00	193,00	9,27	183,73
Зразок 4	0,5	95,0	200,0	60,0	190,00	400,00	100,00	22,02	77,98
Зразок 5	0,0	5,1	0,0	0,0	0,00	0,00	2,05	1,99	0,06

З таблиці видно, що найбільш інтенсивні процеси структуроутворення відбуваються в крохмальних клейстерах зразків 3,4.

Розраховані параметри визначають: $P_{к2}$ — динамічна межа течії системи, при цьому навантаженні в системі проявляються пластичні деформації; P_m — напруження, що відповідає міцності системи, подальше навантаження викликає повне руйнування надмолекулярних структур; P_r — міцність (напруження) практично незруйнованої системи; відношення $P_{к2}/P_{к1}$ — характеризує міцність надмолекулярних зв'язків в структурі; $P_m/P_{к1}$ — характеризує діапазон напружень, в якому відбувається руйнування структури; P_0 — найбільша в'язкість практично незруйнованої системи; P_m — найменша в'язкість практично зруйнованої системи.

Висновки. Досліджені реологічні властивості 5-ти зразків крохмалів, які бажано використовувати в якості загущувачів і стабілізаторів.

Зразки 1, 2, 5 в процесі утворення клейстерів утворюють грудочки, що утруднює процес їх використання.

Ми рекомендуємо використовувати зразки 3 і 4, які виконують роль загущувача і стабілізуючого агента для широкого спектра продуктів: в кондитерській промисловості для стабілізації структури цукерок помадного типу, кремів, зефірів, для загущення фруктов'ягідних начинок, в харчоконцентратній — для виготовлення сухих сумішей швидкого приготування (супів, соусів, майонезів, десертів, напоїв).

ЛІТЕРАТУРА

1. *Продукты функционального назначения на основе крахмала*/Лукин Н.Д., Жушман А.И., Ладур Т.А. // *Хранение и переработка сельхозсырья*. — 2003. — №8. — С.179—183
2. *Состояние воды в крахмале и его экструдатах по данным ЯМР*/. Манк В.В., Кобылинская Е.В., Ковбаса В.Н. // *Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки*. — 1999. — №2. — с.14—15
3. *Справочник по гидроколлоидам*/ Филипп Г.О., Вильямс П.А., (ред.). Пер. с англ. под ред. Кочетковой А.А. и Сарафановой Л.А. — СПб.: ГИОРД, 2006. — 536 с.:ил.
4. *Характеристики использования крахмалов* /Нечаев А.П., Кочеткова А.А., Зайцев А.Н. // *Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки*. — 1999. — №2. — с. 4—7
5. *Коллоїдна хімія*: Підр. Л.С. Воловик, Є.І. Ковалевські, В.В. Манк та ін. Ред.. В.В. Манка, — К., 1999. — 238 с.

Надійшла до редакції 17.02.09 р.