

ХІМІЧНІ, ФІЗИЧНІ, МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

DOI : 10.33274/2079-4827-2023-46-1-26-33

УДК 001.8:641.5.002

*Янушкевич О. І., здобувач ступеня доктор
філософії*

Гринченко Н. Г., д-р. техн. наук, професор

Державний біотехнологічний університет (м. Харків, Україна), e-mail:
yanyshkevich.scince@gmail.com, tatagrin1201@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ НА В'ЯЗКІСТЬ ОКЛЕЙСТЕРИЗОВАНИХ ДИСПЕРСІЙ НАТИВНИХ ТА МОДИФІКОВАНИХ КРОХМАЛІВ

UDC 001.8:641.5.002

Ianushkevich O. I., Candidate for the PhD

*Grynchenko N. G., Grand PhD of Engineering
Science, Professor*

State Biotechnology University (Kharkiv, Ukraine), e-mail: yanyshkevich.scince@gmail.com,
tatagrin1201@gmail.com

STUDY OF THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL FACTORS ON THE VISCOSITY OF PASTEURIZED DISPERSIONS OF NATIVE AND MODIFIED STARCHES

Мета. Метою досліджень, які висвітлено в даній статті, є визначення впливу технологічних чинників (вид крохмалю, термоліз, рН) на в'язкість оклейстеризованих крохмальних дисперсій (ОКД) як структурної основи соусів гарячих термостабільних.

Методи. Експериментальні дослідження виконано у науково-дослідній лабораторії Food Research and Development Lab Державного біотехнологічного університету. Визначення в'язкості крохмальних дисперсій за температури, що постійно змінюється, здійснювали на амілографі Брабендера. Початкова температура дисперсій становила $21,0 \pm 0,3^\circ\text{C}$, збільшення температури нагріву – $1,5^\circ\text{C}$ за хвилину. Результати досліджень представляли на стрічці самописця у вигляді кривих зміни в'язкості та температури. В'язкість дисперсії виражали в умовних одиницях амілографа (у.о.а.) від 0 до 1200.

Максимальну в'язкість оклейстеризованих крохмальних дисперсій, в'язкість за $t=95,0 \pm 0,2^\circ\text{C}$ та в'язкість за $t=95,0 \pm 0,2^\circ\text{C}$ і термостатування протягом 10×60 с визначали за амілограмами. Коефіцієнт стійкості систем (k) до зовнішнього впливу – термоліз, механоліз, рН визначали розрахунковим шляхом за формулою $k = \eta_{\min} / \eta_{\max}$. Математично-статистичну обробку результатів здійснювали за допомогою програмного пакета Microsoft Excel.

Результати. На основі проведених експериментальних досліджень визначено закономірності зміни в'язкості оклейстеризованих крохмальних дисперсій на основі нативних – кукурудзяний, кукурудзяний амілопектиновий, кукурудзяний воскової кукурудзи серії Novaton та модифікованого (кукурудзяний воскової кукурудзи) крохмалів. Доведено, що крохмаль кукурудзяний характеризуються низькою стійкістю до термолізу, рН. Структурно-механічні показники оклейстеризованих крохмальних дисперсій крохмалів амілопектинового та воскової кукурудзи показують, що вони є більш стабільними до впливу технологічних чинників порівняно з крохмалем нативним.

© Янушкевич О. І., Гринченко Н. Г.

Для формування структурної основи соусів гарячих термостабільних обрано крохмаль модифікований воскової кукурудзи, який є стійким до впливу високих температур, рН.

Ключові слова: *оклейстеризовані крохмальні дисперсії, в'язкість, амілограма, соуси гарячі, термостабільність.*

Постановка проблеми. В умовах сьогодення розроблення нової харчової продукції є безперервним процесом внаслідок оновлення споживчих трендів, постійно зростаючих вимог до безпечності та якості харчової продукції, збільшення кількості супермаркетів з їх постійними потребами в розширенні асортименту та гнучкою ціновою політикою. Під час розроблення і подальшого виробництва харчової продукції існує необхідність як в одержанні певних харчових текстур, так і усвідомленні ролі кожного інгредієнта до або під час кулінарного оброблення та зберігання.

Соуси є невід'ємною частиною раціону харчування людини в усьому світі. У більшості випадків соуси являють собою багатофазні дисперсні системи, переважно супензійного та/чи емульсійного типу, які одержують шляхом холодного (майонез, масляні суміші та інш.) та/чи гарячого (соус голландський, бешамель, вершковий, сирний) емульгування. Для соусів одержання контрольованої текстури є одним із ключових складових технологічного процесу. Важливість вирішення даного завдання є особливо актуальною стосовно соусів гарячих, термостабільність яких необхідно забезпечити впродовж технологічного потоку його виробництва та споживання.

Серед широкої номенклатури текстураторів одними з найпоширеніших є крохмалі, діапазон використання яких останнім часом суттєво розширено за рахунок використання різних крохмаленосіїв (кукурудза, пшениця, горох, картопля, тапіока); способів їх модифікацій (фізична, хімічна), технологічних властивостей. Тож дослідження впливу технологічних чинників (вид крохмалю, термоліз, рН) на в'язкість оклейстеризованих крохмальних дисперсій (ОКД) як структурної основи соусів гарячих термостабільних соусів є важливим з точки зору конструювання нової продукції з заданими властивостями та складом.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Жоден з харчових інгредієнтів не може конкурувати з крохмалем щодо універсальності, багатофункціональності та ефективності використання у складі харчової продукції. ОКД чинять істотний вплив на текстурні характеристики продуктів з емульсійною, гелеподібною та пінною структурою. Такі процеси, як клейстеризація, гелеутворення, ретроградація та інші, мають місце в технологічному потоці виробництва харчової продукції протягом певного часу.

Властивості ОКД досліджено у великій кількості експериментальних робіт та аналітичних оглядів [1, 2-4]. Сформульовані сьогодні теоретичні положення про властивості та стан крохмалю ґрунтуються на властивостях та стану складових його полісахаридів – амілози та амілопектину у взаємозв'язку з сорбційними процесами та поверхневими явищами, які мають місце під час клейстеризації, гелеутворення, ретроградації. Проте багатоваріантність харчових систем, способів їх одержання та використання сприяють розвиненню базових даних щодо впливу таких інгредієнтів, як солі, вуглеводи, спирти, поверхнево-активні речовини та інші на клейстеризацію та ретроградацію крохмалю з точки зору температури клейстеризації, кристалічності, в'язкості, набухання, прозорості та текстури.

Так, в роботі [2] досліджено вплив овочевих сироваток, одержаних з помідорів, моркви та червоного болгарського перцю, на желатинізацію та ретроградацію картопляного крохмалю. Методами диференціальної скануючої калориметрії, визначення в'язкості та прозорості доведено, що температура желатинізації картопляного крохмалю зростає зі збільшенням доданої кількості рослинної сироватки, при цьому зменшується пікова в'язкість. Виявлено, що желатинізовані та набряклі гранули крохмалю руйнуються під дією зсуву, що призводить до формування липкої та пастоподібної текстури, яка в більшості випадків є несприйнятливою.

Авторами [3] досліджено процеси желатинізації та ретроградації пшеничного крохмалю у водній системі за присутності деяких аніонних полісахаридів. Виявлено, що додавання полісахариду (0,1-1,0 мас./об.%) зменшує максимальну в'язкість композитної системи (концентрація крохмалю 5%) під час

желатинізації. Проте, середній діаметр частинок крохмальних гранул після желатинізації практично не змінюється.

Науковцями [4] досліджено закономірності поглинання олії харчовими продуктами, що містять желатинізований крохмаль маниоки. Встановлено, що поглинання олії зменшується на 74,5% і 81,4% за використання слабо желатинізованого і нативного крохмалю маниоки. Методом скануючої електронної мікроскопії досліджено структуру поверхні обсмажених матриць за різної глибини вакууму та модифікації крохмалю. Одержані результати покладено в основу технології смажених снєків.

За даними [5] включення гідроколоїдних камедей у нативні крохмалі сприяє покращенню їх термічних, реологічних і текстурних властивостей разом із покращенням стабільності крохмальних гелів. Використання камеді *Cordia Gum* як модифікатора крохмалю сприяє підвищенню температури клейстеризації крохмалю, ентальпії, пікової в'язкості та інших показників. Виявлено позитивний вплив камеді на стабільність крохмалю при заморожуванні та відтаванні. Даний метод модифікації крохмалів може бути використаний як альтернатива хімічній та ферментній модифікації з огляду на вартість та безпеку.

В роботах [6, 7, 8] узагальнено результати досліджень впливу технологічних чинників на властивості крохмалів у складі харчової продукції. Так, науковцями [7] доведено доцільність використання крохмалів холодного набухання у складі композитної суміші для сухого панірування кулінарної продукції. Визначено, що вона може бути використана в технології продукції, яка підлягає заморожуванню-розморожуванню.

Колективом авторів [6] розроблено та науково обґрунтовано рецептурний склад та технологію начинки, термостабільність яких досягається використанням молочної сировини і концентрату насіння кунжуту та сумісним використанням пектину і крохмалю.

В роботі [7, 8] обговорюється використання крохмалю воскової кукурудзи, який не має Е-індексу, в технології соусів на основі плодово-ягідної сировини. Доведено, що даний вид крохмалю є більш функціональний, ніж традиційний нативний крохмаль, формує коротку гладку текстуру, блиск, йому притаманні прозорість та висока стійкість до ретроградації.

Мета статті. Метою досліджень, які висвітлено в даній статті, є визначення впливу технологічних чинників (вид крохмалю, термоліз, рН) на в'язкість оклейстеризованих крохмальних дисперсій (ОКД) як структурної основи соусів гарячих термостабільних.

Виклад основного матеріалу дослідження. Предметами експериментальних досліджень є дисперсії на основі крохмалів нативних та модифікованих, основні характеристики яких наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Основні характеристики крохмалів нативних та модифікованих

Найменування харчових інгредієнтів, виробник	Масова частка вологи, %	рН водних дисперсій	Масова частка амілопектину, % *
Крохмаль кукурудзяний, ПАТ «Дніпровський крохмало-патоковий комбінат»	12,0±0,1	6,8±0,1	73,8±0,3
Крохмаль кукурудзяний амілопектиновий, ПАТ «Дніпровський крохмало-патоковий комбінат»	12,6±0,1	6,1±0,1	99,3±0,5
Крохмаль модифікований воскової кукурудзи (E1442), Ingredion, Німеччина	12,9±0,1	6,7±0,1	98,9±0,5
Крохмаль кукурудзяний воскової кукурудзи серії Novaton, Ingredion, Німеччина	12,4±0,1	6,4±0,1	96,5±0,5

*Примітка: масову частку амілопектину наведено за даними виробника

Визначення в'язкості крохмальних дисперсій за температури, що постійно змінюється, здійснювали на амілографі Брабендера. Початкова температура дисперсій становила $21,0 \pm 0,3^\circ\text{C}$, збільшення температури нагріву – $1,5^\circ\text{C}$ за хвилину. Результати досліджень представляли на стрічці самописця у вигляді кривих зміни в'язкості та температури. В'язкість дисперсії виражали в умовних одиницях амілографа (у.о.а.) від 0 до 1200.

Максимальну в'язкість ОКД, в'язкість за $t=95,0 \pm 0,2^\circ\text{C}$ та в'язкість за $t=95,0 \pm 0,2^\circ\text{C}$ і термостатування протягом 10×60 с визначали за амілограмами. Коефіцієнт стійкості систем (k) до зовнішнього впливу – термоліз, рН визначали розрахунковим шляхом за формулою $k = \eta_{\min} / \eta_{\max}$. Математично-статистичну обробку результатів досліджень здійснювали за допомогою програмного пакета Microsoft Excel [9].

Експериментальні дослідження виконано у науково-дослідній лабораторії Food Research and Development Lab Державного біотехнологічного університету.

Використання крохмалів як текстураторів у складі соусів гарчих термостабільних висуває ряд вимог до харчових систем на їх основі. Основні з них:

- типові технологічні параметри застосування крохмалів в технологічному процесі – внесення крохмалю у вигляді водної дисперсії в ємність з перемішуванням та нагріванням до температур $90 \dots 95^\circ\text{C}$ з наступною пастеризацією за визначених температур протягом $(10 \dots 15) \times 60$ с; температура желатинізації крохмалю $60 \dots 67^\circ\text{C}$ з поступовим наростанням в'язкості, за рахунок чого забезпечується оптимальна теплопровідність та скорочується час заварювання;

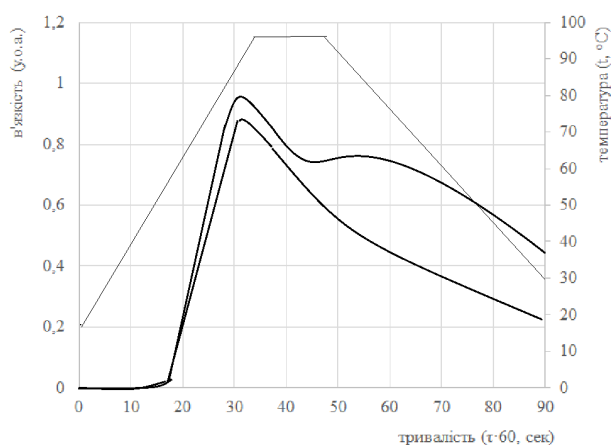
- стабільність в'язкості ОКД за впливу технологічних чинників – термооброблення в інтервалі температур $90 \dots 95^\circ\text{C}$, механічна дія (в тому числі гомогенізація), рН в діапазоні $5,0 \dots 7,0$;

- відсутність вираженої схильності до гелеутворення, сумісність з молочними білками, жирами, формування кремоподібної вершкової текстури для харчових систем з невисоким вмістом жирової фази (до 20,0%);

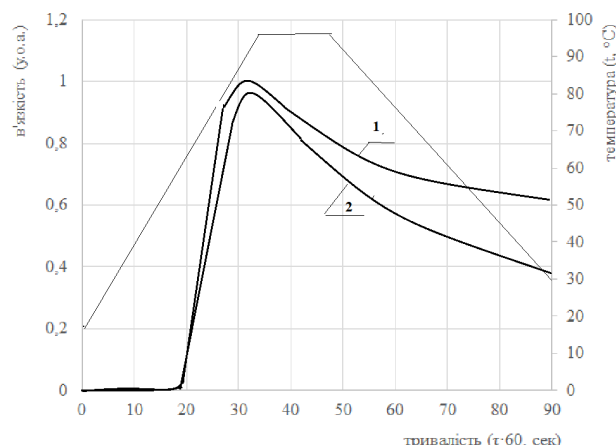
- органолептичні показники – нейтральний смак, блиск, коротка кремова текстура, що надає привабливого зовнішнього вигляду кінцевому продукту, створює наповнене, вершкове відчуття.

З урахуванням вимог та відповідно мети для досліджень обрано чотири види крохмалів – крохмаль кукурудзяний нативний, крохмаль кукурудзяний амілопектиновий, крохмаль модифікований воскової кукурудзи та крохмаль кукурудзяний воскової кукурудзи серії Novaton. На рис. 1 наведено амілограми зміни в'язкості 5,0% дисперсій крохмалів нативних (а, б, г) та модифікованого (в) за різних значень рН.

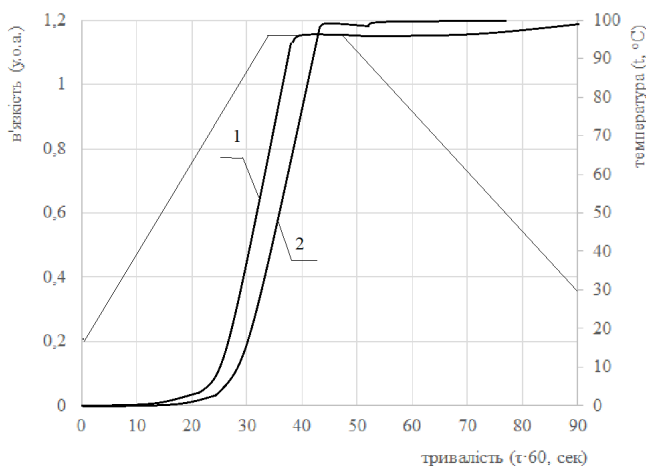
Одержані результати досліджень дозволили виявити наступні закономірності. Так, незалежно від виду крохмалів на початкових етапах термооброблення в'язкість не змінюється, так як гідратація крохмальних полісахаридів відбувається на молекулярному рівні всередині крохмального зерна. На цьому етапі гідратація та набухання є процесами зворотніми. За досягнення початкової температури клейстеризації (для обраних зразків крохмалів вона коливалась в межах $61 \dots 65^\circ\text{C}$) має місце різке підвищення в'язкості; структурні зміни, що відбуваються у складі крохмального зерна, мають незворотній характер. Початкові температури клейстеризації несуттєво, проте різняться між собою. Це, вірогідно, пояснюється вмістом чи співвідношенням амілози і амілопектину та різною доступністю крохмальних полісахаридів у зерні до гідратації. Подальше термічне оброблення супроводжується досягненням максимальної в'язкості з подальшим її зменшенням (за винятком крохмалю модифікованого воскової кукурудзи) за рахунок руйнування крохмального зерна, а за низького рН – гідролізу крохмальних полісахаридів. Тож ОКД є в'язкопластичними тиксотропними рідинами, для яких тиксотропність проявляється в наявності локальних максимуму та мінімуму в'язкості, відношення величин яких визначає коефіцієнт стійкості систем ($k = \eta_{\min} / \eta_{\max}$) до зовнішніх впливів – термолізу, рН.



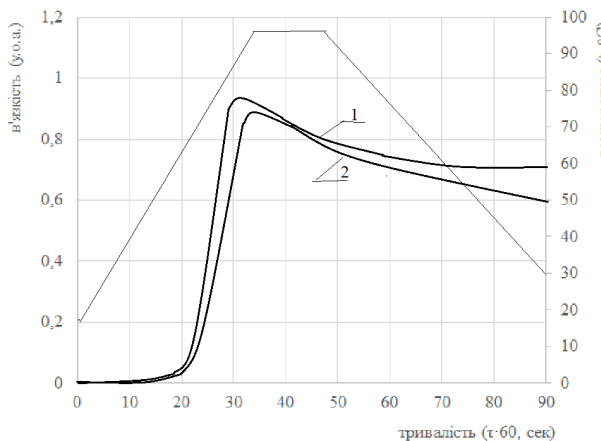
а – крохмаль кукурудзяний
pH: 1 – $6,8 \pm 0,1$; 2 – $5,0 \pm 0,1$



б – крохмаль кукурудзяний
амілопектиновий
pH: 1 – $6,1 \pm 0,1$; 2 – $5,0 \pm 0,1$



в – крохмаль модифікований воскової
кукурудзи (E1442)
pH: 1 – $6,7 \pm 0,1$; 2 – $5,0 \pm 0,1$



г – крохмаль кукурудзяний воскової
кукурудзи серії Novaton
pH: 1 – $6,4 \pm 0,1$; 2 – $5,0 \pm 0,1$

Рисунок 1 – Амілограми зміни в'язкості 5,0% дисперсій крохмалів нативних (а, б, г) та модифікованого (в) за різного значення pH

Амілограми крохмаю кукурудзяного нативного (рис. 1, а), зміни в'язкості ОКД (табл. 2) та визначені коефіцієнти стійкості (табл. 3) ілюструють певні обмеження щодо використання його у складі соусів. Так, коефіцієнти стійкості ОКД за температури 95°C складають 0,97 і 0,94 для крохмальних дисперсій з pH $6,8 \pm 0,1$ і $5,0 \pm 0,1$ відповідно, за температури 95°C і термостатування протягом $(10 \cdot 60)$ с – 0,85 і 0,66 відповідно. То суттєве зниження в'язкості за термооброблення, здатність до утворення гелевої текстури після охолодження до температур $20 \dots 25^{\circ}\text{C}$ унеможливує його використання у складі соусів.

Дослідження впливу технологічних чинників на зміну в'язкості ОКД крохмалю кукурудзяного амілопектинового (рис. 1, б) показують, що він є більш стабільнішим до термолізу та низького pH – коефіцієнти стійкості для цих систем становлять 0,98 і 0,81 (pH $6,1 \pm 0,1$) та 0,97 і 0,74 (pH $5,0 \pm 0,1$) відповідно.

Таблиця 2 – В'язкість ОКД крохмалів нативних та модифікованого

Найменування показника	В'язкість (од. ам.) крохмальних дисперсій за значень pH							
	Крохмаль кукурудзяний		Крохмаль кукурудзяний амілопектиновий		Крохмаль модифікований воскової кукурудзи		Крохмаль кукурудзяний воскової кукурудзи серії Novaton	
	6,8±0,1	5,0±0,1	6,1±0,1	5,0±0,1	6,7±0,1	5,0±0,1	6,4±0,1	5,0±0,1
Максимальна в'язкість	920±1 0	890±1 0	1000±1 5	990±1 0	1150±1 0	1170±1 5	910±1 0	890±1 0
В'язкість за t = 95°C	890±1 0	840±1 5	980±10	970±1 5	1150±1 0	1170±1 5	890±1 0	840±1 5
В'язкість за t = 95°C, термостатування 10×60 с	780±1 5	590±1 0	810±10	730±1 0	1160±1 0	1200±1 0	800±1 0	790±1 0

Визначеним до текстураторів вимогам максимально відповідає крохмаль модифікований воскової кукурудзи (рис. 1, в). ОКД за еквівалентних концентрацій мають найвищий показник в'язкості – 1150...1170 у.о.а., термооброблення за температур 95°C і вище супроводжується поступовим зростанням в'язкості як за pH 6,7±0,1, так і pH 5,0±0,1. Коефіцієнти стійкості ОКД даного крохмалю є вищими за 1,0 і складають 1,01 і 1,03 відповідно.

Таблиця 3 – Коефіцієнт стійкості ОКД крохмалів нативних та модифікованого

Найменування показника	Коефіцієнт стійкості ОКД за значень pH							
	Крохмаль кукурудзяний		Крохмаль кукурудзяний амілопектиновий		Крохмаль модифікований воскової кукурудзи		Крохмаль кукурудзяний воскової кукурудзи серії Novaton	
	6,8±0,1	5,0±0,1	6,1±0,1	5,0±0,1	6,7±0,1	5,0±0,1	6,4±0,1	5,0±0,1
Коефіцієнт стійкості за t=95°C	0,97	0,94	0,98	0,97	1,0	1,0	0,97	0,94
Коефіцієнт стійкості за t=95°C та термостатування 10×60 с	0,85	0,66	0,81	0,74	1,01	1,03	0,88	0,88

Характер зміни в'язкості ОКД крохмалю кукурудзяного воскової кукурудзи серії Novaton (рис. 1, г) схожий зі зразком ОКД крохмалю воскової кукурудзи (рис. 1, б), проте є більш стійким до впливу технологічних чинників, зокрема, pH. Порівняльний аналіз експериментальних даних, наведених на рис. 1, та в табл. 2, 3, показує, що крохмаль модифікований воскової кукурудзи відповідає вимогам з огляду на використання його у складі соусів гарячих термостабільних.

Висновки. Встановлено, що всі зразки крохмалів, що досліджувались, під час термооброблення, супроводжується клейстеризацією, яка характеризується декількома етапами – незмінної в'язкості, різкого підвищення в'язкості з досягненням її максимального

значення, подальшого зменшення в'язкості (за винятком крохмалю модифікованого воскової кукурудзи). Всі ОКД є в'язкопластичними тиксотропними рідинами, для яких тиксотропність проявляється в наявності локальних максимуму та мінімуму в'язкості, відношення величин яких визначає коефіцієнт стійкості систем до зовнішніх впливів – термолізу, рН.

Узагальнення одержаних результатів, дозволяє дійти до висновку про доцільність використання у складі соусів гарячих термостабільних крохмалю модифікованого воскової кукурудзи, коефіцієнти стійкості ОКД яких більше 1,0. ОКД крохмалю модифікованого воскової кукурудзи мають нейтральний смак, коротку кремову вершкову текстуру, що є важливим з точки зору показників якості готової продукції.

Список літератури

1. Ладика В. І., Шильман Л. З., Перцевой Ф. В. та інші. Сучасні досягнення харчової науки / за заг. ред. Ладика В. І. Херсон: Олді+, 2022. 352 с.

2. Yuriko Takamura, Kaoru Kinoshita, Azusa Ito, Koji Takahashi. Gelatinization and Retrogradation Behavior of Potato Starch Controlled with Vegetable Sera. *Journal of Applied Glycoscience*. 2009. Vol. 56 (4). P. 247-251. <https://doi.org/10.5458/jag.56.247>.

3. Takahiro Funami, Makoto Nakauma, Sakie Noda, Katsuyoshi Nishinari. Effects of some anionic polysaccharides on the gelatinization and retrogradation behaviors of wheat starch: Soybean-soluble polysaccharide and gum. *Arabic Food Hydrocolloids*. 2008. Vol. 22 (8). P. 1528-1540. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2007.10.008>.

4. Oginni O. C., Sobukola O. P., Henshaw F. O., Munoz L. Effect of starch gelatinization and vacuum frying conditions on structure development and associated quality attributes of cassava-gluten based snack. *Food Structure*. 2015. Vol. 3. P. 12-20. <https://doi.org/10.1016/j.foostr.2014.12.001>.

5. Shahzad Hussain, Abdellatif A Mohamed, Mohamed Saleh Alamri, Mohamed A. Ibraheem, Akram A. Abdo Qasem, Syed Ali Shahzad, Ibrahim A. Ababtain. Use of Gum Cordia (*Cordia myxa*) as a Natural Starch Modifier; Effect on Pasting, Thermal, Textural, and Rheological Properties of Corn Starch Foods. *Applications of Natural Products in Foods*. 2020. Vol. 9 (7). P. 909. <https://doi.org/10.3390/foods9070909>.

6. Technology of thermostable and frozen fillings using dairy raw materials and sesame seeds concentrate / F. Pertsevov, V. Ladyka, I. Smetanska, D. Bienias, M. Ianchyk, N. Grynchenko, S. Omelchenko, O. Hrynchenko. Kharkiv: Dissa+, 2022. 192 p.

7. Андрєєва С. С., Колеснікова М. Б., Гринченко О. О., Пивоваров П. П. Технології соусів солодких із використанням крохмалів фізичної модифікації: монографія. Х.: ХДУХТ, 2017. 131 с.

8. Andrieieva, S., Kolesnikova, M., Grinchenko, O., Iurchenko, S., Dikhtyar, A. Development of technology of snacks with different types of breading for fast food enterprises. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2022. Vol. 6. No. 11 (120). P. 60–68. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.268905>.

9. Горальчук А. Б., Пивоваров П. П., Гринченко О. О. Реологічні методи дослідження сировини і харчових продуктів та автоматизація розрахунків реологічних характеристик. Х.: ХДУХТ, 2013. 63 с.

References

1. Ladika, V. I.; Shil'man, L. Z.; Percevoj, F. V. ets. (2022). *Modern achievements of food science* [Suchasni dosyagnennya harchovoi nauki], Herson, Oldi+, 352 p.

2. Takamura, Yuriko; Kinoshita, Kaoru; Ito, Azusa; Takahashi, Koji. (2009). Gelatinization and Retrogradation Behavior of Potato Starch Controlled with Vegetable Sera, *Journal of Applied Glycoscience*, 56 (4), p. 247-251. <https://doi.org/10.5458/jag.56.247>.

3. Funami, Takahiro; Nakauma, Makoto; Noda, Sakie; Nishinari, Katsuyoshi. (2008). Effects of some anionic polysaccharides on the gelatinization and retrogradation behaviors of wheat starch:

Soybean-soluble polysaccharide and gum, *Arabic Food Hydrocolloids*, 22 (8), p. 1528-1540. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2007.10.008>.

4. Oginni, O. C.; Sobukola, O. P.; Henshaw F. O.; Munoz L. (2015). Effect of starch gelatinization and vacuum frying conditions on structure development and associated quality attributes of cassava-gluten based snack, *Food Structure*, 3, p. 12-20. <https://doi.org/10.1016/j.foostr.2014.12.001>.

5. Shahzad, H.; Abdellatif, A. M.; Alamri, M. S.; Mohamed, A. I.; Akram, A. A. Q.; Syed, A. Sh., Ibrahim, A. A. (2020). Use of Gum Cordia (*Cordia myxa*) as a Natural Starch Modifier: Effect on Pasting, Thermal, Textural, and Rheological Properties of Corn Starch Foods, *Applications of Natural Products in Foods*, vol. 9 (7), p. 909. <https://doi.org/10.3390/foods9070909>.

6. Pertsevov, F.; Ladyka, V.; Smetanska, I.; Bienias, D.; Ianchyk, M.; Grynchenko, N.; Omelchenko, S.; Hrynchenko, O. (2022). Technology of thermostable and frozen fillings using dairy raw materials and sesame seeds concentrate, 192 p.

7. Andreeva, S. S.; Kolesnikova, M. B.; Grinchenko, O. O.; Pivovarov, P. P. (2017). *Technologies of sweet sauces using physically modified starches* [Tekhnologii sousiv solodkih iz vikoristannyam krohmaliiv fizichnoi modifikacii], Kharkiv, 131 p.

8. Andrieieva, S.; Kolesnikova, M.; Grinchenko, O.; Iurchenko, S.; Dikhtyar, A. (2022). Development of technology of snacks with different types of breadings for fast food enterprises, *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, vol. 6, no. 11 (120), p. 60–68. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.268905>.

9. Goral'chuk, A. B.; Pivovarov, P. P.; Grinchenko, O. O. (2013). *Rheological methods of research of raw materials and food products and automation of calculations of rheological characteristics* [Reologichni metodi doslidzhennya sirovini i harchovih produktiv ta avtomatizaciya rozrahunkiv reologichnih harakteristik], Kharkiv, 63 p.

Objective. The purpose of the research covered in this article is to study the influence of technological factors (type of starch, thermolysis, pH) on the viscosity of clusterized starch dispersions (CSD) as the structural basis of hot thermostable sauces.

Methods. Experimental studies were performed in the Food Research and Development Lab of the State Biotechnology University. Determination of the viscosity of starch dispersions at a constantly changing temperature was carried out on a Brabender amylograph. The initial temperature of the dispersions was $21.0 \pm 0.3^\circ\text{C}$, the increase in the heating temperature was 1.5°C per minute. The results of the research were presented on the tape recorder in the form of curves of changes in viscosity and temperature. The viscosity of the dispersion was expressed in conventional amylograph units (c.a.u.) from 0 to 1200.

The maximum viscosity of clusterized starch dispersions, viscosity at $t=95.0 \pm 0.2^\circ\text{C}$ and viscosity at $t=95.0 \pm 0.2^\circ\text{C}$ and thermostating for 10×60 s were determined by amylograms. The coefficient of resistance of systems (k) to external influences – thermolysis, mechanolysis, pH was determined by calculation according to the formula $k = \eta_{\min} / \eta_{\max}$. Mathematical and statistical processing of the results of studies was carried out using the Microsoft Excel software package.

Results. On the basis of the conducted experimental studies, the regularities of changes in the viscosity of clusterized starch dispersions based on native - corn, corn amylopectin, corn waxy corn of the Novaton series and modified (corn waxy corn) starches were determined. It has been proven that native corn starch is characterized by low resistance to thermolysis, pH. The structural and mechanical indicators of clusterized starch dispersions of amylopectin and waxy corn starches show that they are more stable to the influence of technological factors compared to native starch.

Modified waxy corn starch, which is resistant to high temperatures, pH, mechanolysis, was chosen to form the structural basis of hot thermostable sauces.

Key words: clusterized starch dispersions, viscosity, amylogram, hot sauces, thermal stability.