

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**ПІЧКУР ВІТАЛІЙ ЯКОВЛЕВИЧ**

УДК 664.682.9

**ВИКОРИСТАННЯ ЕКСТРУЗІЙНИХ ВИДІВ КРОХМАЛЮ ДЛЯ  
ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРИГОТУВАННЯ ХАРЧОКОНЦЕНТРАТІВ  
ОБІДНИХ СТРАВ**

Спеціальність 05.18.01 – технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та харчових концентратів

**АВТОРЕФЕРАТ**  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Київ – 2016

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Національному університеті харчових технологій  
Міністерства освіти і науки України.

**Науковий керівник:** доктор технічних наук, професор  
**Ковбаса Володимир Миколайович,**  
Національний університет харчових технологій,  
завідувач кафедри технології  
хлібопекарських та кондитерських виробів

**Офіційні опоненти:** доктор технічних наук, професор  
**Капрельянц Леонід Вікторович,**  
Одеська національна академія харчових технологій,  
проректор з наукової роботи та міжнародних  
зв'язків, завідувач кафедри біохімії,  
мікробіології та фізіології харчування

кандидат технічних наук, професор  
**Самохвалова Ольга Володимирівна,**  
Харківський державний університет  
харчування та торгівлі,  
завідувач кафедри технології хліба,  
кондитерських, макаронних виробів та  
харчоконцентратів

Захист дисертації відбудеться «11» травня 2016 р. о 10:30  
годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.06 у Національному  
університеті харчових технологій Міністерства освіти і науки України за  
адресою: 01601, м. Київ, вул. Володимирська, 68, ауд. А-311.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного  
університету харчових технологій Міністерства освіти і науки України за  
адресою: 01601, м. Київ, вул. Володимирська, 68.

Автореферат розісланий 08 квітня 2016 року.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради  
кандидат технічних наук, доцент

Ю.В. Камбулова

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** У зв'язку з швидкими темпами розвитку суспільства, мобільністю і необхідністю відповідно реагувати на зростаючу динаміку змін сучасного життя збільшується частка споживачів продуктів швидкого приготування, перевагою яких є мінімальні затрати часу та праці на їх приготування.

Значна концентрація поживних речовин харчових концентратів при малому об'ємі та масі у порівнянні з іншими продуктами, висока засвоюваність, здатність довго зберігатися без значних втрат якості, транспортабельність та інші переваги призвели до їх широкого використання у домашніх умовах, серед туристів, геологів, тощо. Важливе значення вони мають для забезпечення харчування армії, особливо у польових умовах.

Для задоволення в повній мірі попиту споживачів в даних видах продуктів перспективним є удосконалення та розроблення нових видів харчових концентратів швидкого приготування шляхом використання сучасних способів оброблення рослинної сировини, серед яких вигідно відрізняється екструзія. До великого спектру сировинної бази, яка адаптована до технології екструзії входить крохмаль різного походження. Дослідження та подальше використання екструдованого крохмалю в технології харчоконцентратів є доцільним за рахунок отриманих в результаті екструзії властивостей швидкого диспергування, розчинення та набухання у воді кімнатної температури (20-25 °С).

Дослідження процесів, які відбуваються з крохмалем в процесі екструзійного оброблення та пояснення змін фізико-хімічних та реологічних показників екструдатів дасть змогу краще орієнтуватися в технологічних особливостях крохмалю різного походження, удосконалити та розробити нові види харчоконцентратів обідніх страв швидкого приготування для розширення їх асортименту та задоволення в повній мірі потреб населення.

**Зв'язок роботи з науковими програмами.** Дисертаційна робота виконана згідно з тематичними планами наукових досліджень кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів Національного університету харчових технологій за науковим напрямом «Розробка прогресивних ексклюзивних технологій харчоконцентратів підвищеної харчової, біологічної цінності, швидкого приготування, дитячого, лікувально-профілактичного призначення» (№0115U004343).

**Мета і завдання дослідження.** Метою роботи є наукове обґрунтування використання екструдованих видів крохмалю як рецептурного компоненту в складі харчових концентратів для інтенсифікації процесу їх приготування, а також розроблення і удосконалення технології харчоконцентратів обідніх страв швидкого приготування.

Для досягнення мети визначено і вирішено такі взаємопов'язані завдання:

- провести аналіз літературних джерел і науково обґрунтувати вибір екструдованих видів крохмалю з метою використання їх у технології харчових концентратів обідніх страв;

- експериментально дослідити та порівняти фізико-хімічні, термогравіметричні, структурні та сорбційні властивості нативних і екструдованих видів крохмалю;

- провести порівняльний аналіз реологічних характеристик клейстерів нативних та екструдованих видів крохмалю різного походження;

- визначити вплив ступеня подрібнення, температури води та концентрації крохмалю на процес набухання, розчинення та структуроутворення екструдатів крохмалю;

- науково обґрунтувати доцільність використання екструдованих зразків крохмалю з метою інтенсифікації процесу приготування обідніх страв;

- провести порівняльне дослідження засвоюваності нативних та екструдованих видів крохмалю;

- провести дослідження органолептичних та структурних показників розроблених харчоконцентратів обідніх страв на основі чого встановити оптимальні варіанти дозування рецептурних компонентів;

- розробити і затвердити нормативну документацію (рецептури, технологічні інструкції) патенти, надати рекомендації по удосконаленню технологічних схем виробництва;

- визначити економічну ефективність виробництва нових видів харчоконцентратів обідніх страв.

**Методи дослідження.** Фізико-хімічні, органолептичні, теплофізичні, структурно-механічні методи визначення характеристик екструдованого крохмалю, клейстерів та готових виробів, методи планування експерименту і математичної обробки експериментальних даних з використанням сучасних інтегрованих систем: Mathcad Professional, AutoCAD, Excel, Origin, Grafula\_3, PeakFit v4.11.

**Наукова новизна одержаних результатів.** На основі теоретичних та експериментальних досліджень науково обґрунтовано та удосконалено технологію і рецептурний склад харчоконцентратів перших обідніх та солодких страв швидкого приготування шляхом раціонального використання різних видів екструдованого крохмалю з метою інтенсифікації процесу їх приготування.

На основі теоретичних обґрунтувань і експериментальних досліджень сформульовано наукові положення, які виносяться автором на захист

Вперше:

- встановлено зменшення здатності екструдатів крохмалю до структуроутворення в процесі клейстеризації в порівнянні з нативними. Нативні і екструдовані зразки зернових видів крохмалю утворюють пружно-в'язкі клейстери, а коренеплідні – в'язкі, кремоподібні за рахунок різниці кількості та структури амілози та амілопектину крохмалю;

- встановлено, що зменшення розміру частинок екструдованого крохмалю ускладнює процес диспергування їх у воді, внаслідок швидкого злипання між собою периферійних частинок і обмеження доступу води до центральної крохмальної маси;

– проведено порівняльний аналіз даних термогравіметричного та диференціально-термічного досліджень шляхом розділення залежності DTG на піки за допомогою розподілу Гауса та використанню методики обрахунку даних для пористих твердих тіл. Визначено кількість капілярно та адсорбційно зв'язаної вологи в зразках нативного і екструдованого видів крохмалю, а також значення енергії активації молекул води за температур максимального видалення вологи;

– проведено порівняльний аналіз сорбційних властивостей екструдованих і нативних видів крохмалю та встановлено збільшення швидкості сорбції для екструдованих зразків крохмалю за рахунок зростання в результаті екструзії розміру мікропор та утворення більшої кількості макропор в аморфній структурі екструдату;

– встановлено кореляцію між типом кристалічної будови та кількістю капілярно і адсорбційно зв'язаної вологи для нативних видів крохмалю, вплив процесу екструдкування та наявності кристалічних структур крохмалю на енергію зв'язку молекул води.

Дістало подальший розвиток:

– дослідження вологоутримуючої здатності та розчинності екструдованих видів крохмалю різного походження в залежності від температури води, в результаті чого встановлено, що процес екструзії різко збільшує розчинність всіх видів крохмалю, призводить до можливості їх набухання у холодній воді внаслідок руйнування нативної структури крохмальних зерен;

– дослідження кристалічності молекул нативних і екструдованих видів крохмалю за допомогою рентгенограм. Встановлено, що в процесі екструзії зразків зернових видів крохмалю (кукурудзяного та пшеничного) з кристалічною структурою А-типу відбувається неповна руйнація нативної структури крохмального зерна і окремі фрагменти кристалічних ділянок залишаються неушкодженими; для коренеплідних (картопляного та тапіокового) видів крохмалю з кристалічною структурою В- та С-типу в результаті екструзії відбувається повне руйнування кристалічної структури нативних зерен крохмалю.

**Практичне значення одержаних результатів** Розроблені та затверджені рецептури харчових концентратів перших обідніх страв (супу з грибами «Лісовик») та солодких страв (киселю «Літо», фруктових напоїв «Абрикос» і «Полуниця») на основі екструдованих видів картопляного і тапіокового крохмалю.

Удосконалені технології були апробовані у виробничих умовах ТОВ «Агат».

**Особистий внесок здобувача.** Автором проведені експериментальні дослідження фізико-хімічних, реологічних, структурних та технологічних властивостей нативних та екструдованих видів крохмалю, одержані наукові результати щодо визначення можливості використання екструдованих видів крохмалю різного походження при виробництві харчових концентратів перших обідніх та солодких страв з метою інтенсифікації їх приготування.

Аналіз і узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків, підготовка матеріалів до публікації проведені спільно з науковим керівником д.т.н., проф. В.М. Ковбасою, д.т.н., проф. О.В. Грабовською, к.т.н. доц. М.М. Лазаренком, к.т.н. О.В. Запотоцькою, О.В. Лисим.

**Апробація результатів дисертації.** Основні результати наукових досліджень неодноразово доповідалися на ряді міжнародних та Всеукраїнських наукових з'їздах, конференціях, конгресах, нарадах, зокрема: 78-81 Міжнародних наукових конференціях молодих вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» (НУХТ, м. Київ, 2012-2015 р.), Республіканській конференції молодих вчених «Наука. Образование. Молодежь» (Казахстан, г. Алмати, 2013 р.), Міжнародній науково-технічній конференції «Якість і безпека харчових продуктів» (НУХТ, м. Київ, 2013 р.). Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и современные технологии производства продуктов питания» (ГУАЦ, м. Кутаиси, 2014), Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених і студентів «Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємства: наукові пошуки молоді» (ХДУХТ, м. Харків, 2015), Другому північному та східноєвропейському конгресі з харчової науки (НУХТ, м. Київ, 2013), Міжнародній науковій конференції, присвяченій 130-річчю Національного університету харчових технологій «Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчової промисловості» (НУХТ, м. Київ, 2014), XIV-тій Міжнародній науково-практичній конференції «ХЛІБОПРОДУКТИ – 2014» (ОНАХТ, м. Одеса, 2014), Міжнародній науково-практичній конференції «Харчові технології, хлібопродукти і комбікорми» (ОНАХТ, м. Одеса, 2015).

**Публікації.** За результатами досліджень, викладеними у дисертаційній роботі, опубліковано 21 наукову працю, з них 6 статей (5 – у наукових фахових виданнях, затверджених МОН України, 1 стаття – у міжнародному виданні); 12 тез доповідей та матеріалів наукових конференцій, 3 патенти України на корисну модель.

**Структура та обсяг роботи.** Дисертація складається із вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Обсяг основного тексту дисертації становить 133 сторінки. Дисертаційна робота включає в себе 17 таблиць, 63 рисунків, список використаних літературних джерел із 173 найменувань та 4 додатків.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

У вступі обґрунтовано актуальність теми, визначено мету і завдання, предмет, об'єкт, методи дослідження, розкрито наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, їх апробацію.

У першому розділі «**Крохмаль нативний та модифікований в технології харчових концентратів**» на основі аналізу і узагальнення теоретичних положень вітчизняних і зарубіжних вчених систематизовано основні наукові дані по структурі крохмалю різного походження та особливостей його модифікації і використанні в харчовій промисловості.

На основі узагальнення статистичних даних виробництва крохмалю встановлено, що доцільним є використання та впровадження в харчовій промисловості крохмалю як нативного так і модифікованого з кукурудзи, пшениці, картоплі та маніоки у зв'язку з масовістю та економічністю їх виробництва, а також наявністю необхідних технологічних та фізико-хімічних властивостей.

Глибокий аналіз структури та типів кристалічності амілози і амілопектину, як основних складових нативного крохмалю склав базові положення для розуміння та пояснення принципових розбіжностей при дослідженні фізико-хімічних, та технологічних властивостей крохмалю різного походження і ефективного використання в харчовій промисловості.

Розкрито питання резистентності крохмалю до процесу травлення організмом людини. Визначені фактори, які будуть впливати на кількість і співвідношення формування різних видів резистентного крохмалю (РК) в харчових продуктах та наведена його класифікація за поведінкою при термостатуванні з ферментами без впливу диспергуючих агентів.

Узагальнено інформацію щодо видів та методів модифікації крохмалю, а також їх особливостей і сфер застосування. Зроблено акцент на набухаючі (прежелатинізовані) види крохмалю а саме екструдовані, як відносно дешевого, функціонального рецептурного компонента, що знаходить широке застосування при виробництві харчових продуктів в тому числі і харчоконцентратів. Висвітлені здобутки українських та зарубіжних вчених в сфері дослідження процесу екструзії крохмалемісної сировини з метою удосконалення та розроблення нових видів харчових концентрів. Зроблено висновок, що подальше дослідження дасть змогу підвищити наукову обґрунтованість їх сутності та основних характеристик.

**У другому розділі «Об'єкти і методи досліджень»** наведено використану у роботі сировину, охарактеризовано основні напрями і об'єкти досліджень, сформульовано мету і завдання досліджень. Розроблено блок-схему проведення досліджень (рис. 1.)

Експериментальну частину роботи виконано у лабораторних умовах кафедри технології хлібопекарських та кондитерських виробів, кафедри фізичної та колоїдної хімії, кафедри технології цукру та підготовки води, кафедри фізики Національного університету харчових технологій, кафедри молекулярної фізики Національного університету ім. Т.Г. Шевченка, Інституті загальної та неорганічної хімії та Інституті фізичної хімії імені Л.В. Писаржевського. Показники якості сировини, напівфабрикатів і готових виробів визначали за методиками, регламентованими стандартами.

Характеристичну в'язкість  $\eta_{sp}$  визначали методом вимірювання текучості розчинів полісахаридів різної концентрації в капілярному віскозиметрі, а граничну в'язкість  $\eta$  – графічно екстраполяцією. Реологічні властивості водних суспензій крохмалю проводили на віскозиметрі типу «РЕОТЕСТ-2».

Дослідження процесу клейстеризації крохмалю здійснювали на амілографі «Брабендера» при зміні температури. Ізотерми сорбції та десорбції отримували на установці Мак-Бена. Визначення вологоутримуючої здатності та розчинності проводили за методикою Шоха. Рентгеноструктурні дослідження нативних та екструдованих видів крохмалю проводили за допомогою дифрактометра Дрон 3.



**Рисунок 1. Блок-схема проведення досліджень**

Форми зв'язку вологи досліджували методом термогравіметрії на дериватографі Q-1000, обрахунок даних проводили шляхом розділення залежності ДТГ на піки за допомогою розподілу Гауса.

Оцінку результатів експериментальних досліджень проводили з використанням методів розрахунку статистичної достовірності результатів вимірювання. Апроксимацію емпіричних даних проводили за допомогою електронних таблиць Excel. Для оптимізації технологічних параметрів використовували метод математичного планування багатофакторного експерименту, оброблення його результатів проводили із застосуванням методу математичної статистики (метод «крутого сходження» Бокса-Уілсона). Перевірку адекватності рівняння регресії проводили за критерієм Фішера.

**В третьому розділі «Дослідження фізико-хімічних властивостей нативних та екструдованих видів крохмалю»** визначені зміни основних фізико-хімічних властивостей крохмалю в процесі екструдування.

При дослідженні зміни кристалічної структури встановлено, що в результаті екструзії кристалічна структура В та С типу картопляного та тапіокового крохмалю повністю руйнується. На рентгенограмах нативних кукурудзяного та пшеничного крохмалю з А-типом кристалічності і їх екструдатів фіксуються піки, які свідчать про наявність залишків кристалічних структур після екструзії, в результаті чого можна стверджувати, що в процесі екструзії зразків зернових видів крохмалю відбувається неповна руйнація



нативної структури крохмального зерна і окремі фрагменти кристалічних ділянок залишаються неушкодженими.

Достатньо точно визначили кількість зв'язаної та вільної вологи відповідно до класифікації О. П. Ребіндера. Зведені дані аналізу по кількості ((I) – капілярно зв'язаної вологи, (II) – адсорбційно зв'язаної вологи і (III) – хімічно зв'язаної вологи представлені в табл. 1.

**Таблиця 1. Зведені результати стану вологи в дослідних зразках крохмалю**

Назва зразка	Загальна волога зразків, %	Втрата маси, моль/кг сухого зразка			
		Загальна втрата маси	I	II	III
Кукурудзяний нативний	10,06	6,2	0,4	3,6	2,2
Кукурудзяний екструдований	9,06	5,5	відсутня	5,1	0,4
Пшеничний нативний	11,09	6,9	1,0	4,2	1,7
Пшеничний екструдований	9,36	5,7	відсутня	5,1	0,3
Картопляний нативний	12,35	7,8	1,0	4,9	1,9
Картопляний екструдований	9,26	5,7	відсутня	5,1	0,3
Тапіоковий нативний	13,30	8,5	1,7	5,1	1,7
Тапіоковий екструдований	9,67	5,9	відсутня	5,3	0,4

З наведених даних (табл. 1) видно, що для зразків екструдованих видів крохмалю кількість адсорбційно зв'язаної вологи більша, тобто гідрофільність та доступність гідроксильних груп крохмалю після обробки в екструдері зростає. Це пояснюється тим, що в процесі екструдування крохмаль піддається комбінованій дії температури, тиску і силі зсуву, в результаті чого виникають поля напруження та дисипація енергії. Релаксація даних полів призводить до термодеструкції крохмальних ланцюгів, повної втрати нативної впорядкованої структури крохмалю та спіралевидної побудови ланцюгів крохмалю з утворенням в основному аморфної структури, яка в свою чергу буде сприяти збільшенню тиску набухання, достатнього для подолання сил зчеплення між окремими ланцюгами крохмалю. Це, а також збільшення кількості вільних гідроксильних груп призводить до наявності більшої кількості адсорбційно зв'язаної вологи у зразках екструдованих видів крохмалю в порівнянні з нативними.

За даними результатів диференціально-термічного аналізу розраховані енергія активації (E) за температур максимального видалення адсорбційно зв'язаної вологи, які наведені в табл. 2

**Таблиця 2. Характеристика енергії активації різних видів крохмалю**

Назва зразка	Енергія активації (E) кДж/моль	
	нативний	екструдований
Кукурудзяний	78,691780	56,5244
Пшеничний	69,2485700	53,5699
Картопляний	79,1639119	57,369
Тапіоковий	79,505884	56,969

З отриманих даних видно, що енергія активації для екструдованих зразків нижче порівняно з нативними. Енергія зв'язку адсорбційно зв'язаної вологи прямо залежить від структури крохмалю. Утворена в результаті екструзії аморфна структура збільшує кількість адсорбційно зв'язаної вологи в структурі крохмалю внаслідок збільшення кількості доступних гідроксильних груп, що і обумовлює підвищення її гідрофільності. Отже, такий крохмаль, порівняно з нативними, буде легко поглинати або ж віддавати капілярно зв'язану вологу в залежності від зміни умов навколишнього середовища. При наявності кристалічних структур нативних видів крохмалю в яких вода відіграє роль в побудові того чи іншого типу кристалічності, енергія зв'язку є вищою в результаті ускладненого процесу вивільнення молекул капілярно зв'язаної води з впорядкованих структур крохмальної гранули.

На приладі Мак-Бена визначено кількість адсорбованої вологи зразками нативних та екструдованих видів крохмалю у першій, другій, та третій умовних зонах при  $a_w=0.1-1.0$  (табл. 3).

**Таблиця 3. Кількість адсорбованої вологи зразками нативного та екструдованого крохмалю**

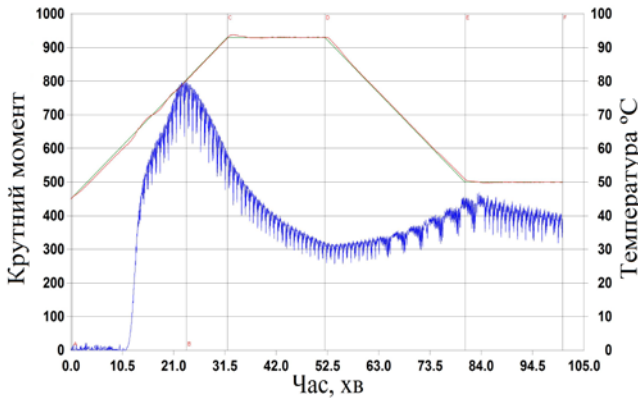
Назва крохмалю	Кількість адсорбованої вологи, ммоль/г			Загальна кількість адсорбованої вологи, $a_w=1$	
	I зона,	II зона,			III зона
		нативні $a_w=0.06...0.71$	екструдовані $a_w=0.30...0.76$		
Картопляний нативний	5,18	4,58		21,22	
Картопляний екструдований	2,75	5,35		16,59	
Кукурудзяний нативний	5,33	3,39		16,25	
Кукурудзяний екструдований	3,11	5,33		16,67	
Тапіоковий нативний	5,62	2,45		14,74	
Тапіоковий екструдований	3,40	5,58		17,82	
Пшеничний нативний	5,91	2,55		15,15	

Отримані дані різниці сорбційних властивостей I та II зони можна пояснити розподілом пор. В екструдатах крохмалю кількість мікропор значно менша, а їх розміри збільшуються з 7-8 Å до 9-10 Å порівняно з нативними. Зростає кількість мезопор розміром 15-20 Å як результат утворення в процесі короткочасної екструзії аморфної структури поверхні. Це свідчить про те, що нативні види крохмалю будуть повільніше адсорбувати вологу та важче її віддавати, натомість екструдовані види крохмалю легше та швидше будуть адсорбувати вільну вологу з повітря і віддавати її.

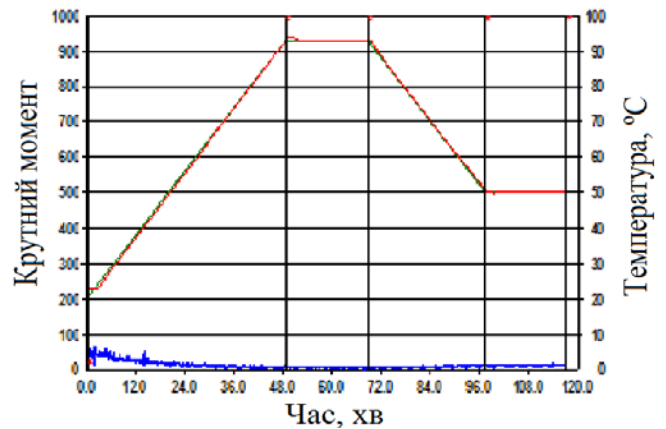
Крохмаль відіграє вирішальну роль в визначенні структури багатьох харчових продуктів, досить важливої як для споживача, так і для виробників. Бажану структуру системи, яку утворює крохмаль, отримують в результаті тих змін, яким піддають крохмаль під час і після гідротермічної обробки. Для дослідження проходження процесу клейстеризації на амілографі «Брабендера» були проведені дослідження водних дисперсій нативних зразків крохмалю та їх екструдатів. Дані досліджень дають змогу оцінити ступінь змін, які проходять в процесі екструзії.

Отримані амілограми водних дисперсій нативних та екстурдованих видів крохмалю кукурудзи, пшениці, картоплі та тапіоки представлені на рис. 2-9.

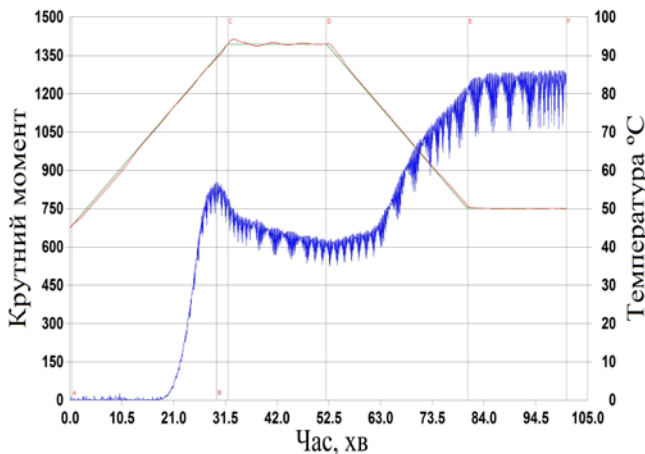
Відсутність піків на кривій в'язкості для дослідних зразків екстурдованих картопляного та тапіокового крохмалю при нагріванні свідчить про значну деструкцію крохмалю в процесі екструзії. Для зразків екстурдованих кукурудзяного та пшеничного крохмалю при температурах 60-70 °C присутні слабо виражені піки, які свідчать про наявність окремих залишків, що зберегли нативну структуру крохмалю при екструзійній обробці.



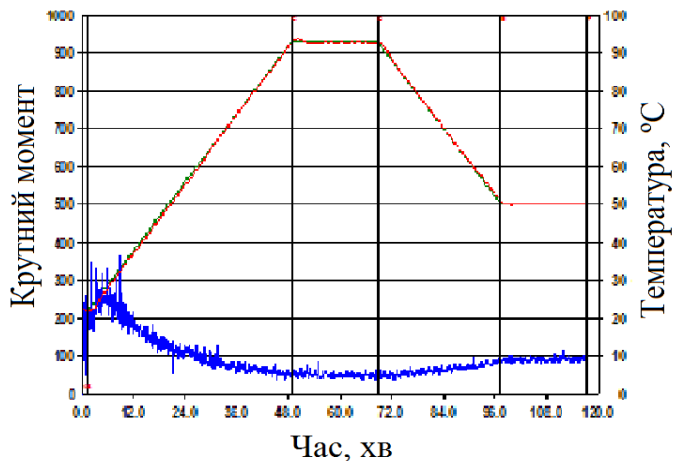
**Рисунок 2. Амілограма 4 % водної дисперсії нативного картопляного крохмалю**



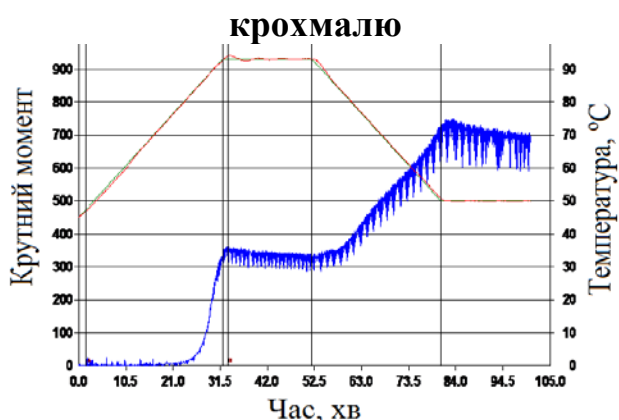
**Рисунок 3. Амілограма 4 % водної дисперсії екстурдованого картопляного крохмалю**



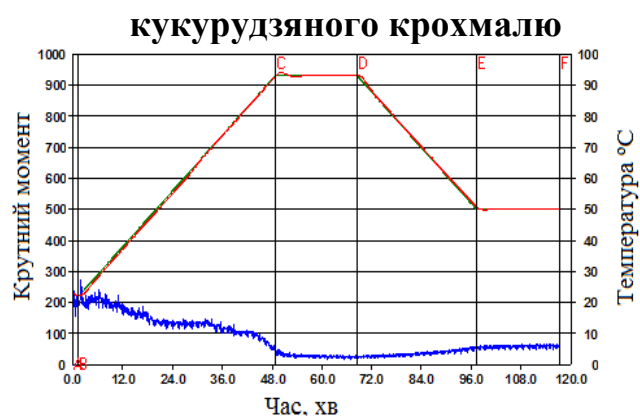
**Рисунок 4. Амілограма 8 % водної дисперсії нативного кукурудзяного крохмалю**



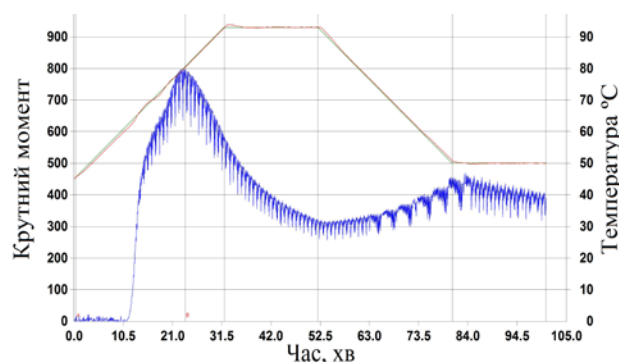
**Рисунок 5. Амілограма 8 % водної дисперсії екстурдованого кукурудзяного крохмалю**



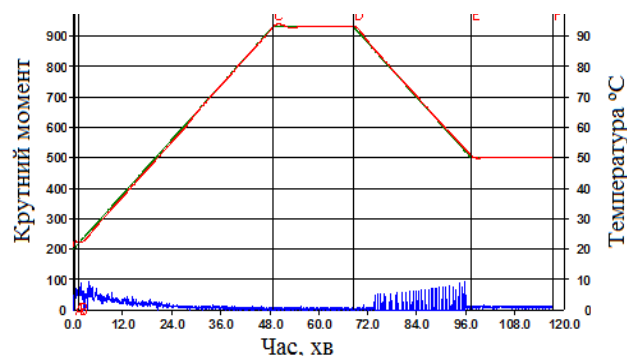
**Рисунок 6. Амілограма 8% водної дисперсії нативного пшеничного крохмалю**



**Рисунок 7. Амілограма 8 % водної дисперсії екструдованого пшеничного крохмалю**



**Рисунок 8. Амілограма 8 % водної дисперсії нативного тапіюкового крохмалю**



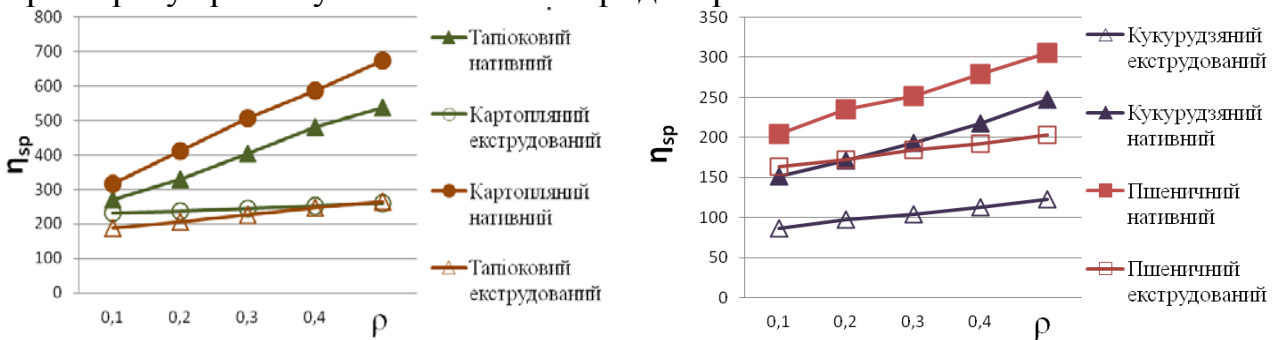
**Рисунок 9. Амілограма 8 % водної дисперсії екструдованого тапіюкового крохмалю**

З даних аналізу амілограм можна зробити висновок, що в ході екструзійного оброблення картопляний та тапіюковий крохмаль повністю піддається процесам клейстеризації та деструкції за рахунок меншої кристалічності та структури нативних зерен. Зразки екструдованого кукурудзяного та пшеничного видів крохмалю містять в своєму складі залишки нативної структури крохмалю, які не були пошкоджені в процесі екструзії і будуть зумовлювати основні відмінності технологічних показників.

У четвертому розділі «Дослідження фізико-хімічних властивостей водних дисперсій екструдованих та нативних видів крохмалю» зроблено акцент на зміну реологічних властивостей водних дисперсій крохмалю в процесі екструзії їх вологоутримуючу здатність та розчинність.

В процесі екструзії крім руйнування нативної структури крохмальних зерен відбувається зміна ступеня полімеризації його основних компонентів. З метою дослідження впливу процесу екструзії на зміну полімеризації крохмалю відносно нативних видів крохмалю, було проведено визначення граничної величини в'язкості та побудовані прямі характеристичної в'язкості за допомогою капілярного віскозиметра, які прямо залежать від полімеризації та розгалуження полісахаридів крохмалю (амілози, амілопектину). Ступінь нахилу

даного відрізка визначає зміну в'язкості від концентрації крохмалю, та характеризує розгалуженість полісахаридів крохмалю.



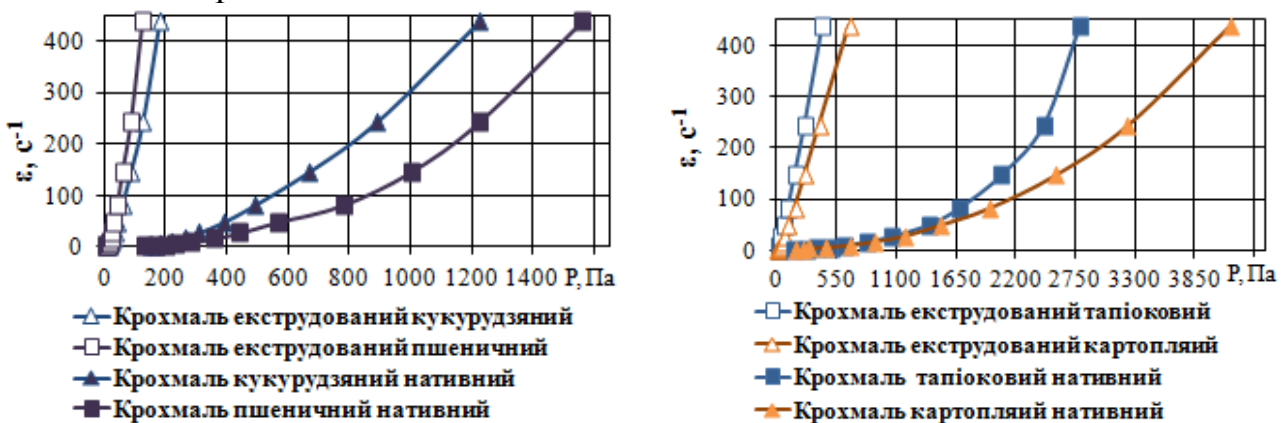
**Рисунок 10. Прямі відрізки характеристичної в'язкості  $\eta_{sp}$  нативних та екструдованих видів крохмалю**

З аналізу прямих знаходили граничну в'язкість (рис. 4.2), найбільші значення якої мають коренеплідні види крохмалю як нативні так і екструдовані, відносно крохмалю із зернових культур за рахунок більшої кількості амілопектину і відповідно ступенем його полімеризації. Також спостерігається, що картопляний і тапіоковий види крохмалю в більшій мірі піддаються деструкції крохмальних полісахаридів в процесі екструзії в порівнянні з зерновими.



**Рисунок 11. Гранична величина в'язкості,  $\eta$  нативних та екструдованих видів крохмалю**

Дослідження зміни структуроутворюючих властивостей екструдованих видів крохмалю відносно нативних свідчать про зменшення здатності екструдатів крохмалю утворювати міцні структури. В'язкісна поведінка таких розчинів практично наближається до ньютонівських рідин і псевдопластичні властивості проявляються слабо.



**Рисунок 12. Криві течії та в'язкості 5 % клейстерів нативних та екструдованих видів крохмалю**

Криві течії зразків нативних видів крохмалю свідчать про наявність псевдопластичних властивостей. При малих швидкостях деформації порівняно з екструдованими їм характерні значно більші значення максимальної в'язкості.

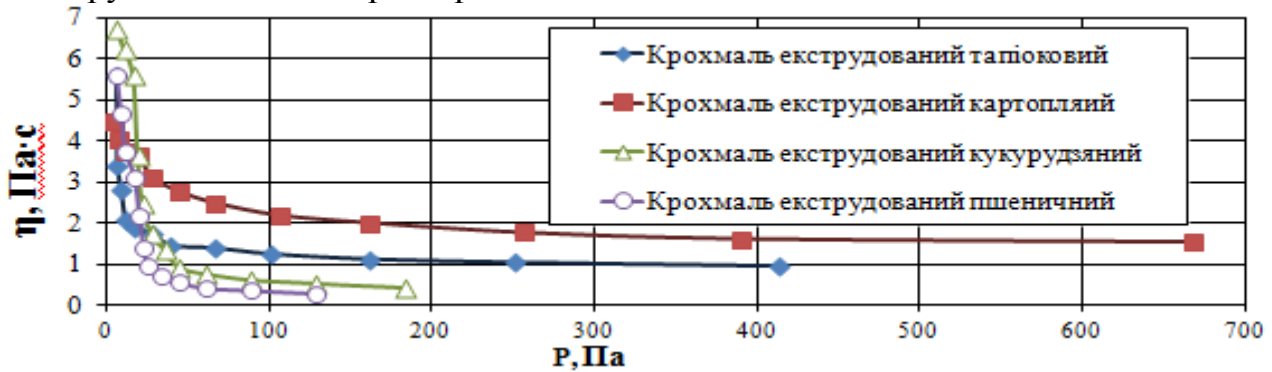


Рисунок 13. Криві в'язкості 5% клейстерів нативних та екструдованих видів крохмалю

Низька в'язкість кукурудзяного та пшеничного клейстеру як для нативного так і екструдованого видів крохмалю по відношенню до коренеплідних, пояснюється тим що вони мають меншу кількість амілопектину та ступінь його полімеризації.

Отримані результати також свідчать що нативні і екструдовані зразки зернових видів крохмалю утворюють пружно-пластичні клейстери, а коренеплідні – в'язко-пластичні.

Дослідження процесу водопоглинання в залежності від температури води свідчить про зниження показників вологоутримуючої здатності екструдованих зразків крохмалю порівняно з нативним, що пояснюється їхньою деструкцією в процесі екструзії, яка призводить до значного руйнування структури нативного зерна крохмалю та деструкції полісахаридних ланцюгів.

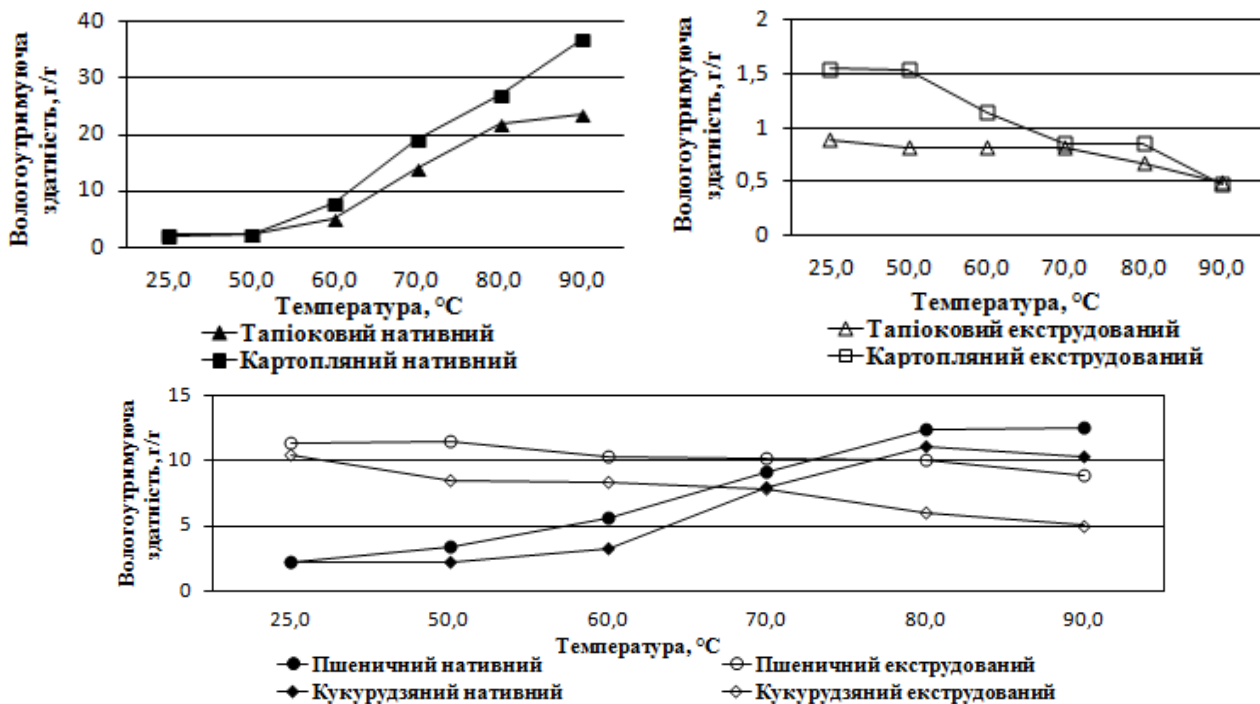


Рисунок 14. Вологоутримуюча здатність нативних та екструдованих видів крохмалю

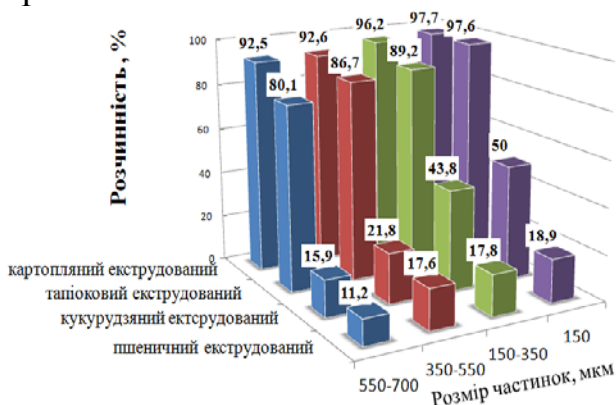
Для пшеничного та кукурудзяного видів екструдованого крохмалю встановлено зменшення вологоутримуючої здатності зі збільшенням температури, що можна пояснити збільшенням проценту розчинення та диспергування крохмалю у розчин.

Процес розчинення нативних видів крохмалю зі збільшенням температури майже не відбувається, натомість екструдовані зразки картопляного та тапіокового крохмалю розчиняються (диспергуються по всьому об'єму розчину та практично не осаджуються центрифугуванням) уже при кімнатній температурі.

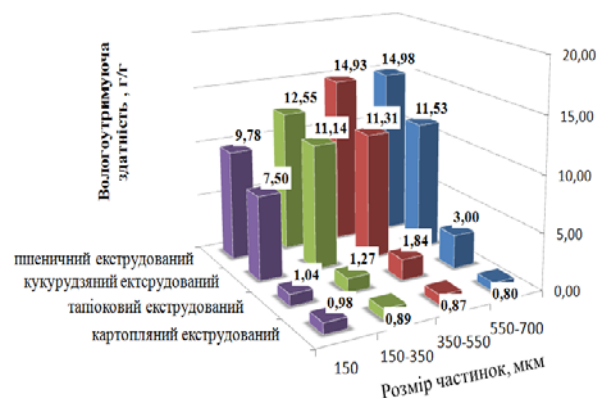
Розчинність картопляного крохмалю пояснюється наявністю в амілопектині фосфорної кислоти, яка є ефірнозв'язаною, сильно іонізованою групою, що викликає відштовхування між зарядженими полімерними ланцюгами і є особливо ефективною для забезпечення розчинності у воді.

Для пшеничного та кукурудзяного видів екструдованого крохмалю спостерігається певне збільшення розчинності зі збільшенням температури. Підвищення температури суспензії сприяє більш повному проходженню процесу клейстеризації та диспергуванню водорозчинних, високомолекулярних речовин у розчин.

Зі зменшенням розміру частинок екструдованих видів крохмалю відбувається збільшення їх розчинності, що пояснюється утворенням внаслідок процесу подрібнення більшої кількості низькомолекулярних водорозчинних речовин, а саме декстринів. При проведенні процесу приготування колоїдних розчинів спостерігається прискорення процесу диспергування, розчинення та набухання зразків екструдованого крохмалю зі збільшенням їх ступеня подрібнення. Така поведінка пояснюється зростанням питомої поверхні частинок крохмалю, а відповідно і площі контакту води з екструдатом крохмалю.



**Рисунок 15. Розчинність екструдованих видів крохмалю залежно від ступеня подрібнення**



**Рисунок 16. Вологоутримуюча здатність екструдованих видів крохмалю в залежності від ступеня подрібнення**

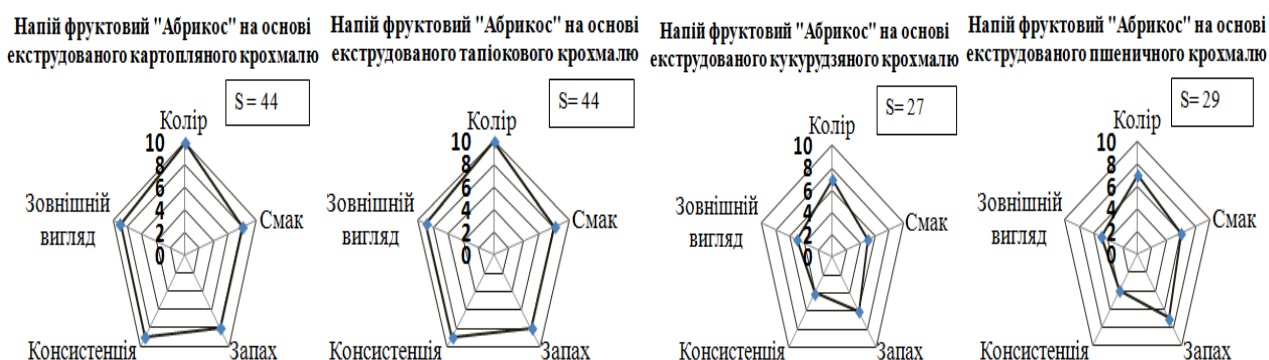
Практично для усіх зразків екструдованих видів крохмалю характерним є зменшення вологоутримуючої здатності зі збільшенням ступеня подрібнення крохмалю. Даний факт свідчить, про руйнування високополімерних ланцюгів

амілопектину, які забезпечують вологоутримуючу здатність крохмалю та утворення розчинних компонентів.

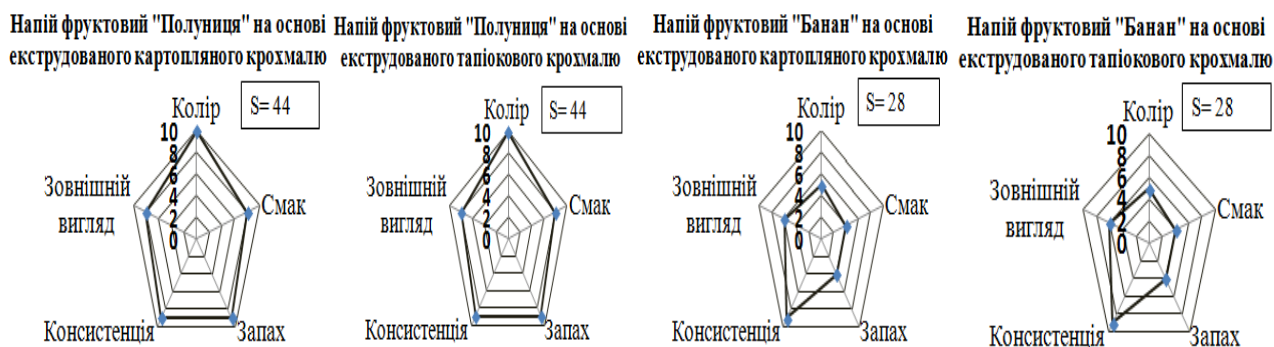
У п'ятому розділі «Розроблення харчових концентратів обідніх страв на основі екструдованих видів крохмалю» на основі виконаних досліджень проведено удосконалення технології харчових концентратів перших та солодких обідніх страв з використанням екструдованих видів крохмалю на існуючому обладнанні.

Для визначення переваг та недоліків різних видів екструдованого крохмалю та кількості їх дозування проводили органолептичну оцінку готового напою шляхом додавання визначених мас вихідних компонентів до утворення задовільних органолептичних показників.

За допомогою методу «багатокутника» по таким показникам як колір, смак, запах, консистенція та зовнішній вигляд визначали ступінь проявлення кожної з цих властивостей по десятибальній шкалі. Експертами органолептичної оцінки були аспіранти та студенти кафедри технології хлібопекарських та кондитерських виробів. Загальна оцінка представлена у вигляді суми балів (S) відповідно до яких можна зробити висновок, що для приготування фруктового напою швидкого приготування доцільніше використовувати екструдовані картопляний та тапіоковий види крохмалю. Використання в рецептурі екстудованих кукурудзяного та пшеничного крохмалю погіршує органолептичні показники у зв'язку з частковим випаданням крохмалю в осад та утворення білого забарвлення.



**Рисунок 17. Органолептична оцінка напою фруктового «Абрикос» на основі екструдованих видів крохмалю.**



**Рисунок 18. Органолептична оцінка напою фруктового «Полуниця» та «Банан» на основі екструдованих тапіокового та картопляного крохмалю**



Відносно низькі показники зразків фруктових напоїв при використанні сублимованого банану пояснюються його низькою смакоароматичною вираженістю.

Для визначення оптимальних параметрів проведення процесу приготування концентратів солодких обідніх страв, таких як температура води ( $X_3$ ) та ступінь подрібнення крохмалю ( $X_1$ ) і цукру білого кристалічного ( $X_2$ ) склали математичну модель критерієм оптимальності якої є тривалість диспергування суміші концентрату солодких страв та утворення однорідного розчину.

**Таблиця 4. Матриця варіювання факторів**

Рівень	Позначення	Фактори		
		$X_1$ , мкм	$X_2$ , мкм	$X_3$ , с
Нульовий рівень	$X_0$	300	200	35
Верхній рівень	$X_+$	450	350	55
Нижній рівень	$X_-$	150	50	15
Інтервал вимірювань	$\lambda$	150	150	15

Після оброблення експериментальних даних отримано таке рівняння регресії

$$Y = -32,9 + 0,3X_1 + 0,048X_2 + 0,2X_3$$

Відповідно до отриманого рівняння регресії у натуральному вигляді тривалість приготування концентрату буде зменшуватись з підвищенням температури води та збільшенням ступеня подрібнення крохмалю і цукру піску. При значеннях тривалості приготування концентрату 1 хв. оптимальним ступенем подрібнення крохмалю є 300 мкм, цукру 200 мкм, а значення температура води 23 °С.

Представлено розрахунки хімічного складу нових видів харчових концентратів обідніх страв фруктових напоїв «Абрикос» і «Полуниця» та киселю «Літо», результати яких демонструють перевагу даних напоїв у порівнянні з традиційною рецептурою киселю за рахунок наявності вітаміну С мінеральних речовин та харчових волокон.

Відповідно до органолептичної оцінки готового супу на основі екструдатів картопляного і тапіокового крохмалю встановлено, що для забезпечення необхідної консистенції, оптимальним є внесення екструдованого картопляного крохмалю в кількості 3-4 % до маси готової страви, екструдованого тапіокового крохмалю в кількості 4-5 %. Слід відмітити, що для прискорення швидкості приготування страви, рецептурні компоненти супу подрібнюються до порошкоподібного стану (250-350 мкм) та ретельно перемішуються. Ступінь подрібнення екструдатів крохмалю в даному випадку відіграє велике значення, у зв'язку з тим, що для приготування супу використовується окріп без подальшого процесу варіння. Особливістю решти компонентів супу є їх попередня гідротермічна обробка до повної готовності з подальшим висушуванням і подрібненням.

Розрахунок економічних показників нових видів перших обідніх та солодких страв швидкого приготування вказує, що рентабельність від реалізації

супу на основі більш дешевих екструдованих видів крохмалю збільшується на 6 % у порівнянні з традиційною технологією, або ж технологією де використовується більш дорогий хімічно модифікований крохмаль. Собівартість виробництва киселю та фруктових напоїв на основі екструдованих видів крохмалю більша від традиційної, що компенсується вищою біологічною та харчовою цінністю за рахунок використання сировини, що містить біологічно активні компоненти.

## ВИСНОВКИ

У дисертації на основі теоретичних узагальнень, виконаних комплексних досліджень розв'язано науково-практичну задачу, яка полягає в розробленні інноваційних технологій конкурентоздатних харчових концентратів обідніх страв швидкого приготування на основі екструдованих видів крохмалю.

1. Після аналітичного огляду літератури і досліджень властивостей модифікованих та нативних видів крохмалю різного походження встановлено, що оптимальним є застосування та впровадження в технології виробництва концентратів перших обідніх та солодких страв як нативного так і екструдованого крохмалю з картоплі та маніюки у зв'язку з наявністю необхідних технологічних властивостей, масовістю їх виробництв і економічністю.

2. На основі термогравіметричних досліджень встановлено більшу кількість адсорбційно зв'язаної вологи для крохмалю з коренеплодів у порівнянні із зерновими на 1,5-2 % та зростання значень кількості адсорбційно зв'язаної вологи до 5,1 моль/кг крохмалю після екструзії в порівнянні з нативними, що пояснюється втратою кристалічної структури крохмальних зерен та збільшення кількості вільних гідроксильних груп. Виявлено, що в процесі екструзії зразків зернових видів крохмалю з кристалічною структурою А-типу відбувається не повна руйнація нативної структури крохмального зерна і окремі фрагменти кристалічних ділянок залишаються неушкодженими, при чому для зразків крохмалю з картоплі і тапіоки руйнування кристалічної структури відбувається повністю. Досліджено збільшення кількості макропор розміром 15-20 Å та зростання розміру мікропор з 7-8 Å до 9-10 Å для екструдованих видів крохмалю в порівнянні з нативними, що пояснює зростання швидкості сорбції вологи з повітря.

3. Досліджено зменшення здатності екструдатів крохмалю утворювати міцні структури. Так значення напруги практично зруйнованої структури ( $P_m$ ) для нативних кукурудзяного і пшеничного крохмалю становлять 400-900 Па, а екструдованих – 90-40 Па; для нативних картопляного і тапіокового – 2300-3000 Па, екструдованих – 150-185 Па. Встановлено, що нативні і екструдовані зразки зернових видів крохмалю утворюють пружно-пластичні клейстери, а коренеплідних – в'язкі.

4. Встановлено, що процес екструзії різко збільшує розчинність всіх видів крохмалю (до 62-80 % з зернових культур і 98-100 % з коренеплідних) і забезпечує їх набухання у воді кімнатної температури ( $t=20-24^{\circ}\text{C}$ ). Зменшення

розміру частинок до 300 мкм і нижче для екструдованих картопляного та тапіокового і до 200 мкм і нижче для екструдованих кукурудзяного і пшеничного видів крохмалю, а також підвищення температури води, сприяє збільшенню розчинності та здатності до вологоутримання.

5. На основі досліджень процесу диспергування у воді кімнатної температури встановлено доцільність використання екструдованих коренеплідних видів крохмалю з метою інтенсифікації процесу приготування харчоконцентратів перших обідніх та солодких страв.

6. Досліджено процес ферментативного гідролізу нативного та екструдованого крохмалю і встановлено зростання в результаті екструзії кількості швидкозасвоюваного крохмалю від 70 до 99 % та утворення незначної кількості резистентного крохмалю (1-3 %) для зразків екструдованого крохмалю з кукурудзи та пшениці.

7. Здійснено аналіз органолептичних та структурно-механічних показників фруктових напоїв на основі екструдованих видів крохмалю різного походження. Встановлено, що раціональним є використання коренеплідних екструдованих видів крохмалю, яким характерні прозорі водні дисперсії на відміну від зернових, які утворюють білий осад та практично не виконують функцію структуроутворювачів. Встановлено, що для виробництва концентрату супу екструдований картопляний або тапіоковий крохмаль вносять у кількості 40 %, киселю -15-35 %, фруктових напоїв – 25-30%.

8. Розроблено рецептури та технологічні інструкції на концентрат супу швидкого приготування «Лісовик», кисіль «Літо» та концентратів фруктових напоїв «Полуниця» і «Абрикос» (на основі екструдованого картопляного або тапіокового крохмалю), отримано 3 патенти на корисну модель по удосконаленню рецептурного складу.

9. Розраховано економічну ефективність виробництва нових видів перших обідніх та солодких страв швидкого приготування, яка вказує, що рентабельність від реалізації супу на основі більш дешевих екструдованих видів крохмалю збільшується на 6 % у порівнянні з традиційною технологією. Собівартість виробництва киселю та фруктових напоїв на основі екструдованих видів крохмалю вища від традиційної, що компенсується високою біологічною та харчовою цінністю за рахунок використання біологічно активних компонентів.

## **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

1. Дослідження реологічних властивостей різних видів модифікованого крохмалю / В. Я. Пічкур, О. В. Запотоцька, О. В. Грабовська, В. М. Ковбаса // Ukrainian food journal. – 2012. – №3. С. – 35-38. (Журнал входить до затвердженого МОН переліку фахових видань і індексується наукометричними базами Google Scholar, Index Copernicus, Directory of Research Journal Indexing (DRJI), Universal Impact Factor, Global Impact Factor, EBSCO, Ulrichs Web, Cabi Full Text, ERIH PLUSEuropean Reference Index for the Humanities and the Social Sciences, Directory of Open Access Scholarly Resources, Directory of OpenAccess Journals).

2. Effect of hydrocolloids on the stability of fruit fillings / O. V. Lysyi, V. Y. Pichkur, O. V. Zapotozka, O. V. Hrabovska, V. M. Kovbasa, Y. S. Smirnova // Ukrainian Journal of Food

Science. – 2013. – Vol. 1. Issue 2. – С. 217-222. (*Журнал входить до затвердженого МОН переліку фахових видань і індексується наукометричними базами EBSCO, Google Scholar, Index Copernicus, Universal Impact Factor, Directory of Open Access scholarly Resources (ROAD)*).

3. Дослідження основних фізико-хімічних властивостей набухаючих видів крохмалю / В. Я. Пічкур, О. В. Лисий, О. В. Грабовська, В. М. Ковбаса // Наукові праці ОНАХТ. – 2014. – Т. 2, № 46. – С. 148–152. (*Журнал входить до затвердженого МОН переліку фахових видань і індексується в WorldCat*).

4. Дослідження структурно-механічних властивостей модельних систем на основі пектину / О. В. Грабовська, О. В. Запотоцька, О. В. Лисий, В. Я. Пічкур // Продовольча індустрія АПК. – 2012. – №2. – С. 16-18. (*Журнал входить до затвердженого МОН переліку фахових видань*).

5. Термогравіметричне дослідження екструдованих та нативних видів крохмалю / В. Я. Пічкур, М. М. Лазаренко, А. Н. Алексеев, В. Н. Ковбаса, М. В. Лазаренко // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2015. – Т. 1/6 (73). – С. 52-56. (*Журнал входить до затвердженого МОН переліку фахових видань і індексується наукометричними базами Ulrich's Periodicals Directory, DRIVER, Bielefeld Academic Search Engine (BASE), Index Copernicus, WorldCat, ПІНЦ, Directory of Open Access Journals (DOAJ), EBSCO, ResearchBib, American Chemical Society, Directory Indexing of International Research Journals, Directory of Research Journals Indexing (DRJI), CrossRef, Open Academic Journals Index (OAJI), Sherpa/Romeo*).

6. Исследование реологических свойств гидроколоидов / В. Н. Ковбаса, Е. В. Запотоцькая, Е. В. Грабовська, В. Я. Пичкур, О. В. Лисий // Science and education a new dimension. 2013. – vol. 2. March. – С. 207-210. (*Журнал індексується наукометричними базами Index Copernicus, Global Impact Factor, Inno Space Scientific Journal Impact Factor, Isi (International Scientific Indexing) Impact Factor, Google Scholar, Directory Of Research Journal Indexing, Ulrichs Web Global Serials Directory, Union Of International Associations Yearbook, Scribd, Academia.Edu*).

#### **Тези доповідей та матеріали конференцій:**

7. Пічкур, В. Я. Дослідження реологічних властивостей структур на основі крохмалю / В. Я. Пічкур, О. В. Запотоцька // 78 міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті», 2 – 3 квіт. 2012 р. — К.: НУХТ, 2012 — Ч. 3. С. – 452-454.

8. а) Використання природних полісахаридів у стабілізуючих композиціях / О. В. Запотоцька, О. В. Лисий, В. Я. Пічкур, О. В. Грабовська // 79 міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті», 15-16 квіт. 2013 р. – К.: НУХТ, 2013 – Ч. 4. – С. 373-374.

б) Пічкур, В. Я. Вивчення реологічних характеристик сумішей різних видів модифікованого крохмалю / В. Я. Пічкур, В. М. Ковбаса // 79 міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті», 15 – 16 квіт. 2013 р. — К.: НУХТ, 2013. — Ч. 1. С. – 199-201.

с) Лисий, О. В. Дослідження структурно-механічних властивостей сумішей пектину та крохмалю / О. В. Лисий, В. Я. Пічкур, О. В. Грабовська // 79 міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті», 15 – 16 квіт. 2013 р. — К.: НУХТ, 2013 — Ч. 1. – С. 285-287.

9. Natural polysaccharides as stabilizing systems / V. Pichkur, O. Lysy, V. Kovbasa O. Hrabovska, J Smirnova // Другий Північно- та Східно-Європейський Конгрес з Харчової Науки (NEEFood-2013), 27-29 трав. 2013 р. — К.: НУХТ, 2013. — Ч I. — С. 250.

10. Пічкур, В. Я. Исследование реологических свойств смесей модифицированного крахмала / В. Я. Пічкур, О. В. Запотоцкая, В. М. Ковбаса // Республиканская конференция молодых ученых «Наука. Образование. Молодежь», 18 – 19 апр. 2013 р. — Алматы.: АТУ, 2013. — С. 45-46.

11. Модифікований крохмаль. Безпечність використання, класифікація та сфера застосування / В. Я. Пічкур, О. Л. Лисий, О. В. Грабовська, В. М. Ковбаса // Міжнародна науково-технічна конференція «Якість і безпека харчових продуктів», 14 – 15 листоп. 2013 р. — К.: НУХТ, 2013. — С. 116-117.

12. Пічкур, В. Я. Дослідження технологічних властивостей нативних та набухаючих видів крохмалю різного походження / В. Я. Пічкур, О. В. Лисий, В. М. Ковбаса // 80 міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті», 10-11 квіт. 2014 р. – К.: НУХТ, 2014. – Ч. 1. – С. 208-210.

13. Сравнение технологических параметров нативных и набухающих видов крахмала / О. В. Лысый, В. Я. Пичкур, Е. В. Грабовская, В. Н. Ковбаса // Научна конференция с международно участие «Хранителна наука, техника и еехнологии 2014”, 24-25 жовт. 2014 р. – Пловдив : УХТ, 2014. – Т. 26. – С. 376-380.

14. Пічкур, В. Я. Особливості резистентності екструдованих видів крохмалю різного походження / В. Я. Пічкур, В. М. Ковбаса / Нові ідеї в харчовій науці - нові продукти харчовій промисловості : міжнародна наукова конференція, присвячена 130-річчю Національного університету харчових технологій, 13-17 жовт. 2014 р. – К. : НУХТ, 2014. – С. 87.

15. Дослідження впливу розміру частинок на властивості екструдатів різних видів крохмалю / В. Я. Пічкур, О. Л. Лисий, О. В. Грабовська, В. М. Ковбаса // Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених і студентів «Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва», 2 квіт. 2015 р. — Харків : ХДУХТ, 2015. — С. 87.

16. Пічкур, В. Я. Розроблення рецептур концентратів киселів та напоїв миттєвого приготування на основі екструдованих видів крохмалю / В. Я. Пічкур, В. М. Ковбаса // Міжнародна науково-технічна конференція «Харчові технології, хлібопродукти і комбікорми», 16 – 17 вер. 2015 р. — Одеса : ОНАХТ, 2015. — С. 85-87.

17. Пічкур, В. Я. Рентгеноструктурні дослідження нативних та екструдованих видів крохмалю / В. Я. Пічкур, В. М. Ковбаса // 81 міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті», 23 - 24 квіт. 2015 р. – К.: НУХТ, 2015. – Ч. 1. – С. 132.

18. Пичкур, В. Я. Влияние степени измельчения экструдатов крахмала на их растворимость и влагоудерживающую способность / В. Я. Пичкур, В. Н. Ковбаса, О. В. Лысый // Материалы международной научно-практической конференции «Инновационные технологии производства продуктов питания функционального назначения», квіт. 2015 р. – Кутаиси : ГУАЦ, 2015. – С. 376-380.

#### **Патенти:**

19. Патент 97571 UA, МПК A23L 1/212, A23L 1/00. Плодово-ягідний напій швидкого приготування «Літо» / Ковбаса В.М., Пічкур В.Я., Грабовська О.В., Лисий О.В.; заявник Національний університет харчових технологій. - № 2014 09801; заявл. 05.09.2014; Опубл. 25.03.2015, Бюл. № 6.

20. Патент 97570 UA, МПК A23L 1/212, A23L 1/00. Кисіль натуральний швидкого приготування / Грабовська О.В., Лисий О.В., Ковбаса В.М, Пічкур В.Я.; заявник

Національний університет харчових технологій. - № 2014 09799; заявл. 05.09.2014; Опубл. 25.03.2015, Бюл. №6.

21. Патент 100868 UA, МПК A23L 2/00. Кисіль швидкого приготування / Грабовська О.В., Лисий О.В., Ковбаса В.М, Пічкур В.Я., Михалик В. А., Парняков О.С.; заявник Національний університет харчових технологій. - № 2015 02176; заявл. 12.03.2015; Опубл. 10.08.2015, Бюл. №7.

*Особистий внесок здобувача: проведення літературного пошуку, аналіз та узагальнення результатів, проведення експериментальних досліджень, опрацювання та узагальнення результатів, підготовка матеріалів до публікації [1-18], проведення патентного пошуку, розробка патентів, підготовка матеріалів до патентування [19-21].*

## АНОТАЦІЯ

**Пічкур В.Я. «Використання екструзійних видів крохмалю для інтенсифікації приготування харчоконцентратів обідніх страв». – Рукопис.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.01 – технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та харчових концентратів – Національний університет харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Київ, 2016.

Дисертація присвячена науковому обґрунтуванню та розробленню харчових концентратів перших та солодких обідніх страв швидкого приготування на основі екструдатів крохмалю різного походження.

Визначено зміни основних фізико-хімічних властивостей крохмалю та його водних дисперсій в процесі екструзії. Встановлені технологічні та фізіологічні властивості екструдованих видів крохмалю.

Удосконалено технологію супів, киселю та фруктових напоїв швидкого приготування за рахунок використання екструдованих картопляного та тапіокового видів крохмалю. Проведено оптимізацію параметрів приготування готових страв.

***Ключові слова:** харчоконцентрати, перші та солодкі обідні страви, екструдований крохмаль.*

## АННОТАЦИЯ

**Пичкур В.Я. «Использование экструзионных видов крахмала для интенсификации приготовления пищевых концентратов обеденных блюд». - Рукопись.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.01 - технология хлебопекарных продуктов, кондитерских изделий и пищевых концентратов - Национальный университет пищевых технологий Министерства образования и науки Украины, Киев, 2016. Диссертация посвящена научному обоснованию и разработке пищевых концентратов первых и сладких обеденных блюд быстрого приготовления. Определены изменения основных физико-химических свойств крахмала различного происхождения после процесса экструзии. Установлены основные технологические и физиологические свойства экструдированных видов крахмала.

Исследовано уменьшение способности экструдатов крахмала до структурообразования в процессе клейстеризации по сравнению с нативными.

Установлено, что нативные и экструдированные образцы зерновых видов крахмала образуют упруго-вязкие клейстеры, а корнеплодное - вязкие, кремообразные за счет разницы количества и структуры амилозы и амилопектина крахмала.

Определено количество капиллярно и адсорбционно связанной влаги в образцах нативного и экструдированного видов крахмала, а также значения энергии активации молекул воды при температурах максимального удаления влаги;

Исследовано влагоудерживающую способность и растворимость экструдированных видов крахмала различного происхождения в зависимости от температуры воды, в результате чего установлено, что процесс экструзии резко увеличивает растворимость всех видов крахмала, приводит к возможности их частичного набухания в холодной воде в результате разрушения нативной структуры крахмальных зерен;

При исследовании кристалличности молекул нативных и экструдированных видов крахмала с помощью рентгенограмм установлено, что в процессе экструзии образцов зерновых видов крахмала (кукурузного и пшеничного) с кристаллической структурой А-типа происходит неполное разрушение нативной структуры крахмального зерна и отдельные фрагменты кристаллических участков остаются невредимыми; для корнеплодных (картофельного и тапиоковый) видов крахмала с кристаллической структурой В- и С-типа в результате экструзии происходит полное разрушение кристаллической структуры нативных зерен крахмала.

Разработана технология киселя и фруктовых напитков быстрого приготовления за счет использования экструдированных картофельного и тапиоковый видов крахмала. Проведена оптимизация параметров приготовления готовых блюд, а также их фортификация за счет использования порошка сублимированных фруктов.

**Ключевые слова:** *пищеконцентраты, первые и сладкие обеденные блюда, экструдированный крахмал.*

## SUMMARY

**Pichkur V.J. "Using extruded starch types to intensify the preparation of lunch dishes food concentrates." - Manuscript.**

Thesis to obtain the candidate of technical sciences degree in specialty 05.18.01 - Technology bakery products, confectionery and food concentrates. – National University of Food Technology of Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2016.

The dissertation is devoted of scientific substantiation and elaboration of food concentrates first and sweet dishes instant cooking lunch based on extruded starch of of various origin.

The changes in the basic physical and chemical properties of starch and it water solution after the extrusion process were studied. Discovered the main technological and physical properties of extruded starch.

The improved technology soups, jelly and fruit drinks fast cook by using extruded starch of potato and tapioca. Optimized parameters prepared ready meals.

**Key words:** *food concentrates, first dining meal, dsserts, extruded starch.*