

УДК 664.871:664.2

DOI: 10.15587/1729-4061.2019.180782

Дослідження впливу рецептурних компонентів на фізико-хімічні властивості соусів солодких із використанням крохмалів фізичної модифікації

С. С. Андрєєва, М. Б. Колеснікова, Є. П. Пивоваров, Т. М. Хаустова,
А. М. Діхтярь

Визначено еталонні показники консистенції соусів солодких в залежності від вмісту крохмалів, що стало передумовою розробки рецептурного складу соусів солодких із використанням крохмалів фізичної модифікації.

Досліджено вплив рецептурних компонентів (вид та вміст крохмалів фізичної модифікації, плодово-ягідної сировини, вміст цукру) на фізико-хімічні та структурно-механічні властивості модельних плодово-ягідних систем, що обумовлює можливість регулювання реологічних характеристик солодких соусів. Визначено, що зі збільшення концентрації крохмалів фізичної модифікації серії «Prime», «Endura» ефективна в'язкість підвищується. Згідно з реологічних досліджень плодово-ягідних модельних систем, визначено раціональні діапазони вмісту крохмалів фізичної модифікації для дресінгів, топінгів, діпів та начинок. Так, для одержання дресінгів на основі плодово-ягідного пюре або соку концентрованого, вміст крохмалю «Prime» повинен становити від 0,5 % до 1,5 %, крохмаль «Endura» – 1,5...3,0 %. Для одержання топінгів раціональний діапазон вмісту крохмалю «Prime» в системі повинен становити від 3,0 % до 5,5 %.

Для начинок, діпів, що мають більш густу консистенцію з «короткою» текстурою, вміст крохмалю повинен становити близько 7,0 %.

Під час експериментальних досліджень визначено раціональний діапазон концентрації цукру білого для соусів солодких. Так, за концентрації цукру білого більше 15 % утворюються в'язко-текучі пружні системи, що підходять для топінгів. Установлено, що за концентрації 20 %, консистенція є в'язко-густою, що характеризується консистенцією соусів діп. Досліджено, що подальше збільшення концентрації цукру з 25 до 30 % призводить до утворення гелеподібної пружної консистенції.

Досліджено реологічні показники модельних плодово-ягідних систем за різним вмістом крохмалю під час тривалого зберігання (90 діб). Визначено терміни зберігання соусів солодких.

Проведено дослідження для визначення сталих показників соусів солодких під час циклу «заморожування-розморозжування»

Ключові слова: соуси солодкі, крохмаль фізичної модифікації, плодово-ягідна сировина, модельні системи, в'язкість

1. Вступ

Сучасний стан розвитку виробництва харчової продукції свідчить про існування чіткого тренду щодо підвищення попиту на готову продукцію. Ця тенденція є визначальною в закладах ресторанного господарства (ЗРГ) та виявляє

широкий спектр проблемних питань із огляду на підвищення якості, розширення асортименту, забезпечення, варіювання термінів зберігання. Проте одним із найбільш актуальних завдань є забезпечення сталих технологічних властивостей кулінарної продукції в процесі виробництва, зберігання та споживання.

У загальному обсязі продукції закладів ресторанного господарства значну частину складають страви, для приготування та реалізації яких використовуються соуси (власного та індустріального виробництва).

У технологічному процесі виробництва соусів, широкого розповсюдження набули функціонально-технологічні інгредієнти, серед яких є крохмалі (нативні, модифіковані). Проте нативні крохмалі мають низку обмежень у використанні: низька термо- та кислотостабільність, схильність до синерезису, нетривалі терміни зберігання тощо.

На теперішній час існує багато інформації щодо асортименту та властивостей крохмалів. Як правило, зазначені характеристики включають загальні рекомендації з їх використання конкретних технологіях. Однак використання крохмалів передбачає не тільки користування «готовими» рекомендаціями, але й розуміння закономірності змін функціонально-технологічних властивостей крохмалів під час реалізації циклу «виробництво – використання в складі продукції – зберігання».

Обґрунтування використання крохмалів фізичної модифікації (КФМ) у технології соусів солодких є важливим науковим та практичним завданням галузевого значення, вирішення якого дозволить створити наукову основу для технології соусів солодких.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Так, технології соусів солодких з добавками, які коригують показники харчової цінності, передбачають зниження витрат загусників, цукру, створення дієтичної продукції, збагачення білками, вітамінами, мінеральними речовинами та харчовими волокнами. На часі більшість технологій із використанням загусників спрямовані на удосконалення технологій термостійких начинок на основі плодово-овочевої сировини. Але ж на часі набувають популярності розробка технологій сучасних видів соусів (топінгів, дресінгів, дипів).

Як видно, значна частка інновацій [1–5] спрямована на забезпечення стабільності консистенції, що досягається шляхом додавання модифікаторів: крохмалі хімічної та ферментативної модифікації, камедів, композицій крохмалів хімічної модифікації в поєднанні з камеддю, каррагенаном, або поєднання гуміарабіку з низькоетерифікованим пектином. При цьому дані композиції забезпечують соусам не тільки сталу консистенцію, а й стійкість до механічного впливу, відсутність синерезису. Проводячи аналіз даних інновацій, визначено основні недоліки використання модифікаторів в технології соусів солодких. Так, при використанні каррагенанів, метилцелюлози може знижуватися стійкість консистенції під час заморожування соусів, або розшаровування системи [1, 2]. Використання ксантанової, геланової камеді, гуміарабіку в технології соусів утворюють прозорі гелі, але після охолодження, гелі схильні до синерезису та не є стійкими до механічного впливу [3]. Одними із перспективних загусників для

соусів солодких є пектини, але загущення системи високоетерифікованим пектином може бути тільки в присутності цукру та кислоти. Низькоетерифікований пектин може загущати систему або утворювати стійкі гелі за наявності в системі вільних йонів кальцію [4, 5]. Тому, дані харчові добавки комбінують з іншими, що в подальшому збільшують вартість продукту та обмежують їх споживання до певних груп споживачів.

Харчові інгредієнти полісахаридної природи представлено широким асортиментом, проте результати систематизації інформації та досвіду роботи харчових виробництв показали, що найбільше практичне застосування набули крохмалі.

У цьому напрямі набувають актуальними наукові дослідження, спрямовані на розвиток фундаментальних і прикладних аспектів у сфері створення та використання нетоксичних матеріалів, зокрема екструдованого борошна [6].

Важливим є дослідження стосовно впливу екструдованого борошна на фізико-хімічні характеристики модельних систем соусів. Показано, що попередньо желатинізоване екструдоване борошно можна використовувати в технології соусів без термічної обробки. Однак результати дослідження стосувались більшою мірою дослідження впливу розміру часток та виду борошна на фізико-хімічні характеристики модельних систем соусів, а питання впливу рецептурних компонентів (температура теплової обробки, рН, вміст цукру та ін.) соусу не розглянуто взагалі.

Вищенаведене стало передумовою для пошуку функціональних інгредієнтів, які під час застосування в технологічних системах забезпечують реалізацію функціонально-технологічних властивостей для одержання соусів солодких із заданими споживними властивостями. У цьому напрямі набувають актуальними наукові дослідження, спрямовані на розвиток фундаментальних і прикладних аспектів у сфері створення та використання нетоксичних матеріалів, зокрема крохмалів. В основу формування їх властивостей покладено інноваційні підходи без використання хімічної модифікації.

Фізична модифікація використовується для отримання набряклого (попередньо желатинізованого) крохмалю і здійснюється шляхом волого-термомеханічної обробки крохмалю на вальцьових, розпилювальних сушарках або на екструзійних установках, які забезпечують швидку клейстеризацію крохмалю та подальше висушування клейстеру. За такої обробки відбувається руйнування природної структури крохмальних зерен, що не супроводжується їх деструкцією, і крохмаль набуває здатність набрякати та розчинятися в холодній воді.

Авторами [7] досліджено фізико-хімічні характеристики крохмалів із воскової кукурудзи, що мають фізичну модифікацію. Завдяки гідротермічній обробки крохмальну суспензію нагрівали до певної температури (температура клейстеризації), значення якої знаходяться у широких межах від 65 °С до 80 °С. Основним недоліком крохмалів фізичної модифікації, що отримують шляхом екструзійного сушіння, є пошкодження крохмальних зерен у процесі тонкого подрібнення, що призводить до нерівномірного перебігу клейстеризації.

Фізична модифікація властивостей полімерів може бути досягнута як на етапі отримання інгредієнтів, так і в ході технологічного процесу. Щодо крохмалю, фізична модифікація має місце в технології холоднотемпературних набрякаючих крох-

малів, пористих крохмалів, одержаних у ході кріоліту (заморожування, розморожування) або екструзії, а також розщеплених крохмалів, одержаних у процесі інтенсивної механічної обробки – механолізу [8].

Група компаній «Ingredion» [9, 10] виробляє серію інноваційних крохмалів «Novation» без індексу «Е», які характеризуються найвищою технологічною стійкістю та максимальною стабільністю. В технологічному спектрі різної за призначенням продукції (соуси, супи, наповнювачі) за умов технологічного впливу крохмалі «Novation» декларуються як інгредієнти, які здатні сформувати та забезпечити структуру. Ці види крохмалю відповідають Постанові 834/2007 ЄС і тому можуть маркуватися як «органічні» [11].

Під час розробки сучасних технологій модифікованих крохмалів важливим аспектом є вивчення морфологічної структури, тому що розмір, форма, характер поверхні та розподіл зерен за розмірами можуть значною мірою визначати якість крохмалю й впливати на перебіг їх фізичної модифікації.

Фізична модифікація крохмалів серії «Novation» полягає в специфічності мікроструктурних характеристик крохмальних зерен, а саме їх форми, розмірів, які мають монодисперсність [12, 13]. Монодисперсність крохмалів фізичної модифікації полягає в майже однаковому розмірі крохмальних зерен. Монодисперсна система крохмальних зерен має вигляд гострого піку з досить вузькою системою [14], які можуть бути як кінцевими станами речовини – гранулизерна різних розмірів і фазового стану, так і динамічними структурами – когерентними потоками зерен, упорядкованими в просторі та часі.

Розгляд фізико-хімічних основ загущення дисперсії та вивчення сучасних технологій отримання крохмалів фізичної модифікації дозволяє прогнозувати перспективність їх використання в технології соусів солодких.

3. Ціль та задачі досліджень

Метою досліджень, результати яких узагальнено у даній статті, є доведення доцільності використання крохмалів фізичної модифікації в технології соусів солодких на основі плодово-ягідної сировини.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

- обґрунтувати вибір та вміст плодово-ягідної сировини, крохмалів фізичної модифікації, цукру білого у складі модельних систем, що моделюють рецептурний складі соусів солодких;

- дослідити реологічні дослідження плодово-ягідних модельних систем в залежності від вмісту крохмалів фізичної модифікації, цукру білого, з метою визначення раціонального діапазону концентрації загусників, що моделюють задану консистенцію соусів;

- встановити основні параметри та умови зберігання плодово-ягідних модельних систем в залежності від вмісту крохмалю;

- провести експериментальні дослідження циклу «заморожування-розморожування» плодово-ягідних модельних систем в залежності від вмісту крохмалю.

4. Матеріали та методи досліджень рецептурних компонентів на властивості соусів

Під час експериментальних досліджень використовували соки концентровані, пюре плодове та ягідні (плодово-ягідна сировина), що за показниками якості та безпечності відповідали нормативній документації виробника.

Для приготування плодово-ягідних пюре заморожену плодово-ягідну сировину розморожували за температури 19 ± 2 °С, свіжу плодово-ягідну сировину мили, очищали від шкірки та насіння, нарізали на шматки $(10 \dots 15) \times 10^{-3}$ кг. Підготовлену плодово-ягідну сировину бланшували за температури 98 ± 2 °С протягом $(7 \dots 8) \cdot 60$ с та протирали до одержання пюре.

Визначення активної кислотності плодово-ягідної сировини проводили відповідно до ГОСТ 26188-84 [15] на лабораторному рН-метрі типу «ОР-205/1» з похибкою $\pm 0,005$ [16]. Масову частку сухих речовин в плодово-ягідній сировині визначали за ГОСТ 5900-73 [17].

Визначення ефективної в'язкості оклейстеризованих крохмальних дисперсій (ОКД), модельних систем (МС), напівфабрикатів та готової продукції проводили на ротаційному віскозиметрі типу ВПН-0,2 [18].

Для порівняння в'язкості двох та більше об'єктів порівнювали в'язкість з однаковою швидкістю зсуву, яку обирали в області максимальної в'язкості гранично незруйнованої структури або мінімальної в'язкості зруйнованої структури.

Для порівняння в'язкості двох та більше об'єктів порівнювали в'язкість з однаковою швидкістю зсуву, яку обирали в області максимальної в'язкості гранично незруйнованої структури або мінімальної в'язкості зруйнованої структури.

Кількість рідкої фази, що виділилась з ОКД в процесі зберігання та циклу заморожування-розморожування, визначали за [18].

Заморожування модельних систем проводили за температури -18 ± 2 °С протягом 7 діб. Зразки зберігали у скляній тарі з металевими кришками.

Статистичну обробку результатів дослідження проводили за допомогою програмного забезпечення STATISTICA 13.3 (в комплектації Process Optimization), побудування графіків (рис. 1–6) проводили за допомогою табличного процесору MS Office Excel 2010

5. Дослідження впливу рецептурних компонентів на фізико-хімічні та структурно-механічні властивості модельних плодово-ягідних систем

Взаємодія полімерів крохмалю та води в значній мірі визначає структуру і текстуру харчових продуктів. Набрякання крохмалю обумовлено пластифікацією аморфних областей і плавленням крохмальних кристалітів, що утворюють систему поперечних зв'язків [19].

Для обґрунтування виду та вмісту крохмалю для загущення та стабілізації соусів солодких визначено зміни ефективної в'язкості модельних систем «крохмаль-вода» (рис. 1). Оскільки ОКД являють собою неньютонівські рідини, то спочатку визначали в'язкість розчинів за різних концентрацій (2...8 %) залежно від швидкості зсуву за постійної температури 70 ± 2 °С .

Експериментально встановлено (рис. 1), що регулювання вмісту крохмалю дозволяє створювати ОКД з властивостями рідких дисперсій (від 2,0 % до

3,0 %), дисперсій середньої густини (від 3,5 до 8,0 %), густих дисперсій (від 7,0 до 8,0 %), які закріплено як параметри рецептурного складу соусів із варіабельною консистенцією.

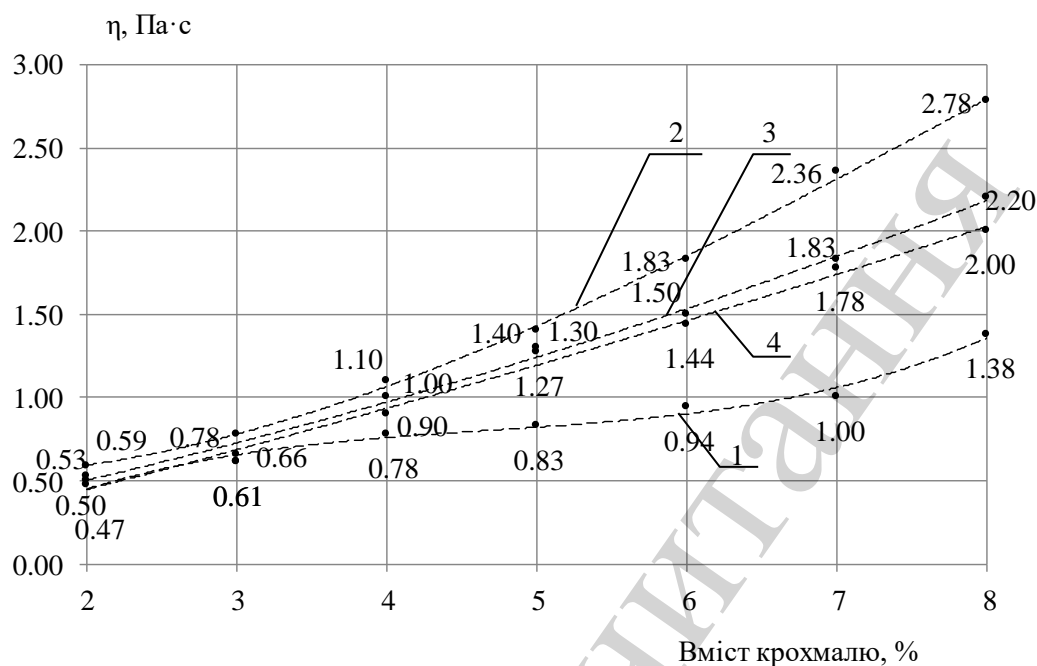


Рис. 1. Залежність ефективної в'язкості ОКД від вмісту крохмалю: 1 – кукурудзяного амілопектинового; 2 – із воскової кукурудзи «Prima»; 3 – тапіокового «Endura»; 4 – тапіокового «Indulge» (за $\gamma=50\text{c}^{-1}$)

Засновуючись на дослідженні властивостей крохмалів різних марок [20–23], встановлено доцільність використання КФМ «Prima», «Endura». Визначено раціональні умови одержання ОКД, зокрема, вміст крохмалю для відповідних видів консистенції соусів, рН системи та вміст цукру білого (табл. 1).

Технологія одержання соусів солодких з використанням КФМ визначаються специфікою функціонально-технологічних властивостей, пов'язаних із в'язкістю продукту, ефектом текучості, а також колоїдною стійкістю за умов зберігання, зміни температури.

Обґрунтуванню рецептурного складу передувало дослідження продуктів-прототипів індустріального виробництва, які ранжовано за призначенням (дресінги, топінги, діп та начинки) та визначення еталонних характеристик (табл. 2). В табл. 2 представлено аналіз фізико-хімічних показників соусів, що представлено на ринку [20–23]. Аналіз проведено з метою подальшого порівняння фізико-хімічних показників соусів солодких із використанням крохмалів фізичної модифікації.

Ідеологія продукту передбачає, насамперед, використання натуральної сировини рослинного походження (плодів, ягід) та концентратів на їх основі, обґрунтування вибору плодово-ягідної сировини базувалося, перш за все, на дослідженні споживацьких переваг.

Під час досліджень використовували концентрати соків та плодово-ягідні пюре. Для обґрунтування вмісту плодово-ягідної сировини у складі модельної

системи досліджено їх фізико-хімічні показники (вміст сухих речовин та активну кислотність).

Таблиця 1

Раціональні параметри одержання ОКД на основі КФМ

| Найменування показників | Од. ви-міру | Раціональні параметри | | |
|--|-------------|-----------------------|-----------|---------------|
| | | дресінги | топінги | начинки, діпи |
| Вид та вміст крохмалю | | | | |
| Із воскової кукурудзи «Prima» | % | 2,0...3,0 | 3,5...7,0 | 7,5...9,0 |
| Тапіоковий «Endura» | | 2,0...3,5 | 4,0...7,5 | 8,0...9,0 |
| Температура термообробки | | | | |
| Із воскової кукурудзи «Prima» | °C | 69 °C ≤ t ≤ 99 °C | | |
| Тапіоковий «Endura» | | 68 °C ≤ t ≤ 99 °C | | |
| рН системи для ОКД на основі крохмалю | | | | |
| Із воскової кукурудзи «Prima» | од. прил. | рН ≥ 3,0 | | |
| Тапіоковий «Endura» | | рН ≥ 3,0 | рН ≥ 4,0 | |
| Вміст цукру білого для ОКД на основі крохмалів | | | | |
| Із воскової кукурудзи «Prima» | % | 5...10 | 15...20 | 25...40 |
| Тапіоковий «Endura» | | | 15...30 | 35...40 |

Таблиця 2

Характеристика еталонних показників соусів солодких індустріального виробництва

| Показник | Характеристика показників для соусів | | | | |
|---|--------------------------------------|-------------------|-----------------------|--|---------------------|
| | дресінги | топінги | | дип | начинки |
| Групи соусів солодких | | | | | |
| Консистенція | рідка | середньої густини | | густі | |
| Однорідність соусів | гомогенні | гомогенні | гетерогенні | гомогенні | гетерогенні |
| Ефективна в'язкість (Па·с) ($\gamma=50 \text{ c}^{-1}$) | 0,30±0,01 | 1,50±0,04 | 2,07±0,1 | 3,07±0,1 | 3,50±0,1 |
| Показники текстури в стані спокою | в'язко-розріджена | в'язко-текуча | в'язко-текуча, пружна | в'язко-пружна | гелеподібна, пружна |
| Характеристика текучості | текстура текуча «довга» | | | текстура утримується на горизонтальній поверхні, «коротка» | |

Визначено, що концентрати соків мають більшу кількість сухих речовин (62,0–67,0 %) ніж плодово-ягідні пюре (8,5–24,2 %). Активна кислотність плодово-ягідної сировини (2,86–3,55), вміст органічних кислот, наявність пектинових речовин може вплинути на структурно-механічні характеристики соусу.

На рівні модельних систем досліджено вплив плодово-ягідної сировини на властивості ОКД. Вплив плодово-ягідної сировини та цукру білого на властивості модельних систем визначали за постійної швидкості зсуву 50 c^{-1} з побудовою кривої ефективної в'язкості. Оскільки в'язкість для ОКД за цієї швидкості є величиною постійною, то будь-яка зміна її буде визначатися впливом технологічних чинників.

Дані досліджень в'язкості МС «пюре–вода–крохмаль» (рис. 2, 3) підтверджують поведінку крохмалів у МС – зі збільшенням вмісту крохмалю ефективна в'язкість підвищується.

Раціональні концентрації КФМ «Prima» для дресінгів становлять 1,5–2,0 %, для топінгів від 2,0 до 6,0 % – відповідно для всіх досліджених видів пюре. Вміст крохмалю в діапазоні 6,3–7,5 % за наявності пюре забезпечує формування густої щільної консистенції, яка притаманна діпам та начинкам.

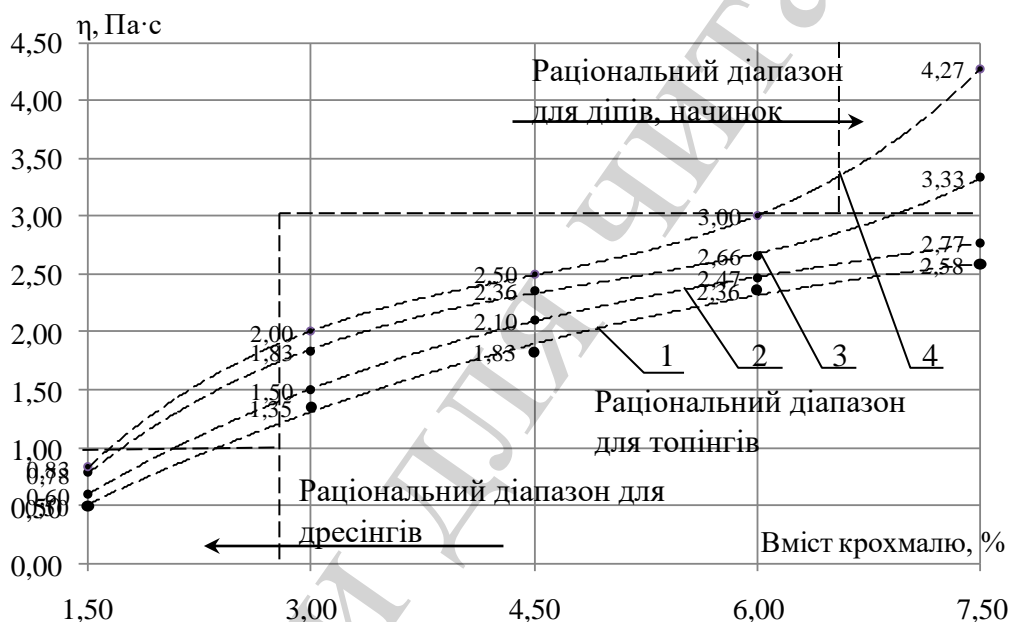


Рис. 2. Залежність ефективної в'язкості МС («пюре – вода – КФМ «Prima»») від вмісту крохмалю на основі пюре: 1 – журавлини; 2 – чорної смородини; 3 – малини; 4 – банана ($\gamma=50 \text{ c}^{-1}$)

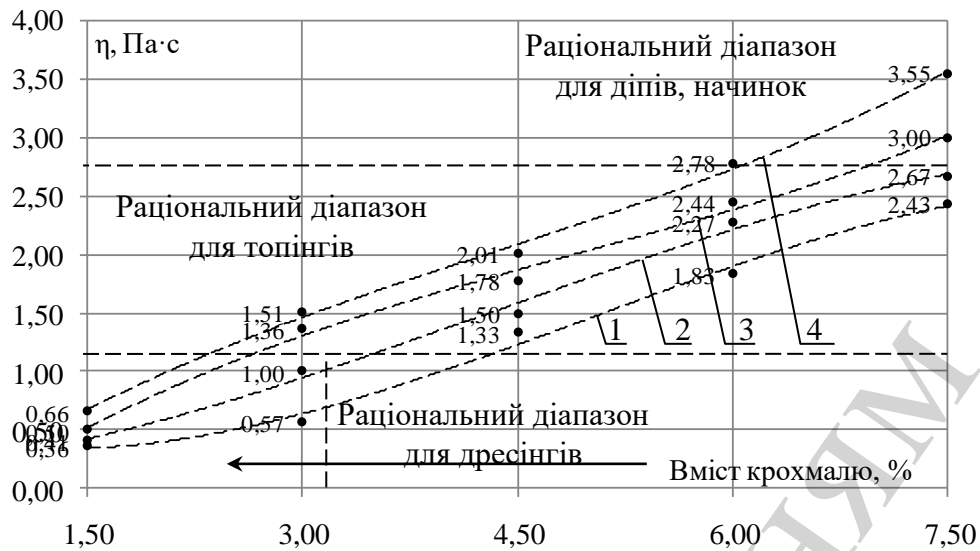


Рис. 3. Залежність ефективної в'язкості МС («пюре–вода–КФМ «Endura»») від вмісту крохмалю на основі пюре: 1 – журавлини; 2 – чорної смородини; 3 – малини; 4 – банана ($\gamma=50 \text{ c}^{-1}$)

Аналогічні тенденції виявляють і модельні системи на основі крохмалю «Endura», але за дещо інших концентрацій. МС на основі крохмалю «Endura» мають різні текстурні характеристики, що дає змогу регулювати структуру соусів:

- для дресінгів (мають рідку консистенцію, швидко розтікається на горизонтальній поверхні) доцільно використовувати МС на основі пюре із журавлини та чорної смородини за вмісту крохмалю 1,5...3,0 %, МС на основі малини та банана – 1,5...2,5 %;

- для топінгів необхідний вміст крохмалю становить від 3,0 до 5,5 % (для МС на основі пюре малини, банана);

- для начинок, дипів, що мають більш густу консистенцію з «короткою» текстурою вміст крохмалю становить близько 7,0 % для МС на основі всіх видів пюре (крім бананового, яке утворює систему у вигляді гелю).

У технологіях соусів розглядається використання й соків концентрованих (СК): вишневого, малинового, персикового, які мають низку переваг як для споживача, так і виробника. Тому далі нами досліджено МС «СК – вода – крохмаль» (рис. 3, 4).

З рис. 3, 4 бачимо, що всім модельним системам притаманний загальний характер підвищення в'язкості за умови підвищення вмісту крохмалю. Аналіз кривих дозволяє стверджувати, що використання крохмалю «Prima» в кількості 0,5...1,5 % є найбільш раціональним для формування в'язкісних характеристик дресінгів.

Дослідженнями в'язкості МС за вмісту крохмалю «Prima» 1,5...6,0 %, крім МС на основі СК персикового (до 7,5 %) обґрунтовано раціональний діапазон для формування топінгів. Установлено, що вміст крохмалю 6,0...7,5 % є раціональним для одержання соусів дип або начинок.

Модельні системи за вмістом крохмалю «Endura» рекомендовано тільки для дресінгів та топінгів. Так, консистенція МС за вмісту крохмалю 1,5...2,5 %

є рідкою та досить плинною, а з підвищенням концентрації до 7,5 % вона перетворюється на в'язко-текучу.

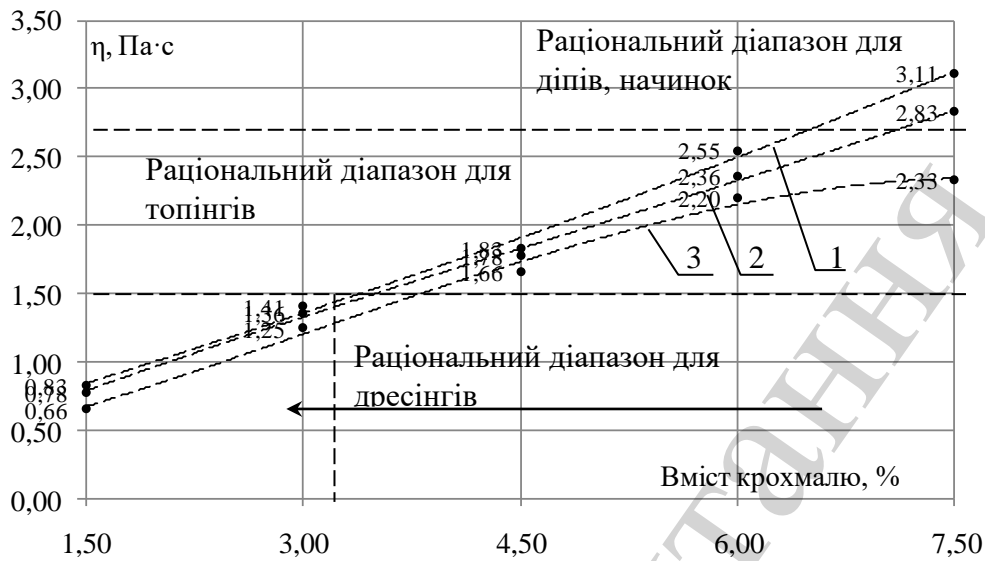


Рис. 4. Залежність ефективної в'язкості модельних систем «Сік – вода – КФМ «Prima»» від вмісту крохмалю на основі СК: 1 – вишневого; 2 – малинового; 3 – персикового ($\gamma = -1$)



Рис. 5. Залежність ефективної в'язкості модельних систем «Сік – вода – КФМ «Endura»» від вмісту крохмалю на основі СК: 1 – вишневого; 2 – малинового; 3 – персикового ($\gamma = 50 \text{ c}^{-1}$)

Отримані експериментальні дані (рис. 2–5) підтверджують, стійкість до впливу органічних кислот, КФМ «Prima», «Endura», які в процесі гідролізу проявляють стійкість, ймовірно, за рахунок монодисперсності зерен.

Визначено [22], що під час охолодження ОКД на основі крохмалю «Prima» до температури 1...6 °C в'язкість зростає за рахунок утворення водневих зв'язків, а ОКД на основі крохмалю «Endura» характеризується незначним зростанням показників в'язкості під час охолодження. Тому нами запропоновано використання

крохмалю «Endura» для більш рідких систем, що мають гомогенну текстуру (наприклад, дресінги, топінги гомогенні, без включень наповнювачів).

Відомо, що консистенція соусів може бути створена за двома механізмами: концентруванням сухих речовин (наприклад, уварювання) або введенням структуроутворювача. Оскільки в технологічній схемі параметр «тривалість» є змінним та вибирається залежно від кількості суміші, яка одночасно обробляється, виду устаткування.

Наступний рівень досліджень передбачає максимальне наближення складу МС до рецептурного складу соусів солодких. Тому на підставі попередніх досліджень нами розроблено склад МС із різним вмістом цукру та досліджено ефективну в'язкість МС (рис. 6). Крім формування солодкого смаку, цукор істотно впливає на консистенцію за рахунок підвищення вмісту сухих речовин.

Установлено, що введення цукру в концентраціях до 10,0 % суттєво не впливає на зміну в'язкості модельних систем. Оптимальний вміст цукру для МС (1) становить 15,0 %. Концентрація цукру для МС (2) варіюється в діапазоні 15...20 %.

Із підвищенням вмісту цукру в'язкість систем зростає за рахунок клейстеризації крохмалю. За органолептичними показниками для топінгів із гомогенною структурою зі збільшенням концентрації цукру змінюються колір і смак.

МС (3) за концентрації цукру більше 15 % утворює в'язко-текучі пружні системи. За умови збільшення концентрації цукру до 20,0 % в'язкість становить $2,47 \pm 0,07$ Па·с, ці показники є раціональними для утворення топінгів із наповнювачами.

Визначено раціональний діапазон концентрації цукру для дипів і начинок. Установлено, що за концентрації 20 % у МС (4), консистенція є в'язко-густою, що характеризується консистенцією соусів дип. Досліджено, що подальше збільшення концентрації цукру з 25 до 30 % призводить до утворення гелеподібної пружної консистенції, в'язкість якої варіюється від $3,78 \pm 0,1$ до $4,12 \pm 0,1$ Па·с.

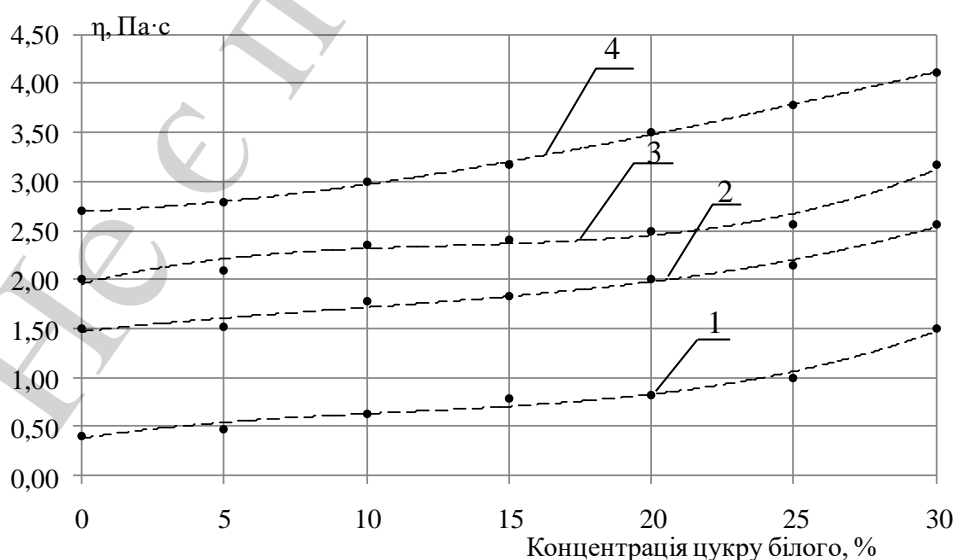


Рис. 6. Залежність ефективної в'язкості від складу МС на основі: 1 – СК персикового; 2 – СК вишневого; 3 – пюре з малини; 4 – пюре з чорної смородини ($\gamma=50 \text{ c}^{-1}$)

Рецептурний склад і технологічний процес виробництва повинні забезпечувати формування заданих споживчих властивостей та їх сталість упродовж термінів зберігання. Явище «старіння» крохмалю є суттєвим недоліком і супроводжується розшаровуванням, втратою відчуття соковитості.

Моделльні системи досліджували за різних концентрацій крохмалів, відповідно до їх видів – дресінги, топінги.

Для модельних систем за вмісту крохмалю кукурудзяного 2,0 % через 3 доби спостерігається відшаровування вологи до 8,0 %, а за концентрації 7,5 % – на 27 доби відбувається відшаровування вологи до 18,0 %.

Наведені дані підтвердили високу функціональність крохмалів «Prima», «Endura», у тому числі в процесах зберігання готової продукції, які становлять 90 діб за температури 1...6 °С та відносної вологості повітря 75,0...85,0 %.

«Навантаження» рецептурного складу МС харчовими інгредієнтами (плодово-ягідною сировиною, цукром) потребує їх перевірки в циклі «заморожування – розморожування». Як контроль узято МС на основі крохмалю кукурудзяного.

Результати дослідження свідчать про нестійкість МС на основі кукурудзяного крохмалю в циклі «заморожування – розморожування». МС на основі крохмалів «Endura», «Prima» виявили себе стійкими до дії низьких температур, про що свідчать показники ефективної в'язкості до та після розморожування, що майже не змінилися.

Таким чином, комплексом проведених досліджень науково обгрунтовано та доведено доцільність використання крохмалів «Prima», «Endura» для соусів солодких, які дають можливість створення стійких у часі та до дії дестабілізуючих чинників варіабельних консистенцій.

6. Обговорення результатів впливу рецептурних компонентів на властивості соусів солодких

Засновуючись на дослідженні властивостей крохмалів різних марок, встановлено доцільність використання КФМ «Endura», «Prima». Доведено можливість використання у складі соусів солодких різних видів плодово-ягідної сировини та напівфабрикатів: пюре (з вишні, полуниці, малини, смородини, журавлини, банана), соків концентрованих (периковий, вишневий, малиновий).

Продовжуючи тренд на ранжування соусів за трьома групами консистенцій можна визначити наступні закономірності. Окрім вмісту крохмалю, кількість та вид пюре буде суттєво впливати на консистенцію.

Кислий смак (рівень рН) плодово-ягідних соусів може бути сформовано як за рахунок використання кислотовмісної сировини (журавлини, вишні, смородини) так й додатковим внесенням кислот (наприклад, лимонної).

Крохмаль містить частку домішок, що знижують концентрацію кислоти в розчині. При підвищенні температури швидкість гідролізу зростає, а температура впливає на швидкість хімічної реакції та характеризують величиною температурного коефіцієнта швидкості реакції. Таким чином, згідно представлених графіків (рис. 1–4) встановлено, що найбільш стійкими до впливу кислотовмісної сировини є крохмалі «Prima», «Endura». КФМ в процесі гідролізу проявля-

ють стійкість, ймовірно, за рахунок монодисперсності зерен, що доведено в інших дослідженнях [20–23].

Вплив цукру білого на перебіг клейстеризації та властивості крохмальних дисперсій має практичне значення при виготовленні соусів різної текстури. Відомо, що сахароза затримує набрякання зерен крохмалю у воді за рахунок високого вмісту сухих речовин. Тому, для всебічного обґрунтування використання крохмалів в технології соусів солодких було проведено експериментальне дослідження (рис. 5) впливу цукру білого на ефективну в'язкість плодово-ягідних модельних систем. Аналіз загальних тенденцій показав, що при підвищенні концентрації цукру до 30 % спостерігається поступове збільшення показників в'язкості для всіх модельних систем.

Отримані дані щодо впливу рецептурних компонентів на фізико-хімічні властивості соусів солодких із використанням крохмалів фізичної модифікації дозволяють стверджувати наступне:

- встановлено закономірності впливу плодово-ягідної сировини, цукру білого на функціонально-технологічні властивості харчових систем із використанням КФМ;

- експериментально визначено вид та раціональний вміст КФМ, доведено технологічні параметри виробництва соусів солодких із їх використанням, реалізація яких забезпечує сталі показники якості у технологічному потоці.

Такі висновки можуть вважатися за доцільні з практичної точки зору, тому що дозволяють обґрунтовано підходити до виробництва соусів солодких. З теоретичної точки зору вони дозволяють стверджувати про використання КФМ та стабільність структурно-механічних показників плодово-ягідних модельних систем залежно від технологічних факторів, що є певними перевагами даного дослідження.

Однак не можна не відзначити вплив йонів електролітів, що присутні в соусах, які значно впливають на структуру, текстуру і органолептичні показники продукту.

Солі включають в себе катіони кальцію, натрію, калію і аніони, такі як хлор, карбонати і фосфати. До солей також відносять речовини, що утворюють хелатні комплекси, наприклад, етилендіамінтетраоцтову кислоту, яка сприяє уповільненню окислювального псування продукту. Як консерванти застосовують також солі сорбинової та бензойної кислот. Йони електролітів взаємодіють з крохмалем, сприяючи взаємодії між різними молекулами з утворенням просторової сітчастої структури. Солі знижують температуру замерзання розчинів і підвищують температуру кипіння, а також змінюють смак продукту в цілому. Тому в подальшому необхідно експериментально дослідити вплив солей на структурно-механічні показники ОКД.

7. Висновки

1. Обґрунтовано види плодово-ягідної сировини та послідовність введення її до рецептури соусів солодких. Шляхом дослідження хімічно складу та фізико-хімічних властивостей плодово-ягідної сировини встановлено їх раціональний вміст у складі рецептурного складу соусів солодких.

2. Визначено еталонні показники консистенції (ефективна в'язкість) соусів: для дресінгів – $0,78 \pm 0,03$ Па·с за вмісту крохмалю 2,0...2,5 %; для топінгів із гомогенною структурою – $1,60 \pm 0,04$ Па·с за вмісту крохмалю 3,0...4,0 %; для топінгів із гетерогенною структурою – $2,70 \pm 0,08$ Па·с за вмісту крохмалю 4,5...6,5 %; для дипів – $3,25 \pm 0,09$ Па·с за вмісту крохмалів 7,0; для начинок – $3,50 \dots 3,83$ Па·с за вмісту крохмалів 7,5...8,0 %.

3. Досліджено, що за концентрації цукру від 15,0 до 20 % в'язкість МС підвищується від $1,80 \pm 0,05$ Па·с до $2,10 \pm 0,06$ Па·с, зазначені показники визнано раціональними для топінгів гомогенних та із включенням наповнювачів. Визначено раціональну концентрацію цукру для діпів та начинок. Встановлено, що збільшення концентрації цукру від 25,0 % до 30,0 % призводить до утворення драглеподібної консистенції, в'язкість якої варіюється від $3,78 \pm 0,1$ Па·с до $4,12 \pm 0,1$ Па·с.

4. Під час зберігання МС упродовж 90 діб, визначено, що МС на основі крохмалів «Prima», «Endura» є стійкими та сталими упродовж 90 діб зберігання за температури 1...6 °С та відносної вологості повітря 75,0...85,0 %.

Література

1. Deinychenko, G., Kolisnychenko, T., Lystopad, T. (2018). Development of technology of berry sauces with iodine-containing additives taking into account their influence on organoleptic parameters. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені СЗ Гжицького*, 20 (85), 107–113. doi: <https://doi.org/10.15421/nvlvet8520>

2. Owusu J., Oldham, J. H., Oduro, I., Ellis, W. O., Amissah, A. (2016). Assessing the suitability of locally produced gum exudates in the food industry. *International Journal of Technology and Management Research*, 5, 24–30.

3. Притульська, Н. В., Сєногонова, Г. І., Бондаренко, Є. В., Сєногонова, Л. І. (2012). Функціональний топінг «Потенціал спорту» для спортсменів. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*, 4 (6 (58)), 68–71. URL: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/5601>

4. Антоненко, А., Кравченко, М. (2009). Наукове обґрунтування і розроблення фруктових систем як основи для солодких соусів. *Товари і ринки*, 2, 76–83.

5. Krystyan, M., Sikora, M., Adamczyk, G., Tomasik, P. (2012). Caramel sauces thickened with combinations of potato starch and xanthan gum. *Journal of Food Engineering*, 112 (1-2), 22–28. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.03.035>

6. Román, L., Reguilón, M. P., Gómez, M. (2018). Physicochemical characteristics of sauce model systems: Influence of particle size and extruded flour source. *Journal of Food Engineering*, 219, 93–100. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.09.024>

7. Włodarczyk-Stasiak, M., Mazurek, A., Jamroz, J., Hajnos, M., Sokołowska, Z. (2017). Influence of physico-chemical modification of waxy corn starch on changes in its structure. *Food Hydrocolloids*, 70, 201–210. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.04.004>

8. Włodarczyk-Stasiak, M., Mazurek, A., Kowalski, R., Pankiewicz, U., Jamroz, J. (2017). Physicochemical properties of waxy corn starch after three-stage

modification. *Food Hydrocolloids*, 62, 182–190. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.08.010>

9. Pukkahuta, C., Shobsngob, S., Varavinit, S. (2007). Effect of Osmotic Pressure on Starch: New Method of Physical Modification of Starch. *Starch - Stärke*, 59 (2), 78–90. doi: <https://doi.org/10.1002/star.200600509>

10. Hermansson, A.-M., Svegmark, K. (1996). Developments in the understanding of starch functionality. *Trends in Food Science & Technology*, 7 (11), 345–353. doi: [https://doi.org/10.1016/s0924-2244\(96\)10036-4](https://doi.org/10.1016/s0924-2244(96)10036-4)

11. Постанова Ради (ЄС) № 834/2007 від 28 червня 2007 року стосовно органічного виробництва і маркування органічних продуктів, та скасування Постанови (ЄС) № 2092/91.

12. Rosicka-Kaczmarek, J., Makowski, B., Nebesny, E., Tkaczyk, M., Komisarczyk, A., Nita, Z. (2016). Composition and thermodynamic properties of starches from facultative wheat varieties. *Food Hydrocolloids*, 54, 66–76. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.09.014>

13. Wu, B., McClements, D. J. (2015). Development of hydrocolloid microgels as starch granule mimetics: Hydrogel particles fabricated from gelatin and pectin. *Food Research International*, 78, 177–185. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.10.020>

14. Сарафанова, Л. А. (2007). Применение пищевых добавок в кондитерской промышленности. СПб.: Профессия, 256.

15. Kapelko-Żeberska, M., Zięba, T., Singh, A. V. (2015). Physically and Chemically Modified Starches in Food and Non-Food Industries. *Surface Modification of Biopolymers*, 173–193. doi: <https://doi.org/10.1002/9781119044901.ch7>

16. ДСТУ 4286:2004. Крохмаль картопляний. Технічні умови (2005). К.: Держспоживстандарт України, 10.

17. ГОСТ 5900-73. Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ (1991). М.: Изд-во стандартов, 6.

18. Горальчук, А. Б. та ін. (2006). Реологічні методи дослідження сировини та харчових продуктів та автоматизація розрахунків реологічних характеристик. Х.: ХДУХТ, 63.

19. Андреева, С. С., Колесникова, М. Б. (2014). Дослідження мікроструктури крохмалів фізичної модифікації для обґрунтування використання в технології соусів. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*, 5 (11 (71)), 4–8. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2014.27571>

20. Андреева, С. С., Колесникова, М. Б., Гринченко, О. О., Пивоваров, П. П. (2017). Технології соусів солодких із використанням крохмалів фізичної модифікації. Х.: ХДУХТ, 131.

21. Андреева, С. С. (2016). Використання амілопектинових крохмалів в технології соусів солодких. *Молодий вчений*, 1 (3), 96–99.

22. Андреева, С. С., Колесникова, М. Б. (2017). Дослідження термодинамічних властивостей крохмалів фізичної модифікації при виробництві соусів солодких. *Харчова наука і технологія*, 11 (2), 26–31. doi: <https://doi.org/10.15673/fst.v11i2.510>

23. Iida, Y., Tuziuti, T., Yasui, K., Towata, A., Kozuka, T. (2008). Control of viscosity in starch and polysaccharide solutions with ultrasound after gelatinization. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 9 (2), 140–146. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2007.03.029>

ТІЛЬКИ ДЛЯ ЧИТАННЯ