

## ДОСЛІДЖЕННЯ РЕОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РІЗНИХ ВИДІВ МОДИФІКОВАНОГО КРОХМАЛЮ

В.Я. Пічкур, О.В. Запотоцька, О.В. Грабовська, В.М. Ковбаса

---

### RESEARCH OF RHEOLOGICAL PROPERTIES OF DIFFERENT MODIFIED STARCHES

V. Pichkur, O. Zapototska, O. Hrabovska, V. Kovbasa  
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

*Abstract.* The structural and mechanical properties of modified starches from corn, tapioca and potatoes of different modifications. Analyzed the composition of different modifications of starch strukturoutvoryuyuchymy properties for use in fruit filling co-ekstrusion products.

*Keywords:* structure, hydrocolloids, starch, rheological properties, co-ekstrusion products.

---

**Вступ.** Підприємства харчової промисловості використовують природний і модифікований крохмаль в якості загусників, стабілізаторів, емульгаторів та зв'язуючих речовин у виробництві різних продуктів харчування. Використання модифікованого крохмалю має великі перспективи, оскільки за рахунок крохмалю можна знижувати вміст жирів, утримувати ароматичні компоненти і регулювати вміст вологи. Все це робить крохмаль одним із самих універсальних і доступних інгредієнтів.

Актуальною задачею харчоконцентратної промисловості є розроблення технології екструзійних виробів з натуральною фруктовою начинкою. Проблема полягає в тому, що екструзійні вироби мають низьку вологість і, при внесенні більш вологої начинки, може відбуватись міграція вологи і розмокання виробів. Для запобігання цього процесу в рецептурну суміш вводять гідроколоїди – речовини, які взаємодіють з водою з утворенням структурованих систем. До таких речовин відноситься і крохмаль та його похідні. Внаслідок особливостей хімічної будови і здатності до набухання та драглеутворення при нагріванні в присутності води крохмаль відіграє вирішальну роль у формуванні структури та споживчих властивостей багатьох продуктів.

Модифікований крохмаль відносять до групи харчових добавок, які використовують для створення необхідних або зміни існуючих реологічних властивостей харчових продуктів, тобто для формування консистенції та структури [1]. Для приготування фруктових начинок у якості згущувачів використовують етери та естери крохмалю. Введення в структуру крохмалю хімічних радикалів підвищує прозорість клейстерів та стабільність при зберіганні, перемішуванні, низьких значеннях рН, нагріванні, заморожуванні-відтаюванні. Більшість видів модифікованого харчового крохмалю відноситься до підгрупи зшитих. Поперечне зшивання окремих крохмальних молекул між собою відбувається в результаті взаємодії їх гідроксильних груп з біфункціональними реагентами (сполуки фосфору, адипінова й інші багатофункціональні харчові кислоти). Клейстер зшитого крохмалю є більш в'язким, має «коротку» текстуру, стійкий до різних зовнішніх впливів – високих температур, тривалого нагрівання, низьких рН, механічних навантажень [1].

Метою роботи було дослідження реологічних властивостей різних видів природного та модифікованого крохмалю для застосування в якості водоутримуючого агента та згущувача у начинках екструзійних виробів.

**Методи досліджень** Об'єктами дослідження були три види природного крохмалю: картопляний, кукурудзяний та кукурудзяний амілопектиновий (з воскової кукурудзи) і сім зразків модифікованого крохмалю, стабілізованих та зшитих. Готували по 100 см<sup>3</sup> модельних систем різних видів крохмалю з масовою часткою сухих речовин 5 %, заварювали клейстер при поступовому нагріванні до температури 90 °С, охолоджували до температури 20 °С і досліджували реологічні властивості зразків на приладі «Реотест - 2».

### Результати та обговорення.

Відомо, що крохмаль різного походження має різну будову та відповідно по-різному поводить у процесах нагрівання та охолодження. Тому, за однакових умов модифікації крохмалю різного походження, отримують продукти з різними структурно-механічними властивостями.

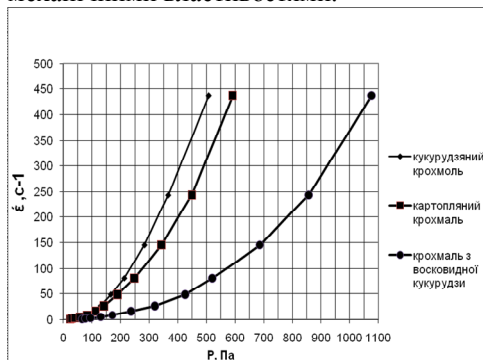


Рис. 1. Повні реологічні криві плинності зразків нативного крохмалю

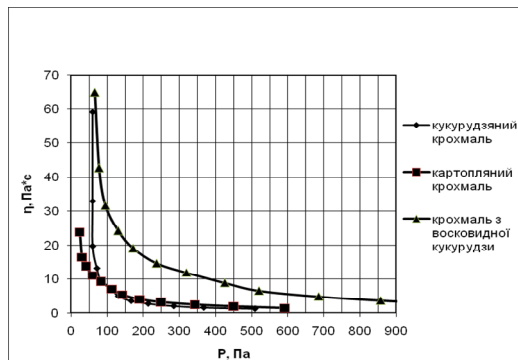


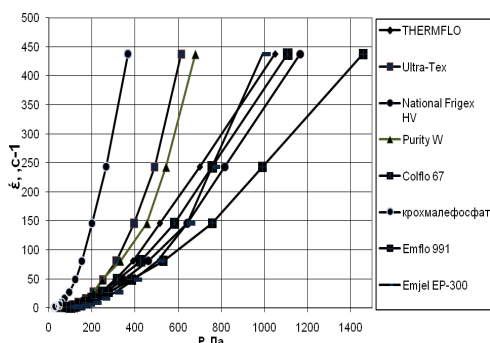
Рис. 2. Повні реологічні криві в'язкості різних видів нативного крохмалю

За отриманими результатами будували повні реологічні криві залежності градієнта деформації та в'язкості системи від напруги зсуву (рис. 1, 2) [2, 3]. При вивченні органолептичних і фізико-хімічних властивостей модельних систем природного і модифікованого крохмалю та обробці кривих в'язкості та плинності розраховували в'язкісні і міцнісні параметри та їх співвідношення.

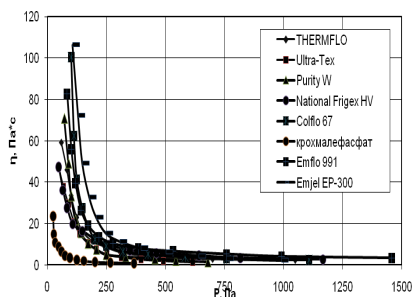
З аналізу реологічних кривих було встановлено, що при охолодженні клейстерів з масовою часткою сухих речовин 5 %, найбільш міцний структурний каркас утворюється у системі з крохмалю воскової кукурудзи, а найбільшою міцністю структурних зв'язків відрізняється клейстер кукурудзяного крохмалю. Це дає змогу стверджувати, що амілопектиновий крохмаль з воскової кукурудзи утворює більш пластичну структуровану систему порівняно із картопляним і звичайним кукурудзяним крохмалем.

Для дослідження було обрано сім зразків модифікованого крохмалю фірми «National starch». А саме, чотири види крохмалю, які відносяться до підгрупи зшитих: по два види модифікованого крохмалю з тапіоки (ULTRA-TEX, NATIONAL FRIGEX) та воскової кукурудзи (TERMFLO, PURITY W), що є оксипропільованими дикрохмалефосфатами (зшитими). Крім цього, EMFLO 991– ацетильований дикрохмалефосфат зшитий на основі картопляного крохмалю, COLFLO 67 –

ацетильований дикрохмальдіпат на основі воскової кукурудзи та крохмалефосфат кукурудзяного крохмалю, отриманий у лабораторних умовах. Дослідили реологічні властивості 5 %-х клейстерів різних видів крохмалю. На основі побудованих реологічних кривих плинності та в'язкості (рис. 3, 4), було розраховано реологічні параметри утворених систем (табл. 1) [3].



**Рис. 3. Реологічні криві плинності різних видів модифікованого крохмалю**



**Рис. 4. Реологічні криві в'язкості різних видів модифікованого крохмалю**

Аналіз отриманих кривих показав, що усі види крохмалю утворюють твердоподібні структуровані системи, що більша міцність структурних зв'язків і найбільш міцна утворена надмолекулярна структура у системах модифікованого крохмалю з воскової кукурудзи. Найбільш міцний структурний каркас утворюють ацетильовані і додатково зшиті види крохмалю (зразки 5, 7 у табл.1). Більший діапазон напружень, у якому спостерігається руйнування структури, встановлено для крохмалів з тапіоки (зразки 2, 4, у табл. 1), тобто вони утворюють більш еластичні структури.

**Таблиця 1**  
**Реологічні параметри різних видів модифікованого крохмалю**

	Крохмаль	$\eta_0$	$\eta_m$	$\eta_0 - \eta_m$	$P_{\kappa 1}$	$P_{\kappa 2}$	$P_m$	$P_{\kappa 1} / P_{\kappa 2}$	$P_m / P_{\kappa 1}$
1	THERMFLO	73,875	1,8916	71,983	73,875	490	670	0,15	9,07
2	ULTRA-TEX	47,28	1,4052	45,874	47,28	335	485	0,14	10,26
3	PURITY W	70,92	1,5538	69,366	70,92	350	449	0,20	6,33
4	National Frigex nV	29,55	2,0267	27,523	29,55	340	540	0,09	18,27
5	COLFLO 67	100,47	2,0304	98,439	100,47	475	640	0,21	6,37
6	Крохмалефосфат	23,64	0,8377	22,802	23,64	100	200	0,24	8,46
7	EMFLO 991	82,74	2,675	80,065	82,74	500	750	0,17	9,07

Отримані дані можуть бути використані при розробленні рецептур фруктових начинок для екструзійних виробів з додаванням модифікованого крохмалю у якості структуроутворювача.

### **Висновки.**

1. Досліджено реологічні властивості семи зразків модифікованого крохмалю, які відносяться до зшитих етерів та естерів крохмалю різного походження.

2. З отриманих даних видно, що найбільш інтенсивні процеси структуроутворення відбуваються в крохмальних клейстерах із модифікованого крохмалю воскової кукурудзи.

3. Модифікований крохмаль з тапіоки має більш плинну консистенцію і м'яку пластичну структуру.

4. Проаналізувавши отримані дані, для виробництва фруктової начинки рекомендується використовувати оксипропіловані та ацетильовані дикрохмалефосфати з крохмалю воскової кукурудзи, як найбільш ефективні в ролі згущувачів та структуроутворювачів.

### **Література**

1. *Андреев Н.Р.* Основы производства нативных крахмалов (научные аспекты). – М.: «Пищепромиздат», 2001. – 282 с.

2. *Гуськов К.П., Мачихин Ю.А., Мачихин С.А., Лунин Л.Н.* Реология пищевых масс. – М.: Пищевая пром-сть, 1970. – 208 с.

3. *Реологія харчових мас: Метод. вказівки до викон. лаборатор. робіт для студ. спец. "Технологія хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів". / Уклад.: О.В. Грабовська, Є.І. Ковалевська – К.: НУХТ, 2009. – 20 с.*

#### **Авторська довідка.**

1. *Пічкур Віталій Якович, магістр; кафедра хлібопекарських і кондитерських виробів, Національний університет харчових технологій, e-mail: [sashoLX@vandex.ua](mailto:sashoLX@vandex.ua)*

2. *Запотоцька Олена Василівна, аспірант; кафедра хлібопекарських і кондитерських виробів, Національний університет харчових технологій, e-mail: [zapotocka@rambler.ru](mailto:zapotocka@rambler.ru)*

3. *Грабовська Олена Вячеславівна, д.т.н., кафедра фізичної та колоїдної хімії, Національний університет харчових технологій, e-mail: [helengraboyski@ukr.net](mailto:helengraboyski@ukr.net)*

4. *Ковбаса Володимир Миколайович, д.т.н хлібопекарських і кондитерських виробів, Національний університет харчових технологій.*

*Надійшла до редакції 30.04.2012*

*Надійшла після рецензування 11.05.2012*