

УДК 664.2:641.887

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМОДИНАМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КРОХМАЛІВ ФІЗИЧНОЇ МОДИФІКАЦІЇ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ СОУСІВ СОЛОДКИХ

С.С. Андрєєва, кандидат технічних наук, ст. викладач, E-mail: svetana783@ukr.net
 М.Б. Колеснікова, кандидат технічних наук, доцент, E-mail: marynakolesnikova@gmail.com
 кафедра технології харчування

Харківський державний університет харчування та торгівлі, вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна

Анотація. Досліджено термодинамічні властивості крохмалів фізичної модифікації із воскової кукурудзи «Prima» і тапіокові «Endura», «Indulge». Висвітлено сучасний стан виробництва та споживання соусів солодких. Однією з вимог до якості соусів солодких є стабільна консистенція за рахунок реалізації функціонально-технологічних властивостей загусників. Доведено необхідність використання крохмалів фізичної модифікації, що регулюють та стабілізують консистенцію соусів солодких. На основі дослідження закономірностей процесу клейстеризації крохмалів фізичної модифікації, визначено їхні реологічні та термодинамічні властивості. За допомогою амілографічних методів побудовано криві клейстеризації крохмалів, що підтверджують показники стійкості оклейстеризованих крохмальних дисперсій під час витримування пікових температур. Термодинамічними дослідженнями визначено питому теплоту, що затрачується на розпаковування крохмальних зерен. Визначено, що оклейстеризовані крохмальні дисперсії на основі крохмалів тапіокових «Endura», «Indulge» та крохмалю з воскової кукурудзи «Prima» є більш стійкими до дії температури порівняно з кукурудзяним та кукурудзяним амілопектиновим крохмалю.

Ключові слова: крохмалі фізичної модифікації, крохмальні суспензії, оклейстеризовані крохмальні дисперсії

THE STUDY OF THERMODYNAMIC PROPERTIES OF PHYSICAL MODIFICATION STARCHES IN THE PRODUCTION OF SAUCES SWEET

S. Andreeva, Cand. Sci. (Techn.), senior lecturer, E-mail: svetana783@ukr.net
 M. Kolesnikova, Cand. Sci. (Techn.), Assoc. Prof., E-mail: marynakolesnikova@gmail.com
 Department of Food Technology

Kharkiv State University of Food Technology and Trade, 333, Klochkivska St., Kharkiv, Ukraine

Annotation. The topicality of the subject lies in the study of the thermodynamic properties of physical modification starches from the wax corn «Prima» and tapioca corn «Endura» and «Indulge». The current state of production and consumption of sweet sauces is analyzed. One of the requirements for the quality of sweet sauces is stable consistency due to the realization of the functional and technological properties of the thickener. The necessity of use physical modification starches, which regulate and stabilize the consistency of sweet sauces, is proved. Rheological and thermodynamic properties are determined on the base of studying of mechanisms of the physical modification starches pasteurized process. Starches pasteurized curves are constructed by means of amylographic methods; it is proved by the stability indices of the pasteurized starch dispersions during peak temperatures. The specific heat which is expended on the opening of starch grains is determined by thermodynamic studies.

Determined that clasterization starch dispersion based on starches of tapachula «Endura», «Indulge» and starch from waxy corn «Prima» are more resistant to temperature in comparison with corn and corn amilopektina starches.

Key words: physical modification starches, starch suspensions, pasteurized starch dispersions.

Copyright © 2015 by author and the journal "Food Science and Technology".

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY)
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



DOI: <http://dx.doi.org/10.15673/fst.v11i2.510>

Вступ

Економічна інтеграція, розвиток торговельних та туристичних відносин між Україною та Європейським Союзом є одним з основних напрямів сучасного розвитку суспільства й призводить до змін у культурі виробництва та споживання харчової продукції.

У світовій практиці виробництва харчової продукції, в тому числі й соусів, широкого розповсюдження набули функціонально-технологічні інгредієнти (ФТІ), серед яких першість за варіабельністю показників належить крохмалю. Проте нативні крохмалі мають низку обмежень у використанні:

низька термо- та кислотостабільність, схильність до синерезису, нетривалі терміни зберігання тощо.

Аналітичний огляд літератури, моніторинг ринку функціонально-технологічних інгредієнтів, комплексна дегустаційна оцінка показали доцільність та переваги використання різних видів крохмалів у технології соусів солодких, які дозволяють отримувати широкий асортимент продуктів з регульованими структурно-механічними, фізико-хімічними та органолептичними показниками, що відповідає сучасним вимогам до якості [1,2].

Аналіз проблеми

Технологічні аспекти отримання соусів солодких пов'язані зі створенням високодисперсних стійких у часі систем. До дестабілізуючих чинників у технології соусів солодких можна віднести наступні [3-5]:

- рН: використання плодово-ягідної сировини за рН від 3,0 до 5,5;
- час: тривалість термообробки в процесі виробництва, короткочасне або тривале зберігання (не менш 90 діб за температури 1 – 6 °С);
- механічний вплив різної інтенсивності (від 1000 до 1500 с⁻¹);
- температуру: термообробка в процесі виробництва, повторне нагрівання у складі кулінарної продукції, кондитерських виробів за температури понад 100 °С; заморожування за температури мінус 18 °С, розморожування).

Вищеперелічені дестабілізуючі чинники необхідно враховувати під час обґрунтування вибору ФТІ для технології соусів солодких.

Перспективними стабілізаторами на сьогоднішній день є ФТІ полісахаридної природи – модифіковані крохмалі, пектини, камеді та інші гідроколоїди. Але вибір ФТІ повинен базуватися не тільки на їх відношенні до дії дестабілізуючих чинників в технологічному потоці.

Літературний огляд

Моніторинг споживчого ринку в Україні та світі свідчить про існування чіткого тренду щодо підвищення попиту на готову до вживання продукцію. Ця тенденція є визначальною в системі HoReCa, бізнес-процесах B2B, B2C, на торгових підприємствах та виявляє широкий спектр проблемних питань із огляду на підвищення якості, ефективність технологічних процесів виробництва, розширення асортименту та покращення споживчих властивостей продукції, забезпечення, варіювання термінів зберігання. Проте одним із найбільш актуальних завдань є забезпечення сталих технологічних властивостей кулінарної продукції в процесі виробництва, зберігання, реалізації та споживання.

Забезпечення та регулювання консистенції соусів є складним процесом за рахунок рецептурного складу та технологічного процесу. Основною технологічною проблемою під час виробництва соусів є збереження колоїдної стійкості за умов впливу хімічного складу сировини та технологічних чинників. Тому, створення соусів солодких ґрунтується, перш за все, на ефективності реалізації властивостей основної сировини та загусників.

У роботах П.П. Пивоварова, О.О. Гринченко, Л.П. Малюк, Ю.Г. Базарної, Н.А. Груніної та інших [3,5-7] досить докладно вивчено вплив технологічних чинників і різних речовин на властивості загусників дисперсних систем та умови їхнього структуроутворення.

При аналізі науково-інформаційних джерел встановлено, що останнім часом увага вчених акцентується на розробці соусів солодких з використанням власних технологічних властивостей сировини (соєвого борошна, салепа, екстракту оболонки насіння льону, толокна, хеномелеса, сухих порошків на основі плодово-ягідної сировини), які, окрім коригування консистенції впливають на показники харчової цінності.

Разом із тим, існуючий на ринку України асортимент плодово-ягідних соусів має низку недоліків, основними з яких є: відсутність гетерогенних за структурою соусів з включенням плодів або подрібнених часточок плодово-ягідних наповнювачів, великий вміст цукрів. Тому проведення досліджень, спрямованих на розробку нових за структурами соусів солодких є доцільним та своєчасним.

Аналітичний огляд інформаційних джерел [5,8-10] за проблемою показав, що на теперішній час здійснено низку досліджень щодо стабілізації харчових систем пектином, камедю, карагенаном, альгінатом натрію тощо. У даному науковому спрямуванні вагомий внесок здійснили вітчизняні та зарубіжні вчені П.П. Пивоваров, О.О. Гринченко, Л.П. Малюк, М.Ф. Кравченко, М.І. Пересічний і закордонні науковці: А.Ю. Круподеров, J.Y. Thebaudin, A.C. Lefebvre, S. Mali та ін., у роботах яких розглянуто теоретичні та прикладні аспекти забезпечення колоїдної стабільності систем шляхом використання добавок полісахаридної природи: пектинів, солей альгінових кислот, карагінанів, камедів, крохмалів; підтверджено можливість отримання широкого асортименту продуктів зі стабільними властивостями.

На теперішній час існує багато інформації щодо асортименту та властивостей крохмалів (нативних та модифікованих). Як правило, зазначені характеристики включають загальні рекомендації з їхнього використання в конкретних технологіях харчової продукції. Однак наукове обґрунтування технології 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» [11-14].

Із огляду на вищезазначене обґрунтування використання крохмалів фізичної модифікації (КФМ) у технології соусів солодких є важливим науковим та практичним завданням галузевого значення, вирішення якого дозволить науково створити наукову основу для технології нової продукції.

Фізична модифікація крохмалів передбачає підвищення функціональної активності та екологічної безпеки крохмалів за рахунок створення структури зерен в монодисперсному ранжуванні.

До основи фізичної модифікації шляхом сортування за розміром крохмалів закладено уявлення про те, що фізико-технічні властивості крохмалю

можна регулювати шляхом фракціонування крохмальних зерен за розміром та будовою. Фізична модифікація не тільки сприяє рівномірності набухання та клейстеризації крохмальних зерен, а також розподілу інгредієнтів у дисперсному середовищі.

Дослідження термодинамічних властивостей крохмалів фізичної модифікації

Метою роботи було дослідження та характеристика термодинамічних властивостей КФМ для надання певних рекомендацій щодо їхнього використання при виробництві соусів солодких.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

- проаналізувати сучасні тенденції розвитку технологій соусів солодких та їх використання в технологічному процесі виробництва кулінарної продукції;
- дослідити реологічні властивості КФМ;
- дослідити питому теплоємність крохмальних зерен в залежності від температури обробки.

Матеріали та методи досліджень. Для дослідження обрано 6 зразків крохмалів: із воскової кукурудзи «Prima» 600, тапіоковий «Endura» 0100, тапіоковий «Indulge» 3920 серії «Novation», амілопектиновий кукурудзяний нативний, в якості контролю – картопляний та кукурудзяний.

КС отримували шляхом суспендування сухого просіяного крохмалю з водою питною за температури 20 ± 2 °С. ОКД отримували шляхом нагрівання КС за відповідною температурою та тривалістю. Реологічні характеристики КС під час нагрівання

визначали на амілографі Брабендера. Початкова температура дисперсій становила 25 °С, збільшення температури нагріву – 1,5 °С за хвилину. В'язкість дисперсій виражали в умовних одиницях амілографа (од. Брабендера) від 0 до 1000.

Енергетичні (ентальпійні) зміни КС та ОКД визначили методом диференціально-скануючої калориметрії (ДСК). ДСК проводили для 1 %-вих крохмальних суспензій у температурному інтервалі 20 – 100 °С, за надлишкового тиску 0,25 МПа і швидкості сканування 2 К/хв.

Результати досліджень. Аналіз інформаційних джерел показує, що властивості крохмалів та його ОКД ретельно досліджено вітчизняними [11-13] та закордонними [14-16] вченими. Але за існування загального масиву інформації розробка технології соусів солодких потребує визначення абсолютних значень таких показників, як в'язкість, стійкість під впливом технологічних чинників.

Для характеристики процесів набрякання та клейстеризації найбільш придатні амілографічні методи, за допомогою яких можуть бути зареєстровані динамічні зміни консистенції залежно від температури.

Слід зазначити, що ОКД є в'язко-пластичними тиксотропними рідинами, для яких величина в'язкості є функцією напруги зсуву. Тиксотропність досліджуваних систем проявляється в наявності локальних значень максимуму та мінімуму в'язкості, відношення величин яких визначає коефіцієнт стійкості системи ($k = \eta_{min}/\eta_{max}$) до зовнішнього впливу – температури (рис. 1, табл. 1).

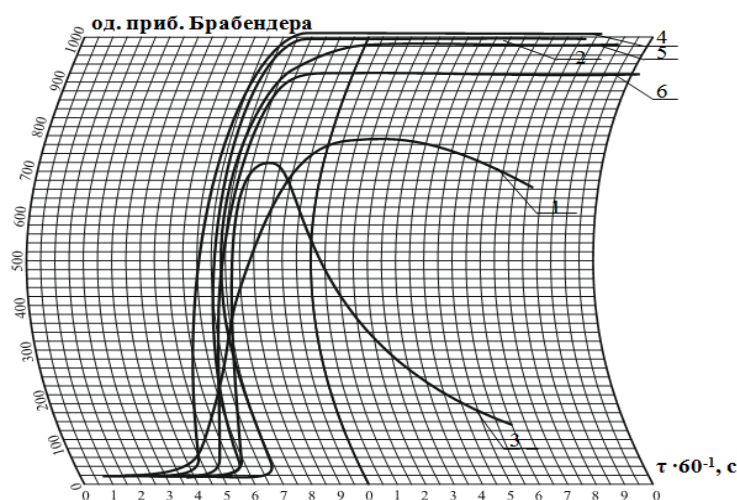


Рис. 1. Амілограма ОКД на основі крохмалів:

1 – кукурудзяного; 2 – картопляного; 3 – кукурудзяного амілопектинового; 4 – із воскової кукурудзи «Prima»; 5 – тапіокового «Endura»; 6 – тапіокового «Indulge»

Встановлено, що для ОКД на основі кукурудзяних крохмалів (криві 1, 3) значення максимальної в'язкості (η_{max}) складає в 720 – 780 од. Брабендера, мінімальні (η_{min}) 110 од. Брабендера. Зниження

в'язкості (прагнення $\eta_{max} \Rightarrow \eta_{min}$) свідчить про ступінь руйнування структурних елементів під впливом механічної напруги та термолізу. Крохмалі тапіокові «Endura», «Indulge» та крохмаль із воскової

кукурудзи «Prima» (криві 5, 6, 4) мають практично однакові значення η_{\min} та η_{\max} (920 – 1000 од. Брабендера), що свідчить про стійкість структури ОКД. Ймовірно, це пояснюється тим, що

зерна зі середньозернистою монодисперсною фракцією ($\approx 83\%$) [16], рівноважно набрякають та клейстеризується.

Таблиця 1 – Реологічні характеристики ОКД

Найменування крохмалю	Температура клейстеризації, °C		В'язкість ОКД, од. Брабендера		$\frac{\eta_{\min}}{\eta_{\max}}$
	початкова	кінцева	η_{\max}	η_{\min}	
Кукурудзяний	72±2	96±2	780±2	660±2	0,84
Картопляний	67±2	73±2	1000±2	1000±2	1,0
Кукурудзяний амілопектиновий	72±2	78±2	700±2	110±2	0,15
Із воскової кукурудзи «Prima»	60±1	69±1	1000±2	1000±2	1,0
Тапіоковий «Endura»	58±2	68±1	920±2	920±2	1,0
Тапіоковий «Indulge»	62±2	72±2	980±2	980±2	1,0

Для кукурудзяних крохмалів (нативного та амілопектинового) початкова клейстеризація настає за однакової температури 72±2 °C, але максимальні клейстеризації для крохмалю кукурудзяного амілопектинового спостерігається за температури 78±2 °C та тривають (3 – 4)·60 с після, чого йдуть на спад. Для крохмалю кукурудзяного максимальна клейстеризація відбувається за температури 96±2 °C та триває протягом (5 – 6)·60 с. Ймовірно, це пов'язано з тим, що крохмалі мають полідисперсну фракцію (дрібнозерниста – 43 %, середньозерниста – 57 %) [16]. Дані розміри зерен, в особливості дрібні, мають високу здатність до гідратації та прискорений фактор набрякання порівняно з великими зернами, що пояснюється кращою взаємодією з водою.

Крохмалі тапіокові «Endura», «Indulge» та крохмаль із воскової кукурудзи «Prima» мають нижчу температуру початку клейстеризації (58 – 62 °C). Температура максимальної клейстеризації становить 68 – 72 °C, дисперсії характеризується значеннями в'язкості з максимальним коефіцієнтом стійкості – 1,0.

Термодинамічні методи дослідження наприклад, ДСК, є найбільш нормативними та точними при визначенні питомої теплоємності, що затрачується на розпаковування крохмальних зерен. Результати калориметричних досліджень 1,0 % крохмальних суспензій, що піддавалися термообробці в температурному інтервалі 0 – 100 °C, за надлишкового тиску 0,25 МПа надано на рис. 2.

Термодинамічні дослідження крохмальних суспензій, які описують процеси початкової клейстеризації, показали що розпаковування крохмальних зерен характеризується ендотермічними піками, на які затрачується енергія активації зв'язування вологи.

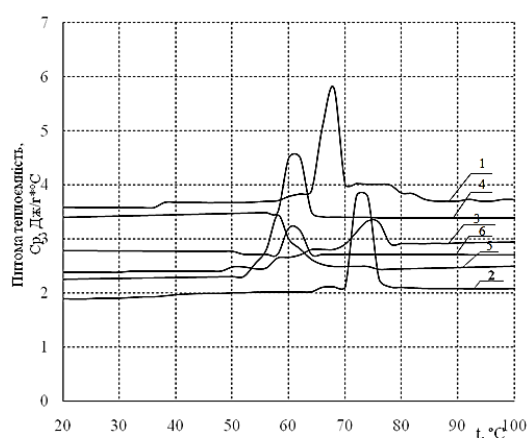


Рис. 2. Криві ДСК для КС на основі крохмалю: 1 – картопляного, 2 – кукурудзяного; 3 – кукурудзяного амілопектинового; 4 – із воскової кукурудзи «Prima»; 5 – тапіокового «Endura»; 6 – тапіокового «Indulge»

Як видно, пікові значення питомої теплоємності чітко корелюють зі значеннями температури початкової клейстеризації та становлять 72 °C для кукурудзяного та кукурудзяного амілопектинового (2, 3), 67 °C для картопляного крохмалю (1), 60 °C для крохмалю із воскової кукурудзи «Prima» (4) та 62 °C для крохмалів тапіокових «Endura» та «Indulge» (5, 6). Вищенаведені результати досліджень є основою для обґрунтування мінімальної температури, за якої буде забезпечено клейстеризацію крохмалю під час виробництва соусів.

Висновки

Аналітичним оглядом інформаційних джерел, узагальненням науково-технічної інформації, моніторингом сучасних тенденцій розвитку технологій соусів визначено актуальність розробки соусів солодких та перспективність використання крохмалів фізичної модифікації.

Визначено гідродинамічні зміни параметрів ОКД залежно від температури та виду крохмалю.

Встановлено, що ОКД на основі крохмалів тапіокових «Endura», «Indulge» та крохмалю з воскової кукурудзи «Prima» є більш стійкими до дії температури порівняно з кукурудзяним та кукурудзяним амілопектиновим крохмалю. Мінімальна та максимальна в'язкості (η_{\min} та η_{\max}) мають близькі значення (920 – 1000 од. Брабендера), що свідчить про стійкість структури ОКД на основі крохмалів фізичної модифікації.

Отримані результати дослідження є основою для розробки технологій нової харчової продукції –

соусів солодких на основі плодово-ягідної сировини з використанням крохмалів фізичної модифікації.

Таким чином, напрямами подальших досліджень є визначення змін фізико-хімічних, структурно-механічних та функціонально-технологічних властивостей оклейстеризованих дисперсій на основі КФМ під впливом технологічних чинників (кислоти, цукру, мінеральних солей, пектину, циклу заморожування-розморожування, повторного нагріву та ін.).

Список літератури:

1. Eggleston, G. Detecting adulterated commercial sweet sorghum syrups with ion chromatography oligosaccharide fingerprint profiles / G. Eggleston, L. Wartelle, E. St Cyr // Separations. – 2016. – Т. 3. – №. 3. – С. 20.
2. Вакуленко О. В. и др. Анализ рынка и оценка потребительских мотиваций при выборе соусов // Новые технологии. – 2012. – №. 1. – С. 27–30.
3. Пивоваров, П. П. Інноваційні технології виробництва харчової продукції масового споживання : монографія / П. П. Пивоваров та ін.; за заг. ред. П. П. Пивоварова. – Харк. держ. ун-т харч. та торгівлі, 2011. – 444 с.
4. Кравченко, М. Ф. Плодово-ягідні системи як основа для соусів / М. Ф. Кравченко, А. В. Антоненко, В. С. Михайлик // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. – 2012. – №. 1. – С. 49–55.
5. Гринченко, О.А. Научное обоснования и разработка технологии кулинарной продукции с использованием полуфабрикатов функциональных композиций на основе полисахаридов: диссертация док. техн. наук: 05.18.16 / О.А. Гринченко. – Харьков : Харьковский госуд. ун-т питания и торговли. – 2005. – 380с.
6. Зіolkовська, А.В. Технологія плодово-ягідних соусів з використанням екстракту полісахаридів оболонки насіння льону: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.18.16 / А.В. Зіolkовська – Х. : ХДУХТ, 2008. – 19 с.
7. Грунина Н. А., Грунина, Т. В. Белопольская, Г. И Церетели // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 4. Физика. Химия. – 2003. – №. 2 (12).
8. Мазаракі, А.А., Пересічний М.І., Кравченко М.Ф. та ін. Технологія продуктів функціонального призначення : Монографія. – К.: Київ. нац.торг.-екон.ун-т, 2012.–1116с.
9. Agudelo, A. et al. Native tapioca starch as a potential thickener for fruit fillings. Evaluation of mixed models containing low-methoxyl pectin // Food Hydrocolloids. – 2014. – Т. 35. – Р. 297–304.
10. Круподёров, А. Ю. Реологические характеристики аномально вязких пищевых продуктов и других сред / А. Ю. Круподёров, Л. К. Николаев, А. В. Кузнецов // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2014. – №. 4. – С. 12-15.
11. Жушман, О. Крохмалі нативні й модифіковані / О. Жушман // Харчова і переробна промисловість. – 2005. – № 5. – С. 25–26.
12. Филлипс, Г. О. Справочник по гидроколлоидам / Г. О.Филлипс, П. А. Вильямс; пер. с англ. под ред. А. А. Кочетковой. Л. А.Сарафановой. – СПб. : ГИОРД, 2006. – 536 с.
13. Андреев, Н. Р. Основы производства нативных крахмалов / Н. Р. Андреев. – М. : Пищепромиздат, 2001. – 289 с.
14. Хоффштейн, М. Модифицированные крахмалы в современной разработке продуктов / М. Хоффштейн // Пищевая промышленность. – 1998. – № 8. – С. 66–67.
15. Akintayo, E. T. Recent trend in the physical and chemical modification of starches from different botanical sources: A review / E. T. Akintayo //Starch-Stärke. – 2014. – Т. 66. – №. 1-2. – Р. С. 41-57.
16. Kaur, B. et al. Progress in starch modification in the last decade // Food Hydrocolloids. – 2012. – Т. 26. – №. 2. – С. 398-404.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КРАХМАЛОВ ФИЗИЧЕСКОЙ МОДИФИКАЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ СОУСОВ СЛАДКИХ

С.С. Андреева, кандидат технических наук, ст. преподаватель, *E-mail*: svetana783@ukr.net

М.Б. Колесникова, кандидат технических наук, доцент, *E-mail*: marynakolesnikova@gmail.com

кафедра технологии питания

Харьковский государственный университет питания и торговли, ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина

Аннотация. Исследованы термодинамические свойства крахмалов физической модификации из восковой кукурузы «Prima» и тапиоковых «Endura», «Indulge». Проанализировано современное состояние производства и потребления соусов сладких. Одним из требований к качеству сладких соусов является стабильная консистенция за счет реализации функционально-технологических свойств загустителя. Доказана необходимость использования крахмалов физической модификации, которые регулируют и стабилизируют консистенцию соусов сладких. На основе исследования закономерностей процесса клейстеризации крахмалов физической модификации, определены их реологические и термодинамические свойства. С помощью амилографических методов построены кривые клейстеризации крахмалов, что подтверждают показатели устойчивости оклейстеризованных крахмальных дисперсий при выдерживании пиковых температур. Термодинамическими исследованиями определено удельную теплоемкость, что затрачивается на распаковку крахмальных зерен. Определено, что оклейстеризованные крахмальные дисперсии на основе крахмалов тапиоковых «Endura», «Indulge» и крахмала из восковой кукурузы «Prima» являются более устойчивыми к действию температуры по сравнению с кукурузным и кукурузным амилопектиновыми крахмалами.

Ключевые слова: крахмалы физической модификации, крахмальные суспензии, оклейстеризованные крахмальные дисперсии

References

1. Eggleston G, Wartelle L, St Cyr E. Detecting adulterated commercial sweet sorghum syrups with ion chromatography oligosaccharide fingerprint profiles. *Separations*. 2016; 3(3): 20.
2. Vakulenko OV і dr. Analiz ryinka і otsenka potrebitelskikh motivatsiy pri vyibore sousov. *Novyie tehnologii*. 2012; 1; 27-30.
3. Pivovarov PP. Innovatsiyni tehnologiyi virobnitstva harchovoyi produktsiyi masovogo spozhivannya : monografiya. Hark. derzh. un-t harch. ta torgIvII; 2011.
4. Kravchenko MF, Antonenko AV, Mihaylik VS. Plodovo-yagIdni sistemi yak osnova dlya sousiv. *Progresivni tehnika ta tehnologiyi harchovih virobnitstv restorannogo gospodarstva I torgIvII*. 2012; 1: 49-55.
5. Grinchenko OA. Nauchnoe obosnovaniya і razrabotka tehnologii kulinarney produktsii s ispolzovaniem polufabrikatov funktsionalnykh kompozitsiy na osnove polisaharidov: dissertatsiya dok. tehn. nauk: 05.18.16. Harkov : Harkovskiy gosud. un-t pitaniya і torgovli; 2005.
6. ZIolkovska AV. Tehnologiya plodovo-yagIdnih sousiv z vikoristannyam ekstraktu polysaharidiv obolonki na-sInnya lonu: avtoref. dis. na zdobuttya nauk. stupenya kand. tehn. nauk : spets. 05.18.16. H. : HDUHT; 2008.
7. Grunina NA, Belopolskaya TV, Tsereteli G.I. Termodinamicheskie і strukturnye svoystva nativnykh granul і geley krahmala s razlichnoy stepenyu gidratsatsii. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Seriya 4. Fizika. Himiya*. 2003; 2(12).
8. Mazaraki AA, PeresIchniy MI, Kravchenko MF ta In. Tehnologiya produktiv funktsionalnogo priznachennya : Monografiya. K.: KiYiv. nats.torg.-ekon.un-t; 2012.
9. Agudelo A et al. Native tapioca starch as a potential thickener for fruit fillings. Evaluation of mixed models contain-ing low-methoxyl pectin. *Food Hydrocolloids*. 2014; 35: 297-304.
10. KrupodYorov AYU, Nikolaev LK, Kuznetsov AV. Reologicheskie karakteristiki anomalno vyazkih pische-vyih produktov і drugih sred. *Nauchnyiy zhurnal NIU ITMO. Seriya «Protsessyi і apparaty pischevyih proizvodstv»*. 2014; 4: 12-15.
11. Zhushman O. Krohmalli nativni y modiflkovanI. *Harchova I pererobna promislivIst*. 2005; 5: 25-26.
12. Phillips GO, Vilyams PA, pod red. Kochetkovoy AA, Sarafanovoy LA. *Spravochnik po gidrokolloidam*. per. s ang. SPb.: GIORD; 2006.
13. Andreev NR. *Osnovy proizvodstva nativnykh krahmalov*. M. : Pischepromizdat; 2001.
14. Hoffsteyn M. Modifitsirovannyye krahmalyy v sovremennoy razrabotke produktov. *Pischevaya promyshlennost*. 1998; 8: 66-67.
15. Akintayo ET. Recent trend in the physical and chemical modification of starches from different botanical sources: A review. *Starch-Stärke*. 2014; 66(1-2): 41-57.
16. Kaur B et al. Progress in starch modification in the last decade/ *Food Hydrocolloids*. 2012; 26(2): 398-404.

Отримано в редакцію 05.04.2017
Прийнято до друку 22.05. 2017

Received 05.04.2017
Approved 22.05. 2017