

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність роботи.** Світові виробники сухих сніданків позиціонують їх як продукт, ідеальний для прихильників здорового способу життя, та наполегливо рекомендують дітям. Асортимент сухих сніданків представлений такими харчовими продуктами, як кукурудзяні палички, повітряні зерна, пластівці, подушечки та батончики з начинкою, виготовлені за екструзійною технологією, які в багатьох розвинених країнах світу стали однією з традиційних форм харчування.

Проте, доводиться констатувати істотні відхилення вмісту та співвідношення основних нутрієнтів й інших незамінних факторів харчування у складі цих продуктів від вимог нутриціології. За значного вмісту вуглеводів відмічається дефіцит білка, вітамінів, мінеральних речовин і харчових волокон.

Подушечки з начинкою як продукт високотемпературної коекструзії складається з двох частин: зернового корпусу та начинки на жировій або фруктово-ягідній основі.

Особливістю коекструзійних виробів є те, що вони мають низьку вологість (4–6 %) та пористу структуру, а отже, підвищену здатність до поглинання вологи. Таким виробам слід забезпечувати належні умови виробництва й зберігання, адже потрапляння вологи у продукт призводить до псування його корпусу та руйнування структури, а також погіршення органолептичних показників. У продукти екструзії найчастіше вводяться жирові начинки, які за своїми властивостями найбільш придатні для використання, оскільки мають низьку масову частку вологи, але за своїм хімічним складом не відповідають вимогам нутриціології.

Готова фруктова начинка містить 30–35 % вологи, що значно перевищує вміст вологи у корпусі, тому існує загроза переходу вологи з начинки у корпус екструдату, а це є небажаним явищем. Основним завданням під час розроблення нових видів начинок для коекструзійних продуктів є зв'язування вільної вологи у начинці, а також вибір компонентів й технології приготування фруктової начинки з властивостями, які б дали змогу отримувати високоякісний продукт підвищеної харчової цінності.

Корпус для коекструзійних продуктів незбалансований також за своїм хімічним складом, а особливо за амінокислотним скором. Тому розроблення нових продуктів з підвищеним вмістом білка, збалансованого за кількістю незамінних амінокислот, а також зі збільшеною кількістю харчових волокон – необхідна вимога сьогодення до продуктів здорового харчування.

Проблемам високотемпературної коекструзії значну увагу приділили вчені: В.М. Ковбаса, Л.В. Махинько, А.М. Дорохович.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження проводились відповідно до напряму науково-дослідної роботи кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів «Розроблення прогресивних ексклюзивних технологій харчоконцентратів підвищеної харчової, біологічної цінності, швидкого приготування, дитячого, лікувально-профілактичного призначення на основі зернової сировини», що координується з науковим напрямом НУХТ «Розроблення технології харчових продуктів оздоровчої та профілактичної дії».

**Мета і задачі дослідження.** Метою роботи є науково-практичне обґрунтування способів удосконалення технології продуктів високотемпературної коекструзії з фруктовою начинкою підвищеної харчової цінності.

Відповідно до поставленої мети досліджень сформульовано такі завдання:

- проаналізувати напрями збагачення продуктів екструзійної технології незамінними факторами харчування та вибрати перспективний спосіб збагачення сировиною з високим вмістом біологічно активних речовин для продуктів високотемпературної коекструзії з метою підвищення їх харчової цінності;
- дослідити вплив гранулометричного складу зернової сировини на показники якості екструдатів (коефіцієнт спучування, міцність тощо);
- дослідити можливість підвищення харчової цінності круп, які застосовують для виробництва корпусу, зволоженням їх у яблучному, морквяному та гарбузовому соках;
- розрахувати рецептурні композиції корпусу для продуктів високотемпературної екструзії зі збалансованим амінокислотним складом і підвищеною харчовою цінністю;
- дослідити основні структурно-механічні й гідрофільні властивості стабілізаційних систем на основі розчинів пектинів та модифікованих крохмалів та їхніх композицій з метою подальшого створення фруктових начинок на їх основі;
- дослідити основні гідрофільні властивості харчових волокон і можливість їх використання у виробництві фруктових начинок для коекструзійних виробів;
- дослідити зміни сухих речовин у дослідних зразках фруктових начинок протягом періоду їх зберігання;
- розрахувати показники амінокислотного та інтегрального скорів та порівняти його з хімічним складом продуктів традиційних рецептур;
- провести апробацію розроблених продуктів високотемпературної коекструзії у виробничих умовах, розробити нормативну документацію на розроблені продукти.

*Об'єкт дослідження* – технологія продуктів високотемпературної екструзії.

*Предмет дослідження* – сировина (зернова, зернобобова, соняшниковий шрот, яблучний, морквяний і гарбузовий соки), гідролоїди природного походження (високоетерифіковані пектини, крохмаль різних модифікацій) та продукти високотемпературної коекструзії.

*Методи дослідження.* Основні показники якості, органолептичні властивості, хімічний склад сировини й готових виробів визначали згідно із загальноприйнятими і спеціальними методиками; методи планування експерименту та математичного моделювання з використанням сучасних комп'ютерних програм.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Науково обґрунтовано та експериментально підтверджено:

- способи удосконалення технології коекструзійних продуктів високотемпературної екструзії з фруктовими начинками підвищеної харчової цінності;

- можливість створення фруктової начинки з додаванням харчових волокон та начинки на основі яблучного соку з додаванням високоетирифікованого пектину і модифікованого крохмалю;

- спосіб підвищення харчової цінності пшеничної, гречаної і кукурудзяної круп зволоженням овочевими і фруктовими соками.

Вперше: теоретично обґрунтовано та досліджено явище взаємодії (міграції вологи) фруктової начинки з корпусом під час зберігання продукту високотемпературної екструзії;

- на основі вивчення реологічних і сорбційних властивостей різних пектинів та їхніх сумішей з модифікованим крохмалем обґрунтовано оптимальні співвідношення їх під час створення фруктової начинки для продуктів високотемпературної екструзії;

- теоретично обґрунтовано і експериментально встановлено оптимальні кількості дозування полісахаридів різного природного походження в начинку для створення кінцевого продукту з необхідними органолептичними і фізико-хімічними показниками.

Набула подальшого розвитку теорія сорбційних і десорбційних властивостей полісахаридів різного природного походження і харчових волокон з метою оптимального дозування їх як вологоутримувального реагенту.

Новизну технологічних рішень, наведених у дисертації, підтверджено рішенням Державного департаменту інтелектуальної власності про видачу трьох деклараційних патентів України.

**Практичне значення одержаних результатів.** Розроблено продукти високотемпературної коекструзії підвищеної харчової цінності заміною жирової начинки на фруктову. У виробничих умовах відпрацьовано рецептури і технологічні режими виробництва коекструзійних продуктів з використанням деяких зернових і бобових, харчових волокон різного природного походження, пектину, крохмалю різних модифікацій та фруктової начинки. На продукти високотемпературної коекструзії підвищеної харчової цінності розроблено і затверджено необхідну нормативну документацію.

Дослідно-промислові партії розроблених коекструзійних виробів одержано на ПАТ «Лантманен-АКСА» і СПД ФОП Шикалова К.О.

Створено програму розрахунку рецептур зі збалансованим хімічним і амінокислотним складом. Програму використовують магістранти під час виконання науково-дослідної роботи та студенти в навчальному процесі.

**Особистий внесок здобувача** полягає у проведенні експериментальних досліджень, опрацюванні одержаних результатів, формулюванні висновків, розробленні нормативної документації, підготовці до публікації результатів проведених теоретичних і практичних досліджень.

Аналіз та узагальнення результатів досліджень проведені спільно з науковим керівником д.т.н., проф. В.М. Ковбасою.

Дослідження структурно-механічних, сорбційних властивостей полісахаридів різного природного походження і розроблених начинок та аналіз одержаних результатів проведено спільно з д.т.н., проф. О.В. Грабовською.

Оптимізацію процесу екструдювання та виконання розрахунків у середовищі MathCAD і Excel та створення програми для розрахунків рецептур з оптимальним хімічним й амінокислотним складом виконано спільно зі ст. викл. О.Л. Сєдих.

**Апробація результатів дисертації.** Основні результати роботи представлено на 72–78-й наукових конференціях молодих вчених, аспірантів і студентів НУХТ (м. Київ, 2006–2012), 8-й Міжнародній науково-практичній конференції “Наука і освіта “2005” (м. Дніпропетровськ, 2005), 9-й Міжнародній науково-технічній конференції “Нові технології та технічні рішення в харчовій та переробній промисловості: сьогодення і перспективи ” (м.Київ, 2005), 6-й Міжнародній науково-практичній конференції “Техника и технология пищевых производств” (м. Могильов, 2005, 2007).

**Публікації.** За темою дисертації опубліковано 19 друкованих праць, з них 5 у фахових виданнях, затверджених Міністерством освіти і науки України, 4 – у міжнародних виданнях, 9 тез доповідей наукових конференцій, одержано 2 деклараційних патенти України.

**Структура роботи.** Робота складається з 6 розділів, висновків, списку бібліографічних джерел з 253 найменувань. Робота виконана на 163 сторінках основного тексту, містить 41 таблиці і 81 рисунки.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету та завдання дослідження, визначено об’єкт і предмет дослідження, викладено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, надано відомості стосовно особистого внеску здобувача та апробації результатів дисертації.

У **розділі 1 «Огляд сучасного стану екструзійної технології та шляхів підвищення харчової цінності коекструзійних продуктів (сухих сніданків)»** проведено огляд літератури за темою дисертації. Розглянуто основи теорії і технології процесу екструдювання, проаналізовано стан сучасного ринку сухих сніданків. Традиційна технологія виготовлення сухих сніданків з начинкою є багатоступінчастим процесом, який передбачає екструзію круп'яної сировини з подальшим внесенням окремо приготовленої жирової начинки. Заміна жирової начинки на фруктову дасть змогу зменшити перевантаженість продуктів жирами і підвищити харчову цінність продукту.

Проведено аналіз розвитку виробництва фруктових начинок та сформульовано вимоги до фруктових начинок для коекструзійних продуктів. Досліджено вплив показника активності води на стан вільної та зв'язаної вологи в харчових продуктах. Проаналізовано сучасні розробки фруктових начинок на основі різних гідроколоїдів. Розглянуто напрями підвищення харчової, біологічної цінності продуктів високотемпературної екструзії. Перспективним способом підвищення харчової цінності продуктів є збагачення продуктів харчовими волокнами, які можна додавати як у корпус для підвищення харчової цінності, так і в начинку як вологоутримувальний компонент.

У **розділі 2 «Об’єкти та методи досліджень»** наведено стислу характеристику використовуваної сировини та методів досліджень якості сировини, напівфабрикатів і готових виробів.

Експериментальна частина роботи виконувалась у лабораторних умовах кафедри технології хлібопекарських та кондитерських виробів, кафедри колоїдної та фізичної хімії, кафедри зберігання і переробки зерна, кафедри інформатики Національного університету харчових технологій; кафедри фізики Київського національного університету ім. Тараса Шевченка; інституту фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського.

Для проведення лабораторних досліджень і виробничих випробувань використовували рисові, кукурудзяні, гречані, вівсяні, пшеничні крупи, пшоно, пшеницю, горох, сочевицю, квасолю, цукор-пісок, молоко сухе знежирене, сік яблучний освітлений, яблучне пюре, яблучний, морквяний, гарбузовий соки з м'якоттю, сіль кухонну харчову, кислоту лимонну, патоку крохмальну, пшеничну, бобову, картопляну, горохову клітковину, цитрусовий високоетерифікований, яблучний високоетерифікований, яблучний термостабільний пектин, модифікований крохмаль (гідроксипропілдикрохмальфосфат: з воскоподібної кукурудзи (THERMFLO, PURITY W), з тапіоки (ULTRA-TEX, National Frigex); ацетильований дикрохмальфосфат зшитий – картопляний (EMFLO 991) та кукурудзяний (COMFLO 67); прожелатинізований ацетильований дикрохмальфосфат зшитий з картоплі (Emjel EP-300); кислотномодифікований з кукурудзи (FLOJEL 60)).

Усі види сировини відповідали вимогам чинних стандартів, технічних умов або мали сертифікат якості.

У роботі використано загальноприйняті та спеціальні методи досліджень. Якість сировини, її хімічний склад аналізували згідно із загальноприйнятими методиками. Здатність до набухання екструдатів визначали за ТУ 18-8-55–85. Розчинність та водопоглинальну здатність визначали за методом, запропонованим Т. Дж. Шохом для дослідження модифікованих крохмалів та їхніх похідних. Форму зв'язку вологи встановлювали методом термогравіметричного аналізу на приладі «Дериватограф Q-1000». Сорбційні характеристики вивчали на сорбційно-вакуумній установці Мак-Бена. Міцність екструдатів визначали на модифікованому приладі Строганова. Зміни реологічних характеристик гідроколоїдів визначали на ротатійному віскозиметрі Реотест-2. Коефіцієнт спучування встановлювали як відношення діаметра перерізу екструдату до діаметра отвору матриці екструдера. Хімічний склад, харчову, енергетичну і біологічну цінність, а також амінокислотний скор розраховували за методикою ВНДІХП.

Екструзійне оброблення дослідної сировини проводили в лабораторних умовах на екструдері: «Пресс-экструдер – 40x5В», за масової частки вологи зернової сировини 16 – 18 % з такими технологічними параметрами: температура оброблення 125-135 °С, тиск 7-8 МПа.

Для оптимізації технологічного процесу використовували метод планування з використанням центрально-композиційного плану (ЦКП).

Статистичне оброблення результатів досліджень, побудову графіків і діаграм виконували з використанням програмного забезпечення MS Office Excel і Corel Draw, MathCAD.

У розділі 3 «Дослідження властивостей структуроутворювачів для фруктових начинок» наведені результати комплексу досліджень реологічних і сорбційних характеристик структуроутворювачів для фруктової начинки.

Для створення начинок з певними реологічними властивостями застосовували пектин, нативний та модифікований крохмаль, суміш зазначених структуроутворювачів та клітковину різного природного походження.

Для створення фруктової начинки з певними реологічними і фізико-хімічними властивостями (в'язкість, міцність структури, стійкість під час зберігання) досліджували реологічні характеристики структури, утвореної пектином або іншим полісахаридом.

Для дослідження готували модельні системи з масовою часткою сухих речовин 2 і 3 % для пектинів різного походження та їхніх модифікацій та 5 % для сумішей з різним співвідношенням компонентів пектин-крохмаль, крохмалю різних модифікацій та їхніх сумішей. Системи піддавали нагріванню з метою розчинення для пектину і процесу клейстеризації для крохмалю, охолоджували та проводили дослідження.

Отримані системи з пектином є структурованими і виявляють псевдопластичні властивості, мають міцну структуру, яка поступово руйнується під впливом навантаження.

З метою зниження собівартості продукції проаналізовано можливість утворення комплексного структуроутворювача на основі цитрусового пектину і нативного кукурудзяного і картопляного крохмалю.

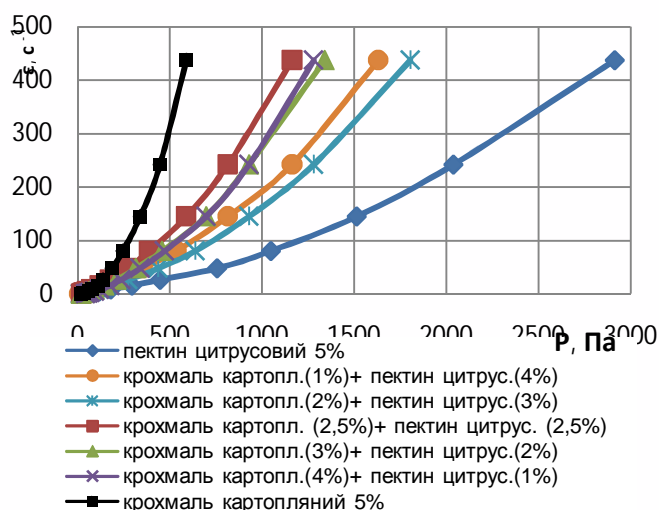


Рисунок 1 – Реологічні криві течії для систем картопляний крохмаль-цитрусовий пектин

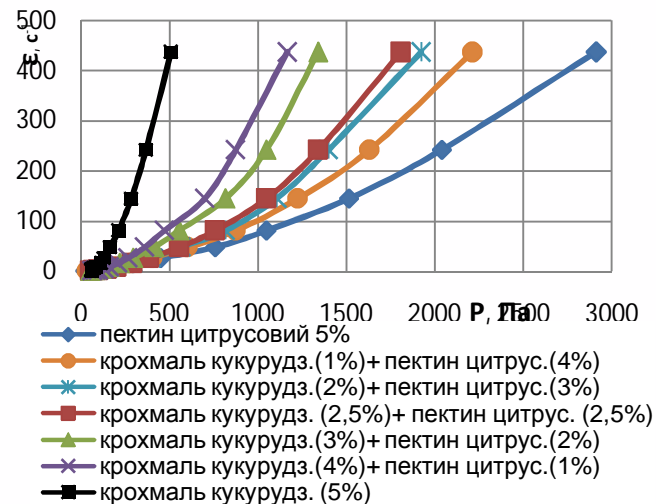


Рисунок 2 – Реологічні криві течії для систем кукурудзяний крохмаль-цитрусовий пектин

Із рис. 1 і 2 видно, що чистий пектин утворює найміцнішу структуру (за навантажень на систему зв'язки між молекулами пектину частково відновлюються, система характеризується повільною плинністю та стабільною в'язкістю), а чистий кукурудзяний і картопляний крохмаль – найслабшу (що пояснюється слабкими силами міжмолекулярної взаємодії набухлих крохмальних зерен, система має високу текучість і низьку в'язкість).

Структура суміші пектин-картопляний крохмаль більш пластична, ніж система пектин-кукурудзяний крохмаль, тобто важче піддається руйнації за збільшення сили навантаження.

Дослідження реологічних властивостей сумішей пектину з нативним кукурудзяним і картопляним крохмалем показало, що більш дорогою сировину (пектин) можна замінити на дешеву (крохмаль) за співвідношення 1 % пектину і 4 % крохмалю.

Досліджено властивості крохмалю різних модифікацій та проведено порівняння їх між собою для створення необхідної консистенції фруктової начинки.

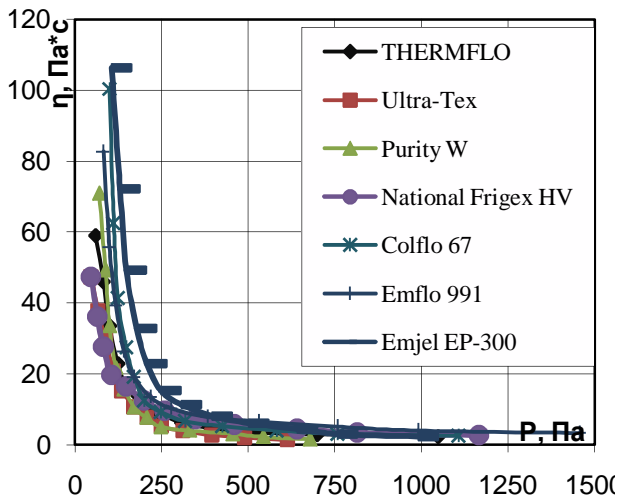


Рисунок 3 – Реологічні криві течії для крохмалю різних модифікацій

Аналіз реологічних кривих показав, що всі види модифікованого крохмалю утворюють твердоподібні структуровані системи. З рис. 3 видно, що найбільшу міцність структурних зв'язків і міцнішу надмолекулярну структуру мають системи гідроксипропільованого дикрохмальфосфату на основі крохмалю з тапіоки.

Крохмаль Emjel EP-300 поглинув холодну воду і утворилася пастоподібна консистенція, що пояснюється специфікою його модифікації – крохмаль холодного набухання. Нагрівання суміші не вплинуло на показники структури.

Для створення пластичних систем зі стійкою структурою найоптимальнішими зразками є ацетильовані дикрохмальфосфати на основі картопляного крохмалю. Серед гідроксипропільованих дикрохмальфосфатів найоптимальнішими зразками можуть бути модифіковані крохмалі з восковидної кукурудзи.

Під час зберігання міцність структурних зв'язків у стабілізаційних системах змінюється, тому досліджено суміші модифікованих крохмалів (EMFLO 991:Emjel EP-300 та EMFLO 991:FLOJEL-60), які мають найоптимальніші реологічні показники.

У процесі зберігання систем міцність структурних зв'язків порівняно зі зразками, отриманими в перший день, значно збільшується. Це можна пояснити процесами ретроградації та кристалізації амілози, які відбуваються в клейстерах під час зберігання, що сприяє вивільненню вологи і зміцненню структури.

Встановлено, що з часом суміш з Flojel-60 желює й утворює драглисту структуру, яка збільшує міцність структурних зв'язків і пластичність системи, тобто поєднання цих двох зразків дасть змогу створити фруктову начинку з міцною структурою.

Система, що містить набухаючий крохмаль Emjel EP-300, характеризується більшою міцністю структурного каркаса, ніж система з доданням желеутворювального крохмалю FLOJEL-60. Встановлено, що збільшення частки крохмалю у системах призводить до зменшення міцності структурного каркаса.

Порівнявши результати реологічних показників модельних розчинів сумішей пектину з крохмалем, встановлено, що кращі показники має модифікований крохмаль порівняно з нативним. Особливо слід відзначити крохмаль Emjel EP-300,

на основі якого система має найбільшу міцність структурного каркаса, що важливо для створення фруктової начинки.

Адсорбційні та сорбційні властивості структуроутворювачів наведені в таблиці 1.

Таблиця -1- Кількість адсорбованої вологи та сорбційні характеристики структуроутворювачів

Структуро- утворювач	Кількість адсорбованої вологи, ммоль/г					Сорбційна поверхня S, м <sup>2</sup> /г	Сорбційний об'єм V <sub>s</sub> , см <sup>3</sup> /г	Діаметр пор d, А · 10 <sup>3</sup>
	I зона a <sub>m</sub>	II зона a <sub>n</sub>	I і II зона a <sub>m</sub> +a <sub>n</sub>	III зона	Загальна кількість адсорбованої вологи a <sub>s</sub> =1			
Emjel	3,45	5,59	9,04	16,60	25,64	204	0,46	90
Emflo	3,57	4,04	7,61	9,60	17,21	201	0,31	62
Flojel	4,53	4,00	8,53	9,27	17,80	242	0,37	61
Кукурудзяний	4,67	4,06	8,73	7,52	16,25	248	0,30	48
Картопляний	4,49	5,27	9,76	11,46	21,22	254	0,38	60
Яблучний пектин	3,92	7,00	10,92	50,01	60,93	220	1,1	200

Найбільшу здатність адсорбувати вологу за умови a<sub>s</sub>=1 має яблучний пектин (60,93 ммоль/г), а з модифікованих крохмалів – Emjel (25,64 ммоль/г), що враховано при створенні рецептур фруктових начинок.

З усіх зразків нативних і модифікованих крохмалів найкраще адсорбує вологу зразок крохмалю Emjel EP-300, оскільки він має найвищий показник сорбційного об'єму, найкраще поглинає вологу, що підтверджує його переваги при створенні фруктових начинок.

Узагальнюючи результати досліджень сорбційних властивостей гідроколоїдів, встановлено, що всі досліджувані зразки є тонкопористими адсорбентами, в яких крім типової адсорбції та капілярної конденсації відбуваються процеси набухання та гелеутворення під час поглинання вологи, які необхідні для зв'язування вологи і перешкоджання її переходу у вільну при зберіганні.

Розроблення начинки з використанням клітковини вирішує одночасно дві проблеми: поліпшення харчової цінності продукту і зв'язування частини вільної вологи у начинках для коекструзійних продуктів.

Найбільшу водопоглинальну здатність мають бобова (10,6–11,8 г/г води) і картопляна клітковина, потім пшенична (9,7–11,5 г/г води), а найменшу горохова (4,2–4,9 г/г води). Наведені межі визначень, бо ці результати залежать від температури та дисперсності порошку. Найбільшу гідратаційну здатність клітковина має за температури 90 °С, тому спочатку вноситься клітковина, а потім уварюється начинка.

Найгірші показники адсорбційної структури має пшенична клітковина (V<sub>s</sub>=0,23 см<sup>3</sup>/г, S=135м<sup>2</sup>/г). Бобова клітковина має найкращі адсорбційні

характеристики: найбільший об'єм пор ( $V_s=0,58 \text{ см}^3/\text{г}$ ) і найбільшу сорбційну поверхню ( $S=215 \text{ м}^2/\text{г}$ ), тобто найкраще поглинає воду. З огляду на це під час приготування фруктової начинки рекомендується її застосовувати як вологоутримувальний реагент.

На основі проведених досліджень встановлено, що пектин, суміші пектину і крохмалю (нативного чи модифікованого), суміші крохмалю різних модифікацій можна застосовувати для отримання начинки з заданими структурно-механічними властивостями, клітковину різного природного походження – для підвищення харчової цінності начинки, а також як вологоутримувальну добавку.

У розділі 4 «Розроблення та дослідження фруктової начинки для коекструзійних продуктів» проведено дослідження з розроблення і аналізу начинок, створених з використанням різних структуроутворювачів.

Враховуючи результати досліджень реологічних та сорбційних характеристик різних структуроутворювачів, встановлено оптимальне дозування добавок: пектин 1%, модифікований крохмаль від 3 до 8% в залежності від типу модифікації, клітковина від 3 до 5% залежно від природного походження.

На основі досліджень традиційної для кондитерської галузі фруктової начинки, яка не відповідає вимогам начинок для коекструзійних продуктів, яблучне пюре було замінено на еквівалент чистого пектину у вигляді порошку та частину яблучного соку, який одночасно виконував функцію ароматизатора і смакової добавки, а також проведено уварювання начинки до вмісту сухих речовин ( $71\pm 2\%$ ). Для визначення вологовіддачі начинки проводили модельні досліди з екструдованим корпусом та екструдованими вафельними трубочками.

Для дослідження властивостей і зміни масової частки вологи у процесі зберігання готували модельні серії зразків начинок, на основі різних структуроутворювачів і визначали вміст сухих речовин протягом 14 діб (рис. 4).

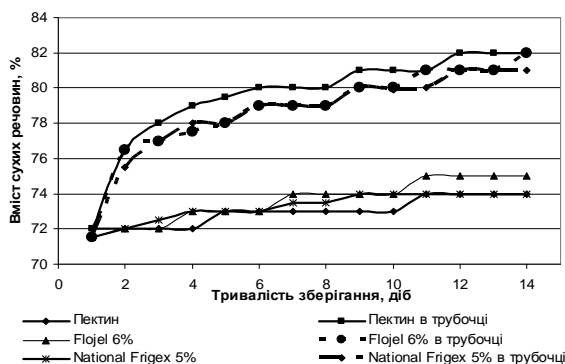


Рисунок 4 – Криві зміни сухих речовин в зразках начинки

крихким. Встановлено, що при цьому інтенсивність видалення вологи зменшується порівняно зі зразками без сушіння.

Переваги та недоліки різних рецептур начинок оцінювали за допомогою методу «багатокутника» за такими органолептичними показниками: колір, прозорість, смак, запах, консистенція та поведінка в корпусі. Ступінь проявлення кожної з цих властивостей оцінена за десятибальною шкалою. Загальну оцінку зображено у вигляді площі багатокутника.

У виробництві коекструзійних продуктів заповнені начинкою джгути висушували за температури  $110\text{--}120 \text{ }^\circ\text{C}$  протягом 10 хв. Для визначення впливу технологічних операцій на начинку, заповнені трубочки висушували за таких самих параметрів.

У разі висушування зміна масової частки вологи начинки майже однакова в усіх зразках (трубочки інтенсивно поглинали вологу). Волога, яка перейшла в корпус видалається, і корпус залишається ламким та

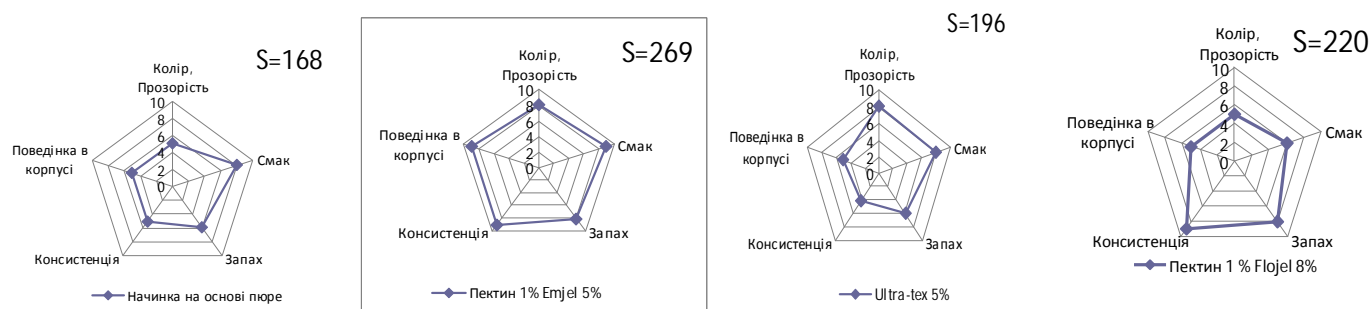


Рисунок 5 – Багатокутники якості фруктових начинок на основі різних структуроутворювачів

Начинки, розроблені на основі різних структуроутворювачів, за всіма показниками переважають показники начинки на основі яблучного пюре.

Приготовляючи начинку з клітковиною на основі яблучного пюре, отримували продукт, приємний на смак і аромат. Дозування клітковини становить 5% до маси начинки, що є оптимальним для отримання продукту з високими органолептичними показниками.

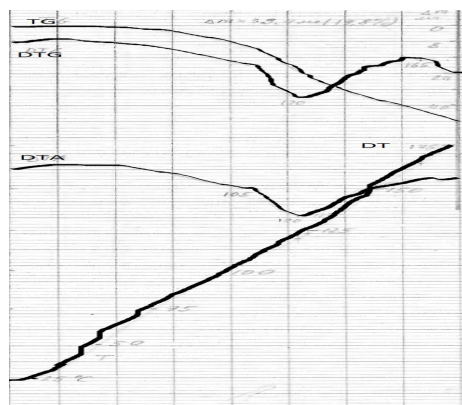


Рисунок 6 – Дериватограма начинки на основі яблучного соку, пектину 1% та Emjel 5%

Аналіз термограм начинок показав, що при температурному навантаженні відбувається частковий перехід води із зв'язаного стану у вільний, внаслідок руйнації пектинового комплексу або крохмального клейстеру.

Отже, з прогріванням начинок видаляється вільна вода, яку потрібно примусово видаляти конвективним підсушуванням згідно з технологією.

Дослідження сорбційних властивостей корпусу і начинок показало, що вода видаляється повільніше, ніж набирається. Повного видалення її не відбувається через наявність хемосорбції, тобто частина води хімічно зв'язана з зразком.

У розділі 5 «Підвищення харчової цінності корпусу для продуктів високотемпературної екструзії» наведено результати досліджень впливу сировини рослинного походження, зокрема насіння бобових культур (гороху, сочевиці, квасолі, люпину), клітковини різного природного походження, соняшникового шроту, на органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні властивості екструдованих продуктів.

Як зернову сировину було взято крупи з пшениці, рису, вівса, гречки, кукурудзи, ячменю, проса. Отримані екструдати мають різні органолептичні показники: стан поверхні, пористість, забарвлення, що зумовлено різним вмістом крохмалю, білку та жиру у вихідній сировині.

Досліджено вплив гранулометричного складу сировини на якість екструдатів. Рекомендовано перед екструдуванням подрібнювати сировину до розміру частинок: для бобових, які застосовувались в сумішах з зерновими 0,63 – 1,00 мм, а зернових 1,00 – 2,00 мм.

Створено математичну модель розрахунку сировини для отримання корпусу підвищеної харчової та біологічної цінності з додаванням бобових, зернобобових культур та соняшникового шроту. Алгоритм розрахунку з додаванням квасолі наведено нижче:

$x_1$  – кількість рисової крупи,  $x_2$  – кількість вівсяної крупи,  $x_3$  – кількість пшеничної крупи,  $x_4$  – кількість сухого молока,  $x_5$  – кількість цукру,  $x_6$  – кількість солі,  $x_7$  – кількість квасолі.

Отримаємо, г:  $x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 = 100$ .

Згідно з проведеними розрахунками оптимальний склад компонентів з додаванням квасолі (на 100 г) становить: крупа рисова – 15 г, пшенична крупа – 31 г, вівсяна крупа – 4 г, молоко сухе – 9 г, цукор – 5 г, сіль – 1 г, квасоля – 30 г.

В порівнянні зі зразком корпусу для подушечок з начинкою, що виробляються на підприємстві «Лантманен-АКСА», кількість білка зросла на 32,5%.

Аналогічно розраховано вміст білка продукту з додаванням іншої сировини. Рецептурні композиції наведені в табл. 2

Склад одержаних композицій зазнавав кореляції, з урахуванням особливостей технології екструдуювання та органолептичних показників готових екструдатів.

Таблиця 2 -- Рецептурні композиції розроблених екструдатів

Крупа	Рецептурні композиції					
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
Пшенична	27,0	10,0	20,0	20,0	-	50,0
Рисова	27,7	40,0	40,0	15,0	30,0	-
Вівсяна	14,4	4,0	-	-	-	-
Ячна	-	-	-	-	-	20,0
Кукурудзяна	-	-	-	20,0	-	-
Гречана	-	-	-	-	20,0	-
Пшоно	-	-	-	-	15,0	-
Горох	-	-	-	25,0	-	-
Квасоля	-	26,0	-	-	-	-
Соняшниковий шрот	-	-	-	-	-	10,0
Люпин	-	-	-	-	15,0	-
Сочевиця	-	-	25,0	-	-	-
Сухе молоко	9,0	9,0	4,0	9,0	9,0	9,0
Цукор	20,6	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Сіль	1,3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Всього	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Композиція № 1 «Контроль» є рецептурою корпусу для подушечок з начинкою, що виробляються на підприємстві «Лантманен-АКСА».

Екструдовані вироби аналізували за органолептичними та фізико-хімічними показниками (табл. 3). Продукт одержували у вигляді паличок з розвиненою пористістю, приємним ароматом і смаком.

Показник міцності в Зразку № 1 становить 4,5 Н, а в створених композиціях він зменшується від 4,3 до 4,0 Н, що свідчить про більш крихку і

ніжну структуру екструдатів внаслідок зменшення кількості жиру, заміни вівсяної крупи в рецептурі тощо. Показники розчинності і здатності до набухання в порівнянні з «Контролем» зросли, завдяки внесенню в рецептуру компонентів з більшою кількістю водорозчинних речовин.

Таблиця 3 – Фізико-хімічні властивості екструдатів

Показник	Рецептурні композиції					
	№1	№2	№3	№4	№5	№6
Масова частка вологи, %	9,6	9,8	9,8	9,8	9,4	9,0
Коефіцієнт спучування, од.	3,4	3,5	3,5	3,5	3,4	3,5
Міцність, Н	4,5	4,2	4,3	4,2	4,0	4,2
Здатність до набухання, см <sup>3</sup>	8,3	9,4	9,5	8,5	8,7	9,2
Розчинність, %	18,1	21,3	20,9	20,5	19,6	18,1
Водопоглинальна здатність, г/г	7,2	8,2	8,5	8,4	8,0	8,0

Розбіжності значень основних показників зумовлені різним вмістом крохмалю в дослідних зразках, будовою крохмальних зерен, різною інтенсивністю перебігу процесу клейстеризації та деструкції.

Ступінь відповідності незамінної амінокислоти до норми споживання, що регламентується ФАО/ВОЗ, визначає показник амінокислотного скору. Розроблені рецептури корпусу для високотемпературної коекструзії з максимально можливим складом незамінних амінокислот подано в табл. 4.

Із наведених даних видно, що додавання зернобобової сировини збільшує амінокислотний скор, підвищуючи біологічну цінність продукту. Так, додавання 25,0% гороху підвищує амінокислотний скор за лімітуючою амінокислотою лізином на 30,1 %, 26,0 % квасолі – на 37,8 %, 15 % люпину на 37,4 %, 25 % сочевиці – на 46,2% , а 10% сонячного шроту – на 7,5%.

Таблиця 4 – Амінокислотний СКОР рецептурних композицій

Амінокислотний СКОР, %	Рецептурні композиції					
	№1	№2	№3	№4	№5	№6
Валін	96,4	113,0	115,5	110,5	150,4	154,2
Ізолейцин	99,2	145,1	127,6	143,2	195,1	161,7
Лейцин	105,5	113,4	119,5	114,5	172,9	121,3
Лізин	63,7	93,8	101,5	109,9	101,1	71,2
Метіонін+цистин	107,5	94,9	96,0	92,6	148,5	122,3
Треонін	84,9	103,7	104,0	108,0	150,2	123,5
Триптофан	141,4	159,8	135,3	146,0	202,8	224,7
Фенілаланін+тирозин	139,6	135,6	148,8	139,3	197,7	143,6

Внесення запропонованих компонентів у рецептуру збільшує вміст білка і харчових волокон у продукті й зменшує вміст вуглеводів. У композиції № 2 з додаванням 26% квасолі вміст білка зріс на 1,86%, вміст вуглеводів зменшився на 16%, кількість харчових волокон підвищилась на 3,2%, енергетична цінність зменшилась на 13,8 ккал (8,5%). У композиціях №3 і №4 з додаванням 25% чечевиці і 25% гороху вміст білка підвищився на 2,8 і 4,1 % відповідно, вміст вуглеводів зменшився на 5,5 і 12 %, кількість харчових волокон зросла на 2,5 та 4,6 %, енергетична цінність зменшилась на 15,3 і 31,6 ккал. Додавання 15% люпину та шроту дає змогу вміст білка підвищити на 3,3 і 4,1 % відповідно, вміст вуглеводів

зменшити на 16 і 12 %, а енергетичну цінність – на 55,3 і 31,6 ккал, що становить 16,3 і 9,2 % відповідно.

Для отримання продукту екструзійної технології з високими показниками якості на одношнековому екструдері необхідно проводити зволоження сировини, до масової частки вологи 16-20% залежно від виду сировини. Завдяки зволоженню круп у соках і подальшому виробництву корпусу для коекструзійних продуктів можна отримати харчовий концентрат з підвищеною харчовою цінністю без застосування штучних ароматизаторів і підсилювачів смаку.

Зволоження проводили з розрахунку, що масова частка вологи в сировині для екструдювання має становити 16 – 20%, тривалість зволоження 2 години, крупу не подрібнювали.

У результаті проведених досліджень розроблено рецептури корпусу для продуктів високотемпературної екструзії, що мають покращені органолептичні та фізико-хімічні показники.

Для підвищення харчової цінності корпусу подушечок створено нові композиції з кукурудзи та рису з додаванням пшеничної, бобової, горохової та картопляної клітковини.

Екструдували суміші крупи та клітковини, співвідношення сировини вибирали за умови, що в 100 г готового продукту має бути 15, 20 та 25% від добової потреби людини в харчових волокон (30г), тобто 6, 8 та 10% клітковини в рецептурі.

Отримані продукти оцінювали за органолептичними та фізико-хімічними властивостями.

При збільшенні клітковини більше ніж 10% органолептичні показники погіршуються, корпус стає погано розжовуватись і з'являється явище «прилипання до зубів».

Усі екструдати з додаванням клітковини мають кращі показники, ніж контроль.

На основі органолептичних показників обрано дозування клітковини до маси кукурудзяної або рисової крупи: пшеничної – 10 %, бобової і картопляної – 6 %, а горохової – 8 %.

Вміст вуглеводів, жиру та клітковини у розроблених композиціях наведений в табл. 6.

Таблиця 6 – Хімічний склад продуктів з додаванням клітковини

Показник	Кукурудза				Рис			
	Контроль	10 % пшеничної	8 % бобової	6 % горохової	Контроль	10 % пшеничної	8 % бобової	6 % горохової
Жири, %	0,93	0,81	0,84	0,89	0,51	0,45	0,46	0,48
Вуглеводи, %	78,09	70,59	72,09	75,09	79,71	71,98	73,53	75,07
Крохмаль, %	54,30	47,26	50,26	53,28	56,62	49,25	52,32	54,00
Клітковина, %	0,56	9,18	6,10	3,53	0,28	8,94	5,85	3,26

Оптимізацію параметрів здійснювали за допомогою експериментально-статистичного моделювання для побудови двофакторного експерименту з

використанням квадратичної моделі з використанням центрально-композиційного плану.

За *керовані* фактори взято масову частку клітковини в суміші для екструдювання ( $X_1$ ) та масову частку води суміші ( $X_2$ ).

Критеріями оптимізації було обрано міцність екструдатів ( $Y_1$ ) та ступінь набухання ( $Y_2$ ).

Рівняння регресій матимуть такий вигляд:

у кодованій формі –  $Y_1 = 3,7 + 0,058X_1 - 0,033X_2 - 0,275X_1^2 - 0,05X_2^2$ ;

$$Y_2 = 6,828 + 0,337X_1 - 1,196X_1^2 - 0,158X_2^2;$$

у натуральній формі –  $Y_1 = -14,604 + 1,129X_1 + 1,667X_2 - 0,06875X_1^2 - 0,05X_2^2$ ;

$$Y_2 = -58,415 + 4,9525X_1 + 5,372X_2 - 0,299X_1^2 - 0,158X_2^2.$$

Оптимізація технологічного процесу за критерієм оптимальності  $Y_1$  показує, що максимальне значення  $Y_1 = 3,925$  Н досягається за умови  $X_1 = 0$  (8%) (у кодованій формі) та масової частки води сировини  $X_2 = 1$  (18%).

Якщо за критерій оптимізації взяти показник набухання, то координати оптимуму такі:  $X_1 = 0$  (8 (у кодованій формі) та масової частки води сировини  $X_2 = 1$  (18%).

Результати моделювання у вигляді поверхонь подано на рис.6 і 7.

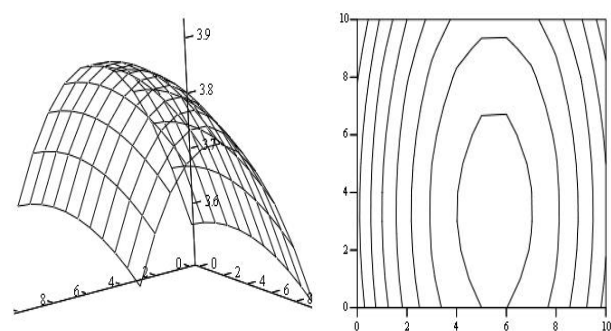
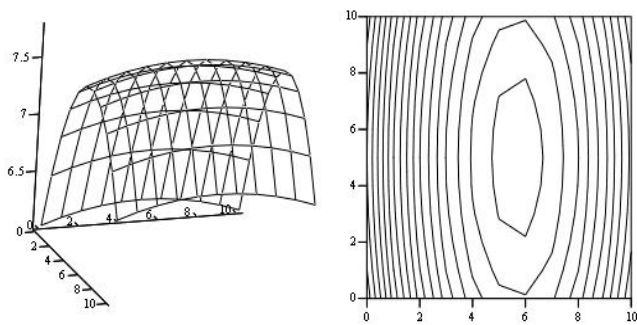


Рисунок 6 – Поверхня відгуку та ізолінії в натуральній формі для  $Y_2$

Рисунок 7 – Поверхня відгуку та ізолінії в натуральній формі для  $Y_1$

За отриманими рівняннями регресії оцінили сумісний вплив дозування пшеничної клітковини і масової частки води в сировині на якість отриманих екструдатів.

У розділі 6 «Технологія, харчова та біологічна цінність коекструзійних виробів з фруктовими начинками» наведена технологія та розрахунок харчової та біологічної цінності коекструзійних продуктів.

Продукти високотемпературної коекструзії з фруктовими начинками можна виготовляти на існуючих поточкових лініях виробництва подушечок та батончиків з начинкою з удосконаленням технологічних параметрів та введенням додаткових операцій підготовки сировини. Це дасть змогу реалізувати особливості технологічної схеми виробництва розроблених продуктів.

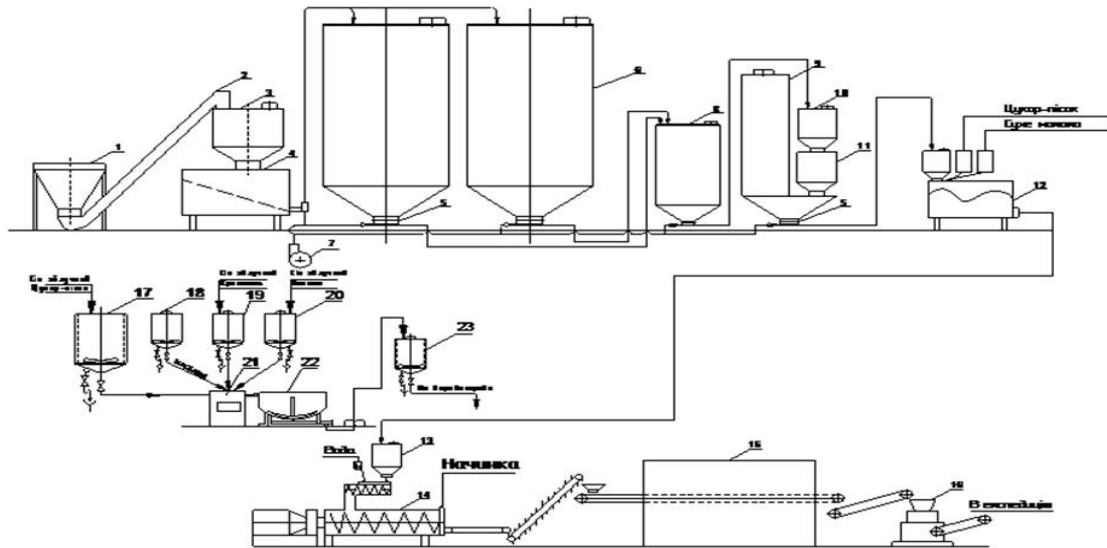


Рисунок 8 – Апаратурно-технологічна схема приготування коекструзійних продуктів з фруктовими начинками: 1 – приймальна воронка; 2- норія, 3- бункер для зберігання зерна; 4- сепаратор; 5- шнековий живильник; 6- бункер; 7-аерозольтранспорт; 8 – змішувач для сухих компонентів; 9-машина для очищення зерна; 10- бункер над млином; 11- штифтовий млин; 12- змішувач; 13 – бункер над екструдером; 14- екструдер; 15- конвеєрна сушарка; 16 – охолоджувальний транспортер; 17 – розчинник для цукру; 18- фасувально-пакувальний апарат 20-дозатор рідких компонентів; 21-варочний котел; 22-збірник лимонної кислоти; 23-збірник для начинки.

Розроблено сім рецептур виробів коекструзійної технології «Подушечки з начинкою».

Із наведених даних (табл. 7 і 8) видно, що розроблені рецептури мають підвищений амінокислотний скор і біологічну цінність продукту.

Таблиця 7 – Амінокислотний скор розроблених композицій

Амінокислотний СКОР, %	Рецептурні композиції							
	Контроль	«Горо- шинка»	«Квасо- лінка»	«Соче- винка»	«Соняш- ник»	«Люпин- чик»	«Морк- винка»	«Куку- рузка»
Валін	96,4	113,0	115,5	110,5	150,4	154,2	120,6	98,8
Ізолейцин	99,2	145,1	127,6	143,2	195,1	161,7	127,6	123,5
Лейцин	105,5	113,4	119,5	114,5	172,9	121,3	114,5	189,3
Лізін	63,7	94,2	101,9	105,2	100,1	72,2	95,6	58,0
Метіонін+ цистин	107,5	94,9	96,0	92,6	148,5	122,3	102,9	86,1
Треонін	84,9	103,7	104,0	108,0	150,2	123,5	108,9	60,2
Триптофан	141,4	159,8	135,3	146,0	202,8	224,7	167,4	72,3
Фенілаланін+ тирозин	139,6	135,6	148,8	139,3	197,7	143,6	135,1	132,5

Таблиця 8 – Хімічний склад розроблених композицій

Найменування компонентів	Рецептурні композиції							
	Контроль	«Горошинка»	«Квасолинка»	«Соче-винка»	«Соняшник»	«Люпинчик»	«Морквинка»	«Кукурузка»
Білок, г	9,7	11,5	12,5	13,8	13,0	13,8	10,3	8,3
Ліпіди, г	14,0	1,5	1,0	1,5	1,0	1,5	1,3	1,2
Вуглеводи, г	72,0	54,4	66,5	60,0	56,0	60,0	60,2	65,3
Харчові волокна, г	2,4	5,6	4,9	7,0	3,1	2,8	8,0	9,5
Мінеральні речовини, г	5,2	5,7	5,9	4,7	5,4	5,4	5,3	5,2

### ВИСНОВКИ

1. На основі узагальнення теоретичного і практичного матеріалу удосконалено технологію продуктів високотемпературної коекструзії з фруктовою начинкою з застосуванням бобових культур, клітковини різного природного походження та композицій структуроутворювачів на основі пектину.

2. Визначено вплив гранулометричного складу суміші для екструдювання на якість готових продуктів, встановлено: для зернових оптимальними є розміри частинок 1,00 – 2,00 мм, для бобових, які застосовувались в сумішах з зерновими 0,63-1,00 мм.

3. Встановлено оптимальні режими і тривалість зволоження круп в морквяному, яблучному та гарбузовому соках: для кукурудзяної 2,0 год, для гречаної – 2,5 год, для пшеничної – 3,0 год при температурі 18-20 °С.

4. За допомогою комп'ютерної програми з урахуванням вимог нутріціології розроблено рецептурні композиції корпусу підвищеної харчової цінності з використанням 25 % гороху та чечевиці, 26 % квасолі, 15 % люпину та 10 % соняшникового шроту.

5. На основі проведених досліджень реологічних і адсорбційних властивостей крохмалів різних модифікацій, встановлено доцільність використання зшитих крохмалів у кількості 5% для фруктових начинок при приготуванні високотемпературних коекструзійних продуктів. Встановлено, що найкращі показники якості структури для начинок утворюють суміші 4 % клейстеризований ацетильований дикрохмальфосфат Emjel EP-300 на основі картопляного крохмалю та 1 % пектину цитрусового і 8% кислотномодифікованого (желеутворювальний) крохмаль на основі кукурудзяного FLOJEL-60 і 1% пектину.

6. Експериментально визначено і теоретично обґрунтовано раціональне дозування пшеничних, бобових та горохових харчових волокон у виробництві екструдюваних продуктів на основі рисових і кукурудзяних круп, що становить 6–10 % до маси суміші та у кількості 5 % при дозуванні в начинку.

7. Визначено вплив процесу зберігання на показник масової частки вологи в начинці та якість готових виробів для продуктів високотемпературної екструзії. Встановлено, що в процесі зберігання відбувається зміна співвідношення вільної і зв'язаної вологи. Рекомендовано конвективне висушування готового продукту за

температури 110–120 °С протягом 10 хв, з метою забезпечення стабільної якості продукту в процесі зберігання.

8. Розрахунок хімічного складу, амінокислотного скору розроблених композицій продуктів високотемпературної екструзії на основі фруктової начинки показав, що вони мають підвищену харчову та біологічну порівняно з традиційними продуктами високотемпературної екструзії.

9. Виробництво високотемпературної коекструзії з фруктовими начинками може бути реалізоване на існуючих лініях з виробництва подушечок або батончиків з начинками, враховуючи удосконалення технологічних параметрів процесу та введення додаткових операцій з підготовки сировини до виробництва.

10. Економічний ефект від виробництва продукції буде складати 22 грн. на тону готових виробів, внаслідок заміни жирової складової начинки на фруктову. Соціальний ефект від впровадження нових продуктів екструзії полягає у підвищенні їх харчової і біологічної цінності за рахунок покращення амінокислотного складу, зменшення кількості жиру і запобігання погіршення якості виробів в процесі зберігання.

### **ПЕРЕЛІК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

1. Розроблення екструдатів підвищеної біологічної цінності / В.М. Ковбаса, Л.В. Махинько, О.В. Герасименко, А.В. Шаран, В.А. Піддубний // Зернові продукти і комбікорми. — 2005. — № 1. — С. 29—31.

2. Шляхи збагачення корпусу для коекструзійних продуктів / О.В. Запотоцька, В.М. Ковбаса, Л.В. Махинько, А.В. Шаран // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. — Харків: ХТУСГ, 2007. — № 58. — С.183-189.

3. Реологічні властивості модифікованих крохмалів / О.В. Запотоцька, О.П. Мельник, О.Ю. Мельник, Є.І. Ковалевська, І.Л. Корецька // Наукові праці Національного університету харчових технологій. — К.:НУХТ, 2009. — № 28 — С. 89–91.

4. Грабовська О.В. Властивості стабілізаційних систем на основі пектину / О.В. Грабовська, О.В. Запотоцька, О.В. Лисий, В.Я. Пічкур // Продовольча індустрія АПК. — 2012. — № 2 — С. 16-19.

5. Створення корпусу для коекструзійних продуктів підвищеної харчової цінності шляхом комп'ютерного моделювання / Запотоцька О.В., Ковбаса В.М., Сєдих О.Л., Маковецька С.В. // Обладнання та технології харчових виробництв : збірник наукових праць. — Донецьк: ДонНУЕТ, 2013. — № 30. — С. 277-280.

6. Лисий О.В. Дослідження структурно-механічних властивостей модельних систем на основі пектину / О.В. Лисий, О.В. Запотоцька, О.В. Грабовська // Ukrainian Food Journal. — 2012. — № 2. — С. 68–71.

7а. Пічкур В.Я. Дослідження реологічних властивостей різних видів модифікованого крохмалю / О.В. Запотоцька, В.Я. Пічкур, О.В. Грабовська, В.М. Ковбаса // Ukrainian Food Journal. — 2012. — № 3. — С. 35–38.

7б. Використання харчових волокон при виробництві рисового корпусу для коекструзійних виробів/ Запотоцька О.В., А.І. Бурян, В.М. Ковбаса, А.В. Шаран // Ukrainian Food Journal. — 2012. — № 3. — С. 27–30.

8. Запотоцька О. В. Комп'ютерна підтримка розробки рецептур для продуктів високотемпературної екструзії / О. В. Запотоцька, О. Л. Сєдих, В.М. Ковбаса // Science and Education a New Dimension. – 2013. – №2. – С. 203-207.

9. Пат. 38615 України, МПК А 23 G 3/00. Склад начинки / Запотоцька О.В., Мельник О.П., Брич І.І., Сергієнко А.І., Корецька І.Л., Ковалевська Є.І., Фоменко В.В., Ковбаса В.М.; заявник і патентовласник Національний університет харчових технологій. – № u 200809292; заявл. 07.2008; опубл. 12.01.2009, Бюл. № 1.

10. Пат. 42171 України, МПК А 23 L 1/18. Склад для сухого сніданку / Запотоцька О.В., Ковбаса В.М., Махинько Л.В., Шаран А.В.; заявник і патентовласник Національний університет харчових технологій. – № u 20090068116; заявл. 30.01.2009; опубл. 25.06.2009, Бюл. № 12.

11. Махинько Л.В. Харчова цінність продуктів коекструзії та шляхи її підвищення / Л.В. Махинько, О.В. Запотоцька, В.М. Ковбаса // Нові технології та технічні рішення в харчовій та переробній промисловості: сьогодення і перспективи: ІХ міжнар. наук.-техн. конф., 17–19 жовтня 2005 р. : тези доп. — К.: НУХТ, 2005. — Ч. 1. – С. 118.

12. Запотоцька О.В. Корпус для коекструзійних продуктів з підвищеною харчовою цінністю/ О.В. Запотоцька, В.М. Ковбаса // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті: 72 наукова конф. молодих вчених, аспірантів і студентів, 17–18 квітня 2006 р. : тези доп. — К.: НУХТ, 2006. — Ч. 2. – С. 51.).

13. Запотоцкая Е.В. Разработка корпуса повышенной пищевой ценности для коэкструзийных продуктов / Е.В. Запотоцкая , В.Н. Ковбаса // Техника и технология пищевых производств: VI-я междунар. науч.-практич. конф., 22-23 мая 2007г. : тезисы докл. — Могилев: Могилевский государственный университет продовольствия, 2007. — С. 122-123.

14. Мохно К.А. Дослідження використання квасолі та люпину для корпусу коекструзійних продуктів / К.А. Мохно, О.В. Запотоцька , В.М. Ковбаса // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті: 73 наукова конф. молодих вчених, аспірантів і студентів, 23–24 квітня 2007 р. : тези доп. — К.: НУХТ, 2007. — Ч. 2. – С. 66.

15. Дослідження факторів впливу та процесу структуроутворення фруктових начинок для коекструзійних виробів / О.В. Запотоцька , І.І. Брич , І.Л. Корецька, В.М. Ковбаса // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті: 74 наукова конф. молодих вчених, аспірантів і студентів, 21–22 квітня 2008 р.: тези доп. — К.: НУХТ, 2008. — Ч. 2. – С. 264.

16. Запотоцька О.В. Дослідження процесу міграції вологи в коекструзійних продуктах / О.В. Запотоцька , В.М. Ковбаса // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті: 75 наукова конф. молодих вчених, аспірантів і студентів, 13–14 квітня 2009 р. : тези доп. — К.: НУХТ, 2009. — Ч. 2. – С. 259-260.

17. Запотоцька О.В. Дослідження режимів та способів замочування сировини для екструзійних продуктів / О.В. Запотоцька, В.М. Ковбаса // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті: 76 наукова конф.

молодих вчених, аспірантів і студентів, 12–13 квітня 2010 р. : тези доп. — К.: НУХТ, 2010. — Ч. 2. — С. 143-144.

18а . Використання пектину в рецептурі начинки коекструзійних виробів / О.В. Лисий, О.В. Запотоцька, В.М. Ковбаса, О.В. Грабовська // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: 78 наукова конф. молодих вчених, аспірантів і студентів, 2–3 квітня 2012 р. : тези доп. — К.: НУХТ, 2012. — Ч. 1. — С. 121-122.

18б. Бур'ян А.І. Дослідження можливості використання клітковини для приготування коекструзійних виробів/ А.І. Бур'ян, О.В. Запотоцька, В.М. Ковбаса // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: 78 наукова конф. молодих вчених, аспірантів і студентів, 2–3 квітня 2012 р.: тези доп. — К.: НУХТ, 2012. — Ч. 2. — С. 110-111.

18в. Пічкур В.Я. Дослідження реологічних властивостей структур на основі крохмалю/ В.Я. Пічкур, О.В. Запотоцька, О.В. Грабовська // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: 78 наукова конф. молодих вчених, аспірантів і студентів, 2–3 квітня 2012 р. : тези доп. — К.: НУХТ, 2012. — Ч. 2. — С. 452-454.

19. Седых О. Л. Разработка рецептур для коэкструзионных продуктов методом компьютерного программирования / О.Л. Седых, Е.В. Запотоцкая // Технические науки – от теории к практике: XVIII междунар. заочная науч.-практ. конф., 20 февраля 2013 г.: тезисы докл. — Новосибирск: «СибАК», 2013. — Ст. 138–144.

*Особистий внесок здобувача:* проведення літературного пошуку та експериментальних досліджень, підготовка матеріалів до публікації [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7а, 7б, 8], проведення патентного пошуку, розроблення патенту, підготовка матеріалів до патентування [9, 10], проведення експериментальних досліджень, опрацювання та узагальнення експериментальних даних, підготовка матеріалів до публікації [11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18а, 18б, 18в, 19].

## АНОТАЦІЯ

*Запотоцька О.В.* Коекструзійні продукти підвищеної харчової цінності. – 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, 2013.

Дисертація присвячена актуальним проблемам харчоконцентратної промисловості – створення нових продуктів високотемпературної екструзії з фруктовими начинками, готових до споживання без кулінарного оброблення з підвищеною харчовою і біологічною цінністю.

Встановлено оптимальне дозування пектинів, нативного і модифікованого крохмалю різного природного походження з метою створення стабілізаційних систем для виготовлення фруктової начинки з певними органолептичними та структурно-механічними властивостями на основі комплексного дослідження реологічних і собційних властивостей гідроколоїдів.

Запропоновано спосіб підвищення харчової цінності корпусу для коекструзійних продуктів додаванням в рецептуру гороху, сочевиці, квасоля, люпину, соняшникового шроту та клітковини різного природного походження.

Проведено апробацію в умовах промисловості та обґрунтовано соціально-економічну ефективність нових сухих сніданків коекструзійної технології. Новизна одержаних технічних рішень підтверджена нормативно-технічною документацією та захищена деклараційними патентами на корисну модель.

**Ключові слова:** екструдовані продукти, сухі сніданки, екструзія, коекструзія, нетрадиційна сировина, гідроколоїди, пектин, модифікований крохмаль, біологічна цінність, амінокислотний склад, стабілізаційні системи, фруктова начинка, клітковина, сочевиця, квасоля.

## АННОТАЦІЯ

Запотоцкая Е.В. Коэкструзионные продукты повышенной пищевой ценности. - 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, 2013.

Диссертация посвящена актуальным проблемам пищевых концентратной промышленности - создание новых продуктов высокотемпературной экструзии с фруктовыми начинками, готовых к употреблению без кулинарной обработки с повышенной пищевой и биологической ценностью.

Установлено оптимальное дозирование пектинов, нативного и модифицированного крахмала различного природного происхождения с целью создания стабилизационных систем для изготовления фруктовой начинки на основе комплексного исследования реологических и сорбционных свойств гидроколлоидов. Стабилизационные системы созданные на основе пектина и крахмала различных модификаций обеспечивают продукту определенные органолептические и структурно-механические свойства.

Разработаны рецептуры начинок на основе яблочного соку с добавлением модифицированного крахмала, пектина и их смесей. Приготовленные начинки отличаются высокими органолептическими, физико-химическими показателями и стойкостью при хранении.

Предложен способ повышения пищевой ценности корпуса для коэкструзионных продуктов с добавлением в рецептуру гороха, чечевицы, фасоли, люпина, подсолнечного шрота и клетчатки различного природного происхождения.

Проведена апробация в условиях промышленности и обосновано социально-экономическую эффективность новых сухих завтраков коэкструзионной технологии. Новизна технических решений подтверждена нормативно-технической документацией и защищена декларационными патентами на полезную модель.

**Ключевые слова:** экструдированные продукты, сухие завтраки, экструзия, коэкструзия, нетрадиционная сырье, гидроколлоиды, пектин, модифицированный крахмал, биологическая ценность, аминокислотный состав, стабилизаторы, фруктовая начинка, клетчатка, чечевица, фасоль.

**ANNOTATION**

*Olena Vasylivna Zapototska. Co-extrusion products with increased food value. – Manuscript.*

Dissertation for obtaining scientific degree of candidate of technical science in specialization 05.18.01 - technology of bread baking products, pastry and food concentrates. - National University of Food Technology of the Ministry of Education and Science, Kyiv, 2013.

Dissertation is devoted to current problems of food concentration industry - creation of new products of high temperature extrusion with fruit stuffing that is consumption ready without a culinary processing and with increased food and biological value.

There was determined the optimal dosing of pectins, native and modified starch of different origin with the aim of creation of stabilization systems for fruit stuffing making with certain organoleptic and structural-mechanical features on basis of complex research of rheological and sorption characteristics of hydrocolloids.

There was proposed a method of food value increase of body for co-extrusion products with recipe addition of peas, lentil, beans, lupine, sunflower remains and different natural origin of cellulose.

The approbation was conducted in industry condition and there was proven the socio-economical effectiveness of new dry breakfasts of co-extrusion technology. Novelty of received technical decisions is confirmed with normative technical documentations and reserved by declaration patents on useful model.

**Key words:** products of extrusion, dry breakfasts, extrusion, co-extrusion, non-traditional raw materials, hydrocolloids, pectin, modified starch, biological value, amino acid content, stabilization systems, fruit stuffing, cellulose, lentil, beans.