

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧУВАННЯ ТА ТОРГІВЛІ

**ЛІСОВСЬКА ТЕТЯНА ОЛЕГІВНА**

УДК 664.681.2. 664.641.4

**ТЕХНОЛОГІЯ БІСКВІТНОГО НАПІВФАБРИКАТУ  
З ВИКОРИСТАННЯМ БОРОШНА КУКУРУДЗЯНОГО ЕКСТРУДОВАНОГО**

Спеціальність 05.18.16 – технологія харчової продукції

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

Харків – 2018

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Харківському державному університеті харчування та торгівлі Міністерства освіти і науки України.

**Науковий керівник:**

кандидат технічних наук, доцент

**Чорна Ніна Вікторівна,**

Харківський державний університет харчування та торгівлі, доцент кафедри технології харчування.

**Офіційні опоненти:**

доктор технічних наук, доцент

**Дорохович Вікторія Віталіївна,**

Національний університет харчових технологій, професор кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів;

кандидат технічних наук, доцент

**Постнова Ольга Миколаївна,**

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, доцент кафедри технологій переробних і харчових виробництв.

Захист відбудеться 26 грудня 2018 р. о 15<sup>00</sup> на засіданні спеціалізованої вченої ради Д64.088.01 Харківського державного університету харчування та торгівлі за адресою: вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Харківського державного університету харчування та торгівлі за адресою: вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051.

Автореферат розісланий 26 листопада 2018 року.

Учений секретар  
спеціалізованої вченої ради



В.М. Онищенко

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Одним з найважливіших завдань, що стоїть перед технологією харчування і харчовою промисловістю України загалом, є розширення спектру технологічного використання традиційної рослинної сировини, впровадження інновацій, спрямованих на удосконалення існуючих технологій для підвищення якості та конкурентоспроможності харчової продукції вітчизняного виробництва без збільшення її вартості для забезпечення населення своєї країни харчовими продуктами, в тому числі дієтичного споживання.

Бісквітні напівфабрикати – основа чи складова частина багатьох кулінарних та кондитерських виробів. Бісквітне тісто є термодинамічно нестійкою піноподібною харчовою системою. Тому однією з важливих технологічних задач є стабілізація системи під час формування виробів. Підвищення рівня конкурентоспроможності цієї продукції можливо за рахунок створення високоефективних технологій, що забезпечують високу якість виробів без підвищення їх собівартості. Застосування натуральної рослинної сировини (продуктів переробки зернової промисловості) дозволить не лише підвищити якість, харчову цінність та розширити асортимент бісквітів на ринку України, але і дозволить створювати продукти дієтичного споживання.

Актуальним в цьому напрямку є застосування у традиційній технології бісквітного напівфабрикату прогресивних способів обробки сировини, зокрема застосування процесу екструзії у підготовці борошна. Так як борошно – основна сировина, від якої залежить якість та поживна цінність готового бісквітного напівфабрикату.

Аналіз наукових і прикладних робіт в галузі створення нових борошняних виробів свідчить, що використання різних типів екструдованого борошна у виробництві продуктів харчування має великі перспективи. Наявність фундаментальних розробок в області одержання екструдованого борошна вказує на можливість застосування його в технології бісквітного напівфабрикату.

Проблемі покращення якості, інтенсифікації та стабілізації технологічних процесів отримання кондитерської та десертної продукції з пінною структурою, зокрема бісквітного напівфабрикату, присвячено роботи А. Б. Горальчука, К. Г. Іоргачової, В. І. Оболкіної, Г. М. Лисюк, М. М. Калакури, В. М. Ковбаси, В. В. Дорохович, В. І. Дробот, Н. І. Черевичної, Н. Kaiser, Н.-G. Ludewig, С. Я. Корячкіної, І. В. Матвєєвої, Narpinder Singh. Крім цього, науковцями доведено можливість використання екструдованої зернової сировини та позитивний вплив її на перебіг фізико-хімічних і технологічних процесів у борошняних виробках. Проте наукового обґрунтування технології бісквітного напівфабрикату з використанням борошна кукурудзяного екструдованого нами не виявлено.

Тому розробка технології бісквітного напівфабрикату, яка ґрунтується на науково-обґрунтованому використанні борошна кукурудзяного екструдованого (БКЕ) та дозволить стабілізувати пінну систему бісквітного тіста до технологічних чинників, покращити якісні показники та продовжити строки збереження свіжості бісквітного напівфабрикату (БН), збагатити нутрієнтний склад БН за рахунок заміни

крохмалю картопляного на БКЕ та відкриває можливість створення БН безглютенового, є актуальною.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконана відповідно до тематичних планів наукових досліджень кафедри технології харчування Харківського державного університету харчування та торгівлі в рамках держбюджетної теми №3-13БО (0113U000158) «Розробка наукових принципів регулювання властивостей сировини тваринного походження в технологіях харчової продукції масового споживання» та госпдоговірної теми № 38-13-14Д (0114U003001) «Розробка проекту нормативної та технологічної документації на бісквітний напівфабрикат з використанням борошна кукурудзяного екструдованого для масового харчування».

**Мета і завдання дослідження.** Метою роботи є наукове обґрунтування та розробка технології бісквітного напівфабрикату з використанням борошна кукурудзяного екструдованого.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати сучасний стан виробництва та споживання БН, довести доцільність використання БКЕ та борошняних сумішей з ним в технології БН;
- дослідити хімічний склад, харчову та біологічну цінність БКЕ;
- дослідити вплив БКЕ на стан вологи в БН;
- встановити закономірності процесу тістоутворення борошняних сумішей з використанням БКЕ та його вплив на реологічні параметри тіста і якість БН;
- визначити вплив БКЕ на стан вологи в БН та встановити його вплив на термін збереження свіжості бісквітного напівфабрикату;
- обґрунтувати розробку технології безглютенового бісквітного напівфабрикату з використанням БКЕ;
- дослідити механізм стабілізації пінної системи бісквітного тіста з використанням БКЕ;
- науково обґрунтувати та розробити технологію виробництва бісквітного напівфабрикату з використанням БКЕ, вивчити споживні властивості нової продукції за органолептичними, фізико-хімічними, мікробіологічними показниками та харчовою цінністю;
- провести комплекс організаційно-технологічних заходів з впровадження результатів дослідження у виробництво та освітній процес, визначити соціально-економічну доцільність застосування БКЕ у технології бісквітного напівфабрикату.

**Об'єкт дослідження** – технологія бісквітного напівфабрикату з використанням борошна кукурудзяного екструдованого.

**Предмет дослідження** – борошно кукурудзяне екструдоване, борошняні суміші пшеничного борошна вищого сорту та борошна кукурудзяного екструдованого, модельні харчові системи з цією сировиною, бісквітне тісто та бісквітні напівфабрикати.

**Методи дослідження:** стандартні методи дослідження органолептичних, фізико-хімічних, реологічних, мікробіологічних показників; аналітичні методи моделювання та планування експерименту, а також математичної обробки експериментальних даних з використанням сучасних комп'ютерних програм.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Уперше обґрунтовано та експериментально доведено технологічну доцільність використання БКЕ в технології БН з позицій стабілізації реологічних властивостей бісквітного тіста, що пов'язано з механізмом перерозподілу вологи в системі.

*Уперше:*

– встановлено технологічні параметри використання БКЕ в технології БН з урахуванням реологічних властивостей модельних систем на основі борошняних сумішей;

– науково обґрунтовано закономірності впливу біополімерів БКЕ на процес тістоутворення пшеничного тіста на основі сумішей пшеничного борошна та БКЕ;

– встановлено вплив БКЕ на процес стабілізації пінної системи бісквітного тіста та формування пористої структури БН;

– встановлено та науково-обґрунтовано закономірності впливу БКЕ на механізм перерозподілу форм зв'язку вологи в БН, що за рахунок збільшення кількості міцно зв'язаної вологи сприяє подовженню термінів його зберігання;

– науково обґрунтовано технологію БН з використанням БКЕ, в основі якої лежить стабілізація реологічних властивостей бісквітного тіста.

*Набули подальшого розвитку та узагальнення рекомендації з застосування БН з використанням БКЕ у складі виробів, які є технологічним підґрунтям для розробки широкого асортименту кулінарної продукції з покращеними органолептичними показниками та для безглютенового харчування.*

**Практичне значення одержаних результатів.** Розроблено рецептурний склад та технологію виробництва БН з використанням БКЕ та асортимент нової продукції. Розроблено та затверджено технологічну та нормативну документацію, що регламентує технологічний процес виробництва та вимоги до якості й безпечності БН з використанням БКЕ ТУ У 10.7-01566330-305:2014 «Бісквітний напівфабрикат «Сонечко» та «Безглютеновий»» та відповідну технологічну інструкцію.

**Реалізація роботи.** Розроблена технологія БН з БКЕ пройшла виробничу апробацію. Здійснено впровадження нової технології в ПП «Войтович С.М.» (м. Тернопіль, акт від 15.10.2015 р.), випущено дослідно-промислові партії напівфабрикатів. Результати дисертаційної роботи впроваджено в навчальний процес Харківського державного університету харчування та торгівлі (акт від 21.11.2016 р.).

**Особистий внесок здобувача** полягає в аналізі й науковому обґрунтуванні проблеми, формуванні мети та задач для її вирішення, у плануванні та застосуванні відповідних методик дослідження, аналізі та обробці одержаних результатів, формуванні висновків, публікації узагальнених даних експериментальних досліджень, підготовці та складанні заявок для отримання патентів на корисну модель, розробці нормативної та технологічної документації, підготовці та проведенні заходів з упровадження отриманих експериментальних даних досліджень у виробничий та освітній процес.

**Апробація результатів дослідження.** Основні положення дисертаційної роботи, доповідались, обговорювались та були схвалені на Всеукраїнській науково-практичній конференції «Торгівля та готельно-ресторанний бізнес: інноваційний

розвиток в умовах глобалізації» (м. Харків, 2012 р.), ІХ Міжнародній науково-технічній конференції «Техника и технология пищевых производств» (м. Могилів, 2013 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність» (м. Харків, 2014 р.), Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Інноваційні технології в харчовій промисловості та ресторанному господарстві», (м. Харків, 2014 р.), а також щорічних наукових конференціях професорсько-викладацького складу та аспірантів ХДУХТ (м. Харків, 2012–2017 рр.), щорічних міжнародних науково-технічних конференціях «Стан і перспективи харчової науки та промисловості» ТНТУ імені Івана Пулюя (м. Тернопіль, 2015–2018 рр.).

Розроблена продукція демонструвалась і отримала високу оцінку фахівців на виставках наукових досягнень ХДУХТ (м. Харків, 2012–2017 рр.), демонструвалась на Міжнародній виставці «Продукти харчування» (м. Харків, 2012 р.), проекті «Ніч науки» (м. Харків, 2013 р.).

**Публікації.** За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 20 наукових праць, в тому числі: 7 статей, з яких 6 – у наукових фахових виданнях України (з них 5 включено до міжнародних наукометричних баз даних), 1 – у періодичному виданні іншої держави з наряду, із якого підготовлено дисертацію, 2 патенти України на корисну модель, 11 тез доповідей та матеріалів конференцій.

**Структура та обсяг дисертаційної роботи.** Дисертаційна робота складається із анотації, вступу, 5 розділів, висновків, 6 додатків, списку використаних джерел, що включає 204 найменування (з них 48 зарубіжних). Матеріали дисертації викладено на 151 сторінці друкованого тексту, містить 36 таблиць і 29 рисунків.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету та завдання дослідження, визначено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, наведено відомості про їх апробацію й реалізацію, публікації автора за темою дисертаційної роботи.

У **першому розділі** «Сучасні тенденції виробництва бісквітного напівфабрикату та перспективи використання у його складі борошна кукурудзяного екструдованого» аналітичним шляхом обґрунтовано доцільність розробки технології бісквітного напівфабрикату з використанням борошна кукурудзяного екструдованого, наголошено на перспективності розробки технології безглютенового бісквітного напівфабрикату.

У **другому розділі** «Організація, предмети, матеріали та методи дослідження» наведено характеристику предметів, матеріалів і методів досліджень, розроблено програму теоретичних і експериментальних досліджень.

У дисертаційній роботі дослідження проводилися за загальноприйнятими, стандартизованими та оригінальними методами.

Кількість і якість клейковини визначали за стандартизованою методикою. Фізичні властивості клейковини досліджували на приладі ВДК-5. Вивчення структурно-механічних властивостей проводили за допомогою: фаринографа фірми

«Брабендер», альвеографа «Chopin», ротаційного віскозиметра «Реотест-2», пенетрометра «Labog». Пористість випечених напівфабрикатів досліджували за допомогою приладу Журавльова. Дослідження вологоутримувальної здатності борошняних сумішей проводили методом центрифугування. Визначення стану і форм зв'язку води проводили методом ядерно-магнітного резонансу та термогравіметричним методом на дериватографі Q 1500D. Вміст білка і сумарну кількість азоту визначали за допомогою методу К'ельдаля. Фракційний склад білка визначали за методом Осборна. Амінокислотний склад білків визначали методом рідинної хроматографії. Амінокислотний скор білків розраховували шляхом порівняння їх скорів з еталонним білком, запропонованим ФАО/ВООЗ. Вміст золи, вітамінів, мінеральний склад і мікробіологічні показники визначали за стандартними методиками. Вивчення мікроструктури проводили за допомогою цифрового мікроскопа. Органолептичне оцінювання якості готових напівфабрикатів з використанням БКЕ здійснювали методом профільного аналізу. Економічну ефективність наукового дослідження визначали за чинними в галузі методиками.

Математичну обробку отриманих результатів експериментальних досліджень здійснювали з використанням комп'ютерних програм: Microsoft Excel, Corel Draw, Math CAD.

У **третьому розділі** «Наукове обґрунтування технологічних параметрів стабілізації бісквітного тіста з використанням борошна кукурудзяного екструдованого» внаслідок вивчення функціонально-технологічних, низки реологічних властивостей БКЕ та борошняних сумішей з пшеничним борошном, обґрунтовано доцільність вибору рецептурних інгредієнтів дослідної модельної системи – бісквітне тісто на основі борошняної суміші із співвідношенням борошна пшеничного та БКЕ 80:20 мас.% та з повною заміною пшеничного борошна на БКЕ (100 мас.%). Встановлено, що у БКЕ вміст клітковини становить 1%, що у 10 разів більше, ніж у борошні пшеничному. БКЕ містить білки – проламінової та глютенінової фракції, але вони не утворюють клейковину подібно до білків пшениці. Це дозволило рекомендувати використання БКЕ у виробництві безглютенового бісквітного напівфабрикату.

Робоча гіпотеза – розробка технології БН з використанням БКЕ, в основі технології стабілізація реологічних властивостей бісквітного тіста, що ґрунтується на властивостях крохмалю БКЕ, добре розвинута дрібнопориста структура БН, БН – безглютеновий, БН з використанням БКЕ, технологічні властивості якого дозволяють використовувати його, як основу для солодких кулінарних та кондитерських виробів.

Дослідженнями реологічних показників тіста (табл. 1) на основі борошняних сумішей з різним вмістом БКЕ, встановлено, що в міру додавання БКЕ спостерігається тенденція до розрідження тіста до 190 од. пр., коли у контрольному зразку цей показник рівний 40 од. пр., що може бути наслідком розчинення набухлих зерен крохмалю, а також розчинення декстринів, що утворились під час екструзійної обробки борошна кукурудзяного.

Разом з тим, показник водопоглинальної здатності тіста у зразка з вмістом БКЕ 20 мас.% збільшується на 3%, що пов'язано із підвищеною водопоглинальною здатністю крохмалю та білків БКЕ, у порівнянні з крохмалем та білками

пшеничного борошна. Аналіз фаринограм свідчить, що додавання БКЕ зменшує час утворення тіста, впродовж якого консистенція його досягає максимуму, в два рази, що сприятиме оптимізації технологічного процесу на етапі замісу тіста та дозволяє використовувати його в технології бісквітного напівфабрикату. При цьому загальна валориметрична оцінка тіста з борошняної суміші за ПБ:БКЕ 80:20 мас.% погіршується лише на 7%, що допускається для виробництва БН.

Таблиця 1

### Реологічні властивості тіста із суміші ПБ та БКЕ

Показник	Контроль	ПБ:БКЕ			
		95:5	90:10	85:15	80:20
Показники фаринографа					
Вміст сирової клейковини, %	23,0±0,5	21,86±0,5	20±0,3	19,5±0,5	17,7±0,4
Величина деформації клейковини, од. пр.	60±1,5	61±1,4	62±1,4	63,5±1,4	65±1,7
Водопоглинальна здатність, %	53,0±1,3	54,3±1,4	54,8±1,4	55,5±1,5	56,3±1,5
Час утворення тіста, хв	5,5±0,1	5,0±0,2	4,0±0,1	3,0±0,2	2,5±0,05
Розрідження од. пр.	40±0,8	125±2,5	175±3,5	175±3,5	190±4,0
Валориметрична оцінка по Брабіндеру, од. пр.	53±1,5	50±1,5	49±1,3	48±1,4	46±1,1
Вологість тіста, %	10,4±0,3	10,8±0,3	11,2±0,4	11,5±0,5	11,8±0,4

Амілографічними дослідженнями (рис. 1) борошняних сумішей показано, що температура початку клейстеризації складає для ПБ – 60°C, а для БКЕ – 50°C. Таким чином, встановлено, що використання сумішей пшеничного борошна і БКЕ у виробництві БН дозволить продовжити строк збереження свіжості останніх, оскільки, початкова температура клейстеризації крохмальної суспензії сумішей та самого БКЕ нижча ніж у контрольного зразка.

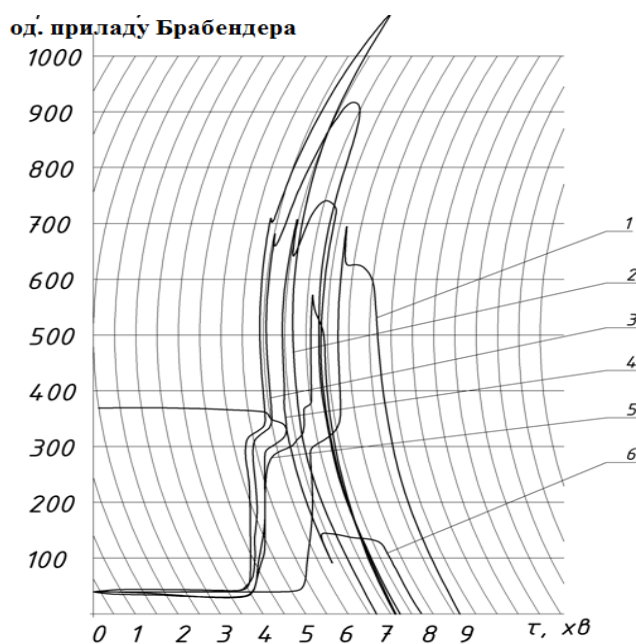


Рис. 1. Амілограми борошняних сумішей із ПБ та БКЕ у співвідношеннях:

- 1 – ПБ – 100 мас.%;
- 2 – ПБ:БКЕ – 95:5 мас.%;
- 3 – ПБ:БКЕ – 90:10 мас.%;
- 4 – ПБ:БКЕ – 85:15 мас.%;
- 5 – ПБ:БКЕ – 80:20 мас.%;
- 6 – БКЕ – 100 мас.%



За додавання 100 мас.% БКЕ амілограма (рис. 1) показує нижчу максимальну в'язкість порівняно з ПБ, проте, демонструє здатність до збереження максимальної в'язкості системи. Очевидно, це пов'язано з тим, що крохмаль під час набухання та клейстеризації зв'язує достатню кількість води, що знаходиться у вільному стані в тісті та звільняється під час коагуляції білкових речовин необхідну для утворення вологого м'якуша бісквітного напівфабрикату.

У ході вивчення форм зв'язку вологи встановлено, що підвищення значень вологоутримуючої здатності (ВУЗ) і зниження молекулярної рухливості вологи бісквітного тіста відбувається за наявності БКЕ. Зі збільшенням частки БКЕ в суміші ВУЗ зростає для зразка за співвідношення БКЕ:ПБ 20:80 мас.% у два з половиною рази, та у три рази для зразка з використанням 100 мас.% БКЕ. Така тенденція зміни пояснюється, зокрема, набуханням цілих зерен крохмалю внаслідок поглинання та утримування вологи, що зумовлює розширення крохмальних зерен, при цьому вільні полімери крохмалю розчиняються, утворюючи дисперсну систему.

На даних мікроструктури бісквітного тіста (рис. 2.) видно, що структура дослідних зразків має вигляд піни. У контрольного зразка (а) з вмістом ПБ та крохмалю видно, що розміри утворених бульбашок повітря мають велику різницю в діаметрах, тобто одні бульбашки практично в два рази більші за інші. Однією з причин руйнування піни є дифузія газу між бульбашками, і визначається вона тиском всередині бульбашок. Для порівняння, у зразку бісквітного тіста з використанням БКЕ 100 мас.% бульбашки піни практично однакових розмірів, крім цього, помітно, що між ними утворилися канали (рис. 2), які сприяють вирівнюванню тиску повітря всередині пінної системи бісквітного тіста, що сприяє стабілізації піни. Для зразка з вмістом БКЕ 20 мас.% характерним є також практично однаковий розмір бульбашок газу, що призводить до покращення структурно-механічних характеристик готового БН.

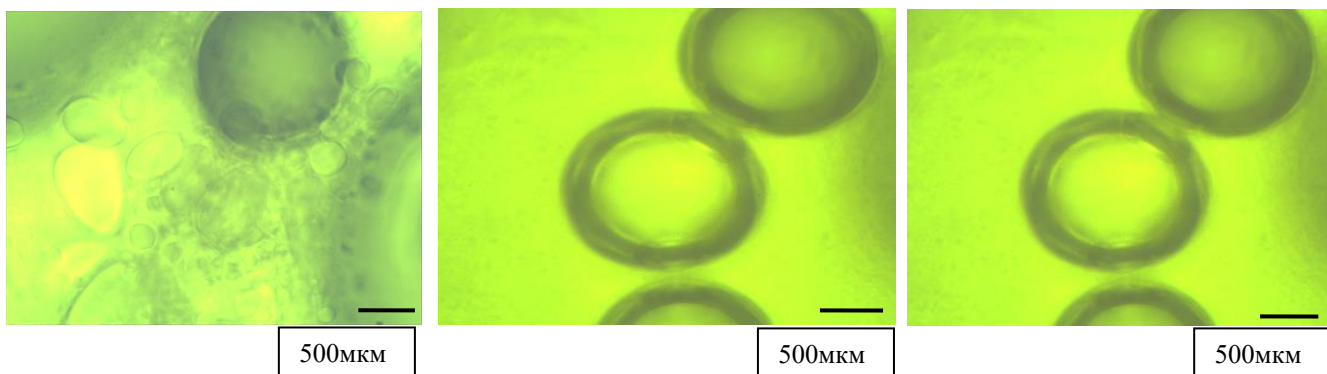


Рис. 2. Мікроструктура (1:1000) зразків бісквітного тіста з вмістом ПБ та БКЕ у співвідношеннях: а) ПБ – 100 мас.%; б) ПБ:БКЕ – 80:20 мас.%; в) БКЕ – 100 мас.%

Узагальнивши результати проведених досліджень, зроблено висновок, що раціональним є рецептурний склад БН з використанням БКЕ за вмісту 20 мас.% та 100 мас.%. Збільшення вмісту БКЕ вище 20 мас.% має негативний вплив на реологічні характеристики БН.

У четвертому розділі «Розробка технології бісквітного напівфабрикату з використанням борошна кукурудзяного екструдованого» з урахуванням здійснених досліджень впливу технологічних чинників на БН, що прямо впливають на об'ємний вихід і форму готових виробів, структуру їх пористості, а також характер реологічних властивостей тіста та напівфабрикатів, науково обґрунтовано технологію виробництва БН з використанням БКЕ.

Дослідженнями впливу БКЕ на втрату маси бісквітного тіста під час випікання встановлено, що додавання БКЕ зменшує втрати маси БН під час випікання. Зокрема, додавання БКЕ в кількості 100 мас.% знижує втрати маси виробів під час випікання на 20,0...22,0% (рис. 3). Це пов'язано з гідрофільними властивостями БКЕ зв'язувати та міцніше утримувати вологу.

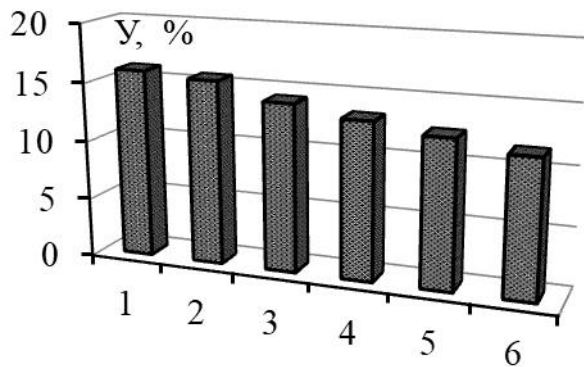


Рис. 3. Вплив БКЕ на упікання зразків:

- БН №1 – контроль;
- №2 – ПБ:БКЕ – 95:5 мас.%;
- №3 – ПБ:БКЕ – 90:10 мас.%;
- №4 – ПБ:БКЕ – 85:15 мас.%;
- №5 – ПБ:БКЕ – 80:20 мас.%;
- №6 – ПБ:БКЕ – 0:100 мас.%

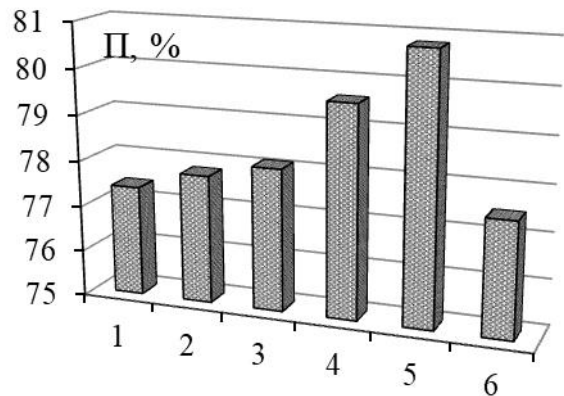


Рис. 4. Вплив БКЕ на пористість зразків:

- БН №1 – контроль;
- №2 – ПБ:БКЕ – 95:5 мас.%;
- №3 – ПБ:БКЕ – 90:10 мас.%;
- №4 – ПБ:БКЕ – 85:15 мас.%;
- №5 – ПБ:БКЕ – 80:20 мас.%;
- №6 – ПБ:БКЕ – 0:100 мас. %

Оскільки вологість БН з використанням БКЕ зростає, нами визначено втрату вологи (всихання) після вистигання (через  $1 \cdot 60^2$ с) та вплив додавання БКЕ на втрату вологи після вистоювання за температури  $20 \pm 1^\circ\text{C}$  (через  $8 \cdot 60^2$ с). Встановлено, що зі збільшенням частки БКЕ зменшується втрата маси напівфабрикатом: через одну годину вистоювання – на 8...20%, а через  $8 \cdot 60^2$ с – на 18...39%.

Експериментально встановлено, що використання БКЕ сприяє підвищенню показника пористості БН на 2...4%, а при додаванні БКЕ 100 мас.% пористість дещо знижується, але залишається на рівні контрольного зразка (рис. 4).

В рамках вивчення впливу форм зв'язку вологи на формування структури БН з використанням БКЕ за допомогою методу диференціально-термічного аналізу отримані криві в координатах  $\alpha$ -t (рис. 5), що характеризують різні форми взаємодії води та сухих речовин у БН.

Встановлено, що використання БКЕ викликає перерозподіл форм зв'язку вологи. Зменшується кількість механічно-, адсорбційно- і осмотично зв'язаної

вологи та збільшується кількість зв'язаної води: до 25,6%, для зразка з вмістом БКЕ 20 мас.%, та більше 27,2% з вмістом БКЕ 100 мас.%.

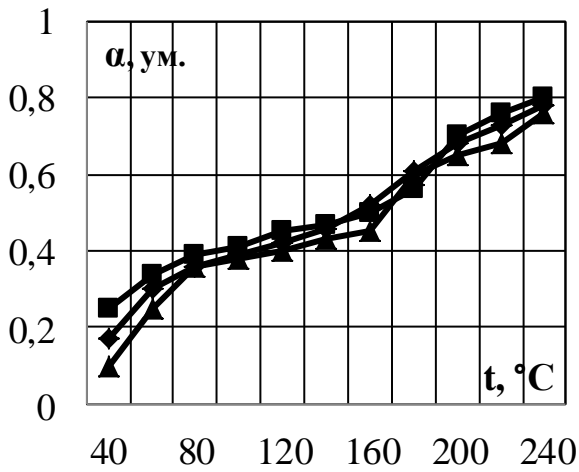


Рис. 5. Зміна маси зразків від температури БН:

- ◆ – контроль;
- – БКЕ:ПБ – 20:80 мас.%;
- ▲ – БКЕ:ПБ – 100:0 мас.%

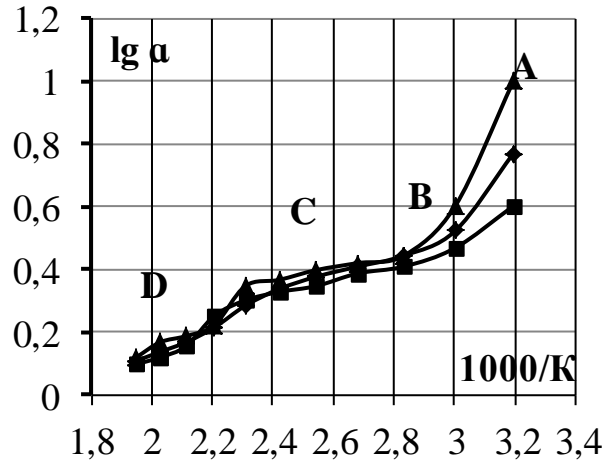


Рис. 6. Залежність логарифма ступеня змін маси зразків від температури БН:

- ◆ – контроль;
- – БКЕ:ПБ – 20:80 мас.%;
- ▲ – БКЕ:ПБ – 100:0 мас.%.

Додавання БКЕ сприяє зниженню швидкості випаровування води в дослідних зразках, що є досить важливим технологічним чинником під час зберігання БН (табл.2.)

Таблиця 2

### Зміни швидкості втрати води бісквітного напівфабрикату під час зберігання

Зразки	Швидкість випаровування води за температурного інтервалу, мг/град			
	75...120°C	120...210°C	210...280°C	280...400°C
Тривалість зберігання 24×60 <sup>2</sup> с				
Контроль	41,5±0,9	3,0±0,06	2,0±0,05	3,8±0,07
«Сонечко»	69,0±1,5	2,8±0,05	4,2±0,08	4,5±0,09
«Безглютеновий»	38,0±1,0	3,0±0,06	3,4±0,06	4,4±0,09
Тривалість зберігання 48×60 <sup>2</sup> с				
Контроль	51,1±0,9	5,5±0,11	4,8±0,1	4,4±0,09
«Сонечко»	66,0±1,4	4,0±0,07	5,4±0,13	6,0±0,12
«Безглютеновий»	36,0±0,9	3,6±0,06	6,0±0,12	6,4±0,13
Тривалість зберігання 72×60 <sup>2</sup> с				
Контроль	69,6±1,5	4,1±0,08	3,8±0,07	3,9±0,08
«Сонечко»	55,0±1,1	4,0±0,08	3,7±0,07	4,0±0,08
«Безглютеновий»	37,0±0,9	3,5±0,07	4,0±0,08	4,0±0,08

Встановлено, що в контролі через 24×60<sup>2</sup> с зберігання швидкість на 8,4% більша ніж у зразка «Безглютеновий», через 48×60<sup>2</sup> с вона зростає на 30%, а через 72×60<sup>2</sup> с – ще на 47%. Зі збільшенням кількості БКЕ зростає кількість сильно

зв'язаної вологи, яка видаляється із системи у діапазоні від 210 до 308°C, що сприяє покращенню технологічних характеристик БН під час його зберігання.

Через 72×60<sup>2</sup>с кількість втраченої вологи у кожного дослідного зразка стала приблизно такою, як у контрольного зразка через перші 48×60<sup>2</sup>с зберігання. Слід зауважити, що за 72×60<sup>2</sup>с зберігання вироби з БКЕ втрачають практично на 25% менше вологи порівняно з контролем.

Для визначення раціонального співвідношення компонентів безглютенового БН (вмісту цукру, ячного меланжу) проведено повнофакторний експеримент. У межах двофакторної моделі використано методику моделювання вмісту вологи, густини, пористості та упікання від вмісту ячного меланжу, цукру та БКЕ. Математична обробка результатів експериментальних досліджень дозволила отримати поверхні відгуку, за якими визначено раціональний вміст рецептурних компонентів, який забезпечує оптимальні значення густини, упікання, пористості та вмісту вологи від параметрів вмісту яйцепродуктів, цукру та борошна.

Як свідчать результати оптимізації, БН з використанням БКЕ має наступні інтервали оптимізаційних параметрів: 100% – заміна пшеничного борошна на БКЕ із кількісним співвідношенням рецептурних компонентів «яйця: цукор: борошно» 2,1:1:1,02, тобто при  $x_1=51\%$ ,  $x_2=24,4\%$ , та вмісті БКЕ 24,6%, із точністю 0,4%, 0,14% та 0,12% відповідно, досягаються найкращі показники упікання, пористості, густини тіста та вмісту вологи.

Проведення математичної обробки результатів дослідження дозволили розробити рецептуру БН, що отримали назву «Безглютеновий».

Проведений комплекс теоретичних та експериментальних досліджень дозволив розробити технологічні схеми виробництва БН з використанням БКЕ «Сонечко» у співвідношенні БП та БКЕ 80:20 мас.% та «Безглютеновий» із повною заміною БП на БКЕ.

На рис. 7 наведено технологічну схему виробництва БН «Безглютеновий».

Технологічний процес виробництва БН «Сонечко» відрізняється від «Безглютенового» лише вмістом пшеничного борошна (20 мас.%) та додатковою технологічною операцією змішування БП та БКЕ.

Розроблені технології БН можуть бути рекомендовані для виготовлення широкого асортименту бісквітних виробів (тортів, тістечок, рулетів, кейк-попсів та кейк-болів тощо). Напівфабрикат «Сонечко» можна використовувати, зокрема як, так званий «сухий бісквіт», печиво савоярді у кулінарній продукції. Слід відмітити, що випечений напівфабрикат «Безглютеновий» під час виробництва борошняних кондитерських виробів на його основі не потребує просочування сиропом.

Для визначення допустимого терміну зберігання важливим є вивчення мікробіологічних показників бісквітних напівфабрикатів за умов зберігання у герметичній полімерній упаковці. Аналіз експериментальних даних свідчить, що мікробіологічні показники бісквітних напівфабрикатів з використанням БКЕ перебувають у межах допустимих значень, регламентованих нормативною документацією.

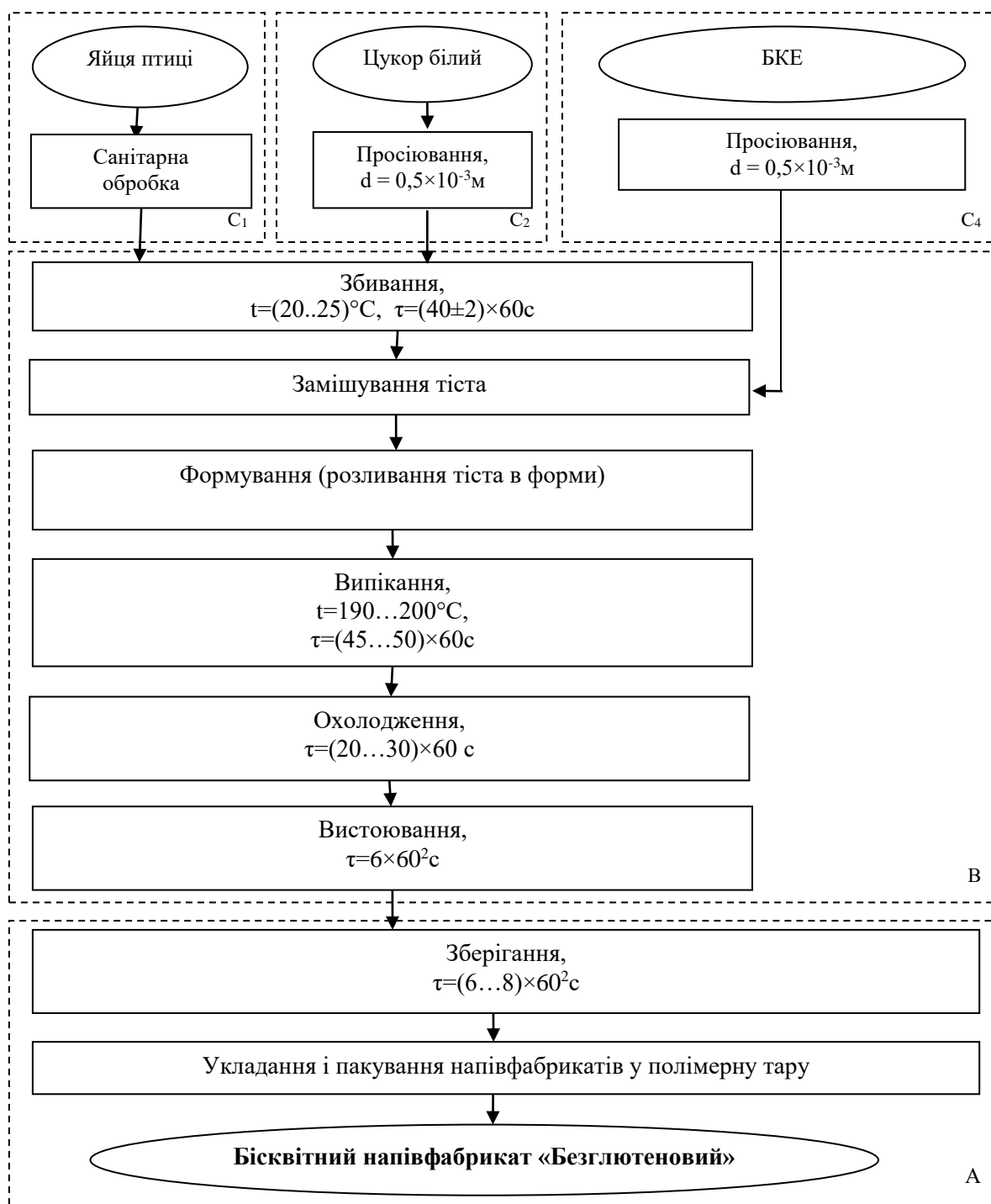


Рис. 7. Технологічна схема виробництва бісквітного напівфабрикату з використанням БКЕ «Безглютеновий»

Важливим для характеристики харчових продуктів, окрім технологічних показників, є органолептичні показники бісквітних напівфабрикатів з використанням БКЕ. За результатами дегустації встановлено, що в міру збільшення кількості БКЕ смак і запах готового виробу не погіршується, а навпаки, відчувається яскраво виражений присмак БКЕ, отриманий продукт має приємний смак, запах та консистенцію. Зовнішній вигляд бісквітного напівфабрикату з використанням БКЕ передбачає виріб заданої форми без тріщин на поверхні з чистою або оздобленою поверхнею. Колір бісквітного напівфабрикату насичений, однорідний та

натуральний, для «Безглютенового» дещо жовтіший притаманний БКЕ. Дрібно-пористий еластичний м'якуш, без слідів непромісу, зберігає форму після вистоювання. Смак та запах бісквітного напівфабрикату з використанням БКЕ збалансований, чистий, залишає приємний післясмак, для «Безглютенового» смак та запах притаманний кукурудзяним екструдованим виробам.

Оцінку органолептичних показників БН «Сонечко» та «Безглютеновий» у порівнянні із контрольним зразком профільним методом наведено на рис. 8.

Представлений технологічний процес виробництва БН з використанням БКЕ не потребує суттєвих змін в організації роботи кондитерського цеху та може бути реалізований як в спеціалізованих цехах, так і в умовах закладів ресторанного господарства.

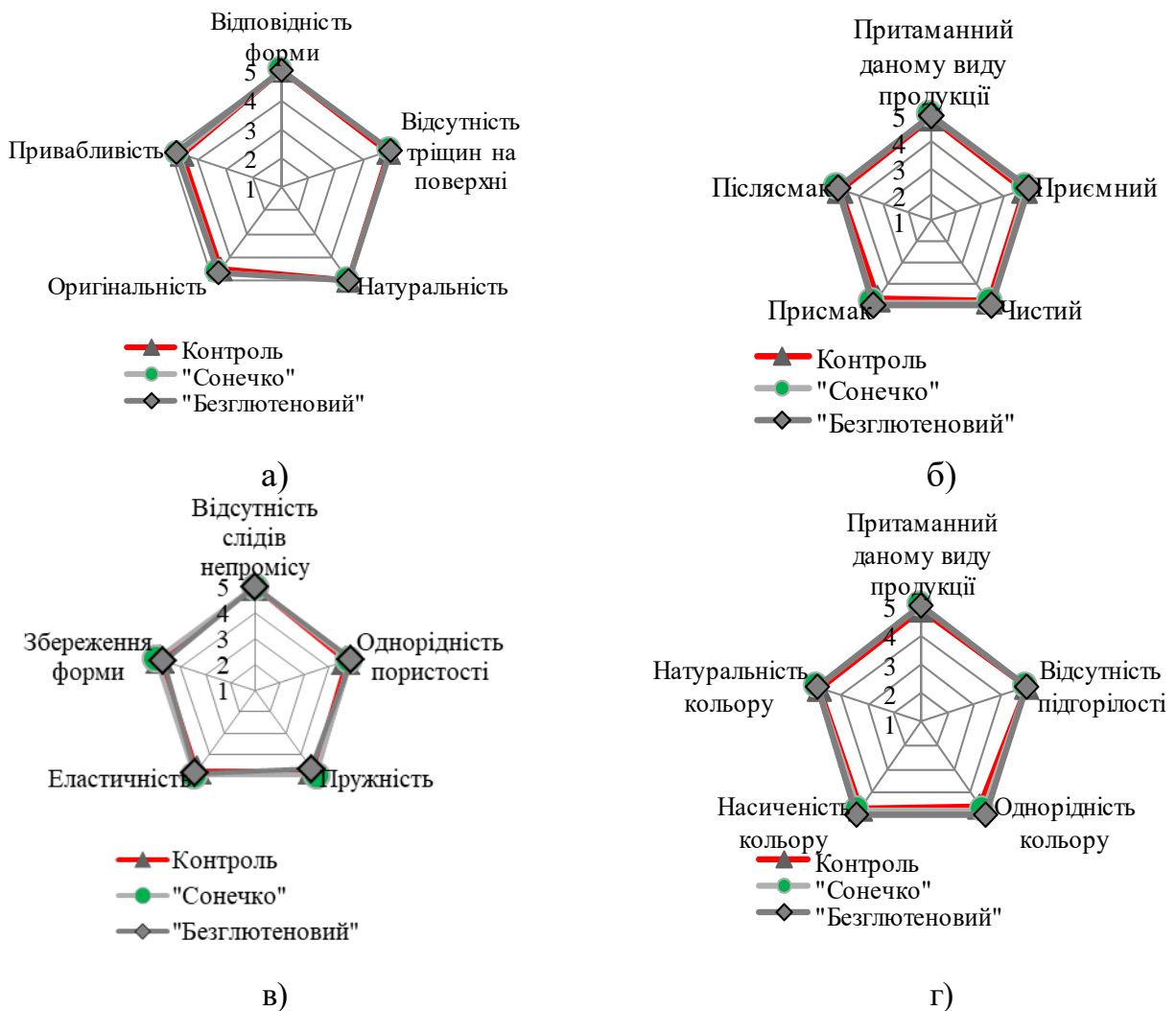


Рис. 8. Органолептичні профілі бісквітного напівфабрикату: а) – зовнішній вигляд; б) – колір; в) – вигляд напівфабрикату на розрізі; г) – смак та запах

На основі БН з використанням БКЕ запропоновано широкий асортимент кулінарної продукції. Солодкі страви з використанням БН з БКЕ можна класифікувати за функціональним призначенням БН:

- бісквітний напівфабрикат з використанням БКЕ є основою у солодкій (десертній) страві, на якій розташовується начинка;
- бісквітний напівфабрикат є прошарком між одним або різними видами наповнювача.

Солодкі страви готуються безпосередньо в споживчій тарі (креманках), що дозволяє використовувати широкий асортимент кремових начинок з різними структурно-механічними властивостями. Таким чином, можна отримати пошарові солодкі страви, що складаються з кількох шарів крему та бісквітного напівфабрикату. Крім цього, креми можуть використовуватися як наповнювачі, а також як оздоблення поверхні страви. На основі аналітичних досліджень визначено асортимент солодких страв, в яких може бути застосований БН з використанням БКЕ.

У п'ятому розділі «Розрахунок ефективності наукової розробки» розрахунковим методом основних статей економічних критеріїв розраховано і доведено доцільність виробництва науково обґрунтованої технології бісквітного напівфабрикату з використанням БКЕ. Прогнозована відпускна ціна за 1 кг БН із використанням БКЕ на ринку становить 27,45 грн. Визначено, що за впровадження технології відбувається зниження відпускної ціни БН «Сонечко» на 17,5% порівняно з контролем, а для БН «Безглутенового» відбувається відносне зростання відпускної ціни на 51,2% за збільшення комплексного показника якості на 24%.

## ВИСНОВКИ

1. Аналітичний огляд літератури та узагальнення науково-технічної інформації з досліджуваної тематики дозволили проаналізувати сучасні тенденції розвитку технології БН та визначити, що перспективним напрямом є дослідження технологічних показників борошна кукурудзяного екструдованого (БКЕ) та його використання в технології БН для кулінарних та кондитерських виробів за обґрунтованих параметрів.

2. З метою визначення харчової цінності БКЕ досліджено його хімічний склад, харчову та біологічну цінність. Встановлено, що у БКЕ вміст клітковини становить 1%, що у 10 разів більше, ніж у борошні пшеничному. БКЕ містить білки – проламінової та глютенінової фракції, але вони не утворюють клейковину подібно до білків пшениці. Це дозволило рекомендувати використання БКЕ у виробництві безглутенового бісквітного напівфабрикату.

3. Встановлено закономірності процесу тістоутворення борошняних сумішей з використанням різних концентрацій БКЕ та його вплив на реологічні параметри тіста і якість бісквітного напівфабрикату. Дослідження концентрацій БКЕ від 5 мас.% до 20 мас.% в борошняних сумішах показало, що час утворення тіста зменшується в два рази, а водопоглинальна здатність підвищується на 3%. Встановлено, що борошняна суміш, яка містить 20 мас.% БКЕ, може бути рекомендована для бісквітного напівфабрикату, оскільки загальна валориметрична оцінка тіста погіршується лише на 7%, що виключає необхідність введення крохмалю картопляного для ослаблення клейковини.

4. Досліджено вплив БКЕ на динаміку зміни стану вологи в бісквітному тісті. Встановлено, що із додаванням БКЕ в системі бісквітного тіста сприяє зв'язуванню

вологи і в свою чергу свідчить про тенденцію утримування більшої кількості вологи у готовому бісквітному напівфабрикаті з використання БКЕ, що сприяє продовженню термінів збереження свіжості готового бісквітного напівфабрикату.

5. Дослідження вологоутримуючої здатності та впливу концентрацій БКЕ у борошняних сумішах від 5 мас.% до 100 мас.% на стан вологи в бісквітному напівфабрикаті показало, що використання БКЕ викликає перерозподіл форм зв'язку вологи. Зменшується кількість механічно-, адсорбційно- і осмотично зв'язаної вологи та збільшується кількість зв'язаної вологи: до 22,8%, 25,6%, 27,2% для зразків з вмістом БКЕ 20 мас.% та 100 мас.% відповідно. Встановлений факт дозволив передбачити роль БКЕ у продовженні терміну збереження свіжості бісквітного напівфабрикату.

6. Шляхом повнофакторного експерименту одержано рівняння регресії та поверхні відгуку, на підставі яких було оптимізовано рецептурний склад та розробити технологію безглютенового бісквітного напівфабрикату на основі 100% заміни пшеничного борошна на БКЕ із кількісним співвідношенням рецептурних компонентів «яйця: цукор: борошно» 2,1:1:1,02. Таким чином, було встановлено відсоткове співвідношення основних рецептурних компонентів: вміст яйцепродуктів 51 %; вміст цукру білого 24,4% та вміст БКЕ 24,6%.

7. Дослідження мікроструктури бісквітного тіста та напівфабрикату з використанням БКЕ дозволило обґрунтувати закономірності стабілізації пінної системи бісквітного тіста з використання БКЕ. Встановлено, що повна заміна пшеничного борошна на БКЕ впливає на стійкість піни бісквітного тіста таким чином, що вона зростає майже на 40%.

8. На основі дослідження органолептичних та мікробіологічних показників обґрунтовано терміни зберігання нової продукції впродовж 30 діб за температури 20°C та відносної вологості повітря не вище 75%.

9. З використанням системного підходу, на основі узагальнення аналітичних та експериментальних досліджень науково обґрунтовано технологію БН з використанням БКЕ, яку нормативно закріплено у ТУ У 10.7-010566330-305:2014 «Бісквітний напівфабрикат «Сонечко» та «Безглютеновий» та ТІ до ТУ У 10.7-010566330-305:2014, що регламентують процес виробництва продукту.

10. Проведено комплекс організаційно-технологічних заходів з впровадження результатів дослідження у виробництво ПП «Войтович С.М.» та освітній процес ХДУХТ. Визначено, що за впровадження технології відбувається зниження відпускної ціни бісквітного напівфабрикату «Сонечко» на 17,5 % порівняно з контролем, а для БН «Безглютенового» відбувається відносне зростання відпускної ціни на 51,2% за збільшення комплексного показника якості на 24%.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Tetiana Lisovska, Olga Rybak, Mykola Kuhtyn, Nina Chorna. Investigation of water binding in sponge cake with extruded corn meal // Ukrainian Food Journal. 2015. Vol. 4. Is. 3. P. 413–422. **Стаття у виданні України, що включено до міжнародних наукометричних баз даних. Внесок здобувача: досліджено особливості вологоутримування бісквітного напівфабрикату з використанням БКЕ, здійснено аналіз одержаних закономірностей.**



2. Лисовская Т. О., Юкало В. Г., Черная Н. В. Изучение возможности использования экструдированной кукурузной муки в технологи бисквита для диетического питания // MAISTO CHEMIJA IR TECHNOLOGIJA. 2016. Т. 50, Nr. 1. С. 36–44. **Стаття у виданні Литви, що включено до міжнародних наукометричних баз даних.** *Внесок здобувача: досліджено особливості технології виготовлення та розроблено рецептуру бісквітного напівфабрикату безглютенового.*

3. Лісовська Т. О., Рибак О. М., Вічко О. І., Чорна Н. В. Термогравіметричний аналіз бісквітного напівфабрикату з кукурудзяним борошном у процесі зберігання // Продовольча індустрія АПК. 2016. №1-2. С. 23–28. **Стаття у виданні України, що включено до міжнародних наукометричних баз даних.** *Внесок здобувача: досліджено особливості вологоутримуючої здатності бісквітного напівфабрикату з використанням БКЕ, здійснено аналіз одержаних закономірностей і визначені тенденції впливу БКЕ на динаміку зміни якісних показників готового продукту в процесі зберігання.*

4. Лісовська Т. О., Чорна Н. В., Дьяков О. Г. Дослідження реологічних властивостей бісквітного тіста з використанням екструдованого кукурудзяного борошна // Східно-Європейський журнал передових технологій. 2016. № 2/11 (80). С. 19–23. **Стаття у виданні України, що включено до міжнародних наукометричних баз даних.** *Внесок здобувача: досліджено вплив БКЕ на в'язкість бісквітного тіста, та здатність БКЕ до утримання зв'язаної вологи.*

5. Лісовська Т. О., Чорна Н. В., Юкало В. Г. Вивчення структурно-механічних характеристик тіста на основі борошняних сумішей з екструдованим кукурудзяним борошном // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. 2016, Т.18, № 2 (68). С. 51–55. **Стаття у виданні України, що включено до міжнародних наукометричних баз даних.** *Внесок здобувача: досліджено структурно-механічні властивості тіста на основі борошняних сумішей з БКЕ та пшеничним борошном вищого сорту.*

6. Лісовська Т. О., Деркач А. В., Стадник І. Я. Вивчення можливості використання екструдованого кукурудзяного борошна в технології борошняних кондитерських виробів оздоровчого призначення // Наукові праці НУХТ. 2017, Т. 23, № 5, частина 2. С. 108–115. **Стаття у виданні України, що включено до міжнародних наукометричних баз даних.** *Внесок здобувача: досліджено мікробіологічні показники БКЕ та амілографічні дослідження тіста на основі борошняних сумішей з БКЕ та пшеничним борошном вищого сорту.*

7. Лісовська Т. О., Деркач А. В., Стадник І. Я., Сухенко Ю., Василів В. Екструдоване кукурудзяне борошно для дієтичного харчування // Продовольча індустрія АПК. 2017. №11–12. С. 40–43. **Стаття у виданні України, що включено до міжнародних наукометричних баз даних.** *Внесок здобувача: досліджено хімічний склад, біологічну цінність БКЕ та його використання у складі бісквітного напівфабрикату.*

8. Бісквітний напівфабрикат «Сонечко»: пат. на корисну модель № 87876 Україна, МПК А 23 G 3/00 // Лісовська Т.О., Чорна Н.В.; № u 201309850; заявл. 08.08.2013, опубл. 25.02.2014; Бюл. № 4. 5с. **Внесок здобувача: проведено**

*патентний пошук, здійснено комплекс досліджень з визначення оптимального вмісту БКЕ в технології бісквітного напівфабрикату, аналіз та систематизація результатів, підготовлено заявку на корисну модель.*

9. Склад бісквітного напівфабрикату безглютенового: пат. на корисну модель №108458, Україна, МПК А 23 D3/36 // Чорна Н. В., Лісовська Т. О.; № а 2014 11597; заявл. 27.10.2014; опубл. 25.07.2016, Бюл. № 14. 4 с. *Внесок здобувача: проведено патентний пошук, здійснено ряд експериментальних досліджень з розробки рецептури та вивчення якісних характеристик бісквітного напівфабрикату безглютенового, аналіз та систематизацію результатів, підготовлено заявку на корисну модель.*

10. Абазовік І. В., Лісовська Т. О., Чорна Н. В. Перспективи використання борошна кукурудзяного екструдованого в технології бісквітних напівфабрикатів // Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: тези доп. Всеукраїнської наук. конф. мол. учених і студ., 25 квітня 2012р. Х.: ХДУХТ, 2012. Вип. 1 (1-6). С. 3. *Внесок здобувача: досліджено можливість використання БКЕ у технології бісквітних напівфабрикатів.*

11. Лісовська Т. О., Чорна Н. В. Підвищення харчової цінності бісквітних напівфабрикатів шляхом використання борошна кукурудзяного екструдованого // Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: тези доп. Всеукраїнської наук. конф. мол. учених і студ., 25 квітня 2013р. Х.: ХДУХТ, 2013. Ч. 1.С.30. *Внесок здобувача: досліджено вміст макро- і мікроелементів БКЕ і проведено порівняльний аналіз з пшеничним борошном вищого сорту, що застосовується у технології бісквітного напівфабрикату.*

12. Лисовская Т. О., Черная Н. В. Исследование аминокислотного состава белков муки кукурузной экструдированой // Техника и технология пищевых производств: сб. науч. труд. / Могилевский государственный университет продовольствия. Могилев: 2013.Ч. 1. С. 144. *Внесок здобувача: досліджено якісні зміни білкових речовин БКЕ за зміною амінокислотного складу після екструзійної обробки.*

13. Лісовська Т. О., Шуранкова В. С., Чорна Н. В. Амілографічні дослідження борошняних сумішей // Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: тези доп. Всеукраїнської наук. конф. мол. учених і студ., 26 березня 2014р. Х.: ХДУХТ, 2014. Ч. 1. С. 22. *Внесок здобувача: досліджено температуру клейстеризації крохмалю, максимальну в'язкість водно-борошняних суспензій БКЕ та пшеничного борошна вищого сорту, проаналізовано можливість застосування борошняних сумішей в технології бісквітного напівфабрикату.*

14. Юкало В. Г., Лісовська Т. О., Кушнірук Н. В., Джур Я. Б. Вивчення можливості використання екструдованого кукурудзяного борошна в технології безглютенового бісквітного напівфабрикату // Міжнар. наук.-техн. конф. Стан і перспективи харчової науки та промисловості: тези доп., 8–9 жовтня 2015 р.: Тернопіль: ТНТУ, 2015. С. 71–72. *Внесок здобувача: досліджено можливість використання БКЕ в технології безглютенового бісквітного напівфабрикату.*

15. Лісовська Т. О., Чорна Н. В., Шпилик О. Б. Дослідження впливу екструдованого кукурудзяного борошна на реологічні показники бісквітного тіста // Міжнар. наук.-техн. конф. Стан і перспективи харчової науки та промисловості: тези доп., 8–9 жовтня 2015 р.: Тернопіль: ТНТУ, 2015. С. 29. *Внесок здобувача: досліджено виявлення впливу досліджуваних концентрацій БКЕ на реологічні показники бісквітного тіста за умов механічного впливу.*

16. Лісовська Т. О., Чорна Н. В. Вивчення впливу екструдованого кукурудзяного борошна на стан вологи в бісквітному тісті // Проблеми енергоефективності та якості в процесах сушіння харчової сировини: тези доп. Всеукраїнської наук.-практ. конф. мол. учених і студентів. Х.: ХДУХТ, 2017. С. 27–28. *Внесок здобувача: досліджено вплив додавання БКЕ на співвідношення вільної та зв'язаної вологи в бісквітному тісті.*

17. Лісовська Т. О., Хмаладзе Т. К., Чорна Н. В. Кваліметричне оцінювання якості бісквітних напівфабрикатів // Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: наукові пошуки молоді: тези доп. Всеукраїнська наук.-практ. конф. мол. учених і студентів. Х.: ХДУХТ, 2017. Ч. 1. С. 30–31. *Внесок здобувача: визначено комплексний показник якості бісквітних напівфабрикатів з використанням БКЕ.*

18. Лісовська Т. О., Шпилик О. Б., Джур Я. Б., Стадник І. Я. Вивчення економічної доцільності виробництва бісквітного напівфабрикату з використанням екструдованого кукурудзяного борошна // Міжнар. наук.-техн. конф. Стан і перспективи харчової науки та промисловості: тези доп., 11–12 жовтня 2017 р.: Тернопіль: ТНТУ, 2017. С. 95. *Внесок здобувача: вивчення економічного ефекту від застосування розробленої технології бісквітного напівфабрикату з використанням БКЕ.*

19. Лісовська Т. О., Деркач А. В., Кушнірук Н. В., Стадник І. Я. Вивчення екструдованого кукурудзяного борошна для створення борошняних кондитерських виробів оздоровчого призначення // Міжнар. наук.-техн. конф. Стан і перспективи харчової науки та промисловості: тези доп., 11–12 жовтня 2017 р.: Тернопіль: ТНТУ, 2017. С. 96. *Внесок здобувача: вивчення харчової та біологічної цінності БКЕ у порівнянні з пшеничним борошном з наступним застосуванням у технології бісквітного напівфабрикату з використанням БКЕ.*

20. Лісовська Т. О., Шпилик О. Б., Кушнірук Н. В., Чорна Н. В. Зміни показників якості бісквітного напівфабрикату з використанням екструдованого кукурудзяного борошна при зберіганні // Міжнар. наук.-техн. конф. Стан і перспективи харчової науки та промисловості: тези доп., 22–24 травня 2018 р.: Тернопіль: ТНТУ, 2018. С. 287. *Внесок здобувача: вивчення зміни показників втрати вологи та ступеню penetрації бісквітного напівфабрикату з використанням БКЕ.*

## АНОТАЦІЯ

Лісовська Т.О. Технологія бісквітного напівфабрикату з використанням борошна кукурудзяного екструдованого. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.16 – технологія харчової продукції. – Харківський державний університет харчування та торгівлі Міністерства освіти і науки України, Харків, 2018.

У дисертаційній роботі науково обґрунтовано технологію бісквітного напівфабрикату з використанням борошна кукурудзяного екструдованого.

Установлено закономірності впливу борошна кукурудзяного екструдованого на формування органолептичних, фізико-хімічних, реологічних показників бісквітного напівфабрикату. Досліджено механізм перерозподілу форм зв'язку вологи в бісквітному напівфабрикаті з використанням борошна кукурудзяного екструдованого. Науково обґрунтовано та розроблено технологію бісквітного напівфабрикату з використанням борошна кукурудзяного екструдованого у різних співвідношеннях з борошном пшеничним та повною заміною останнього, досліджено її функціонування як технологічної системи.

Одержано комплекс нових даних, що характеризують органолептичні, фізико-хімічні, реологічні, мікробіологічні показники, харчову цінність нової продукції, науково обґрунтовано термін зберігання.

Розроблено та затверджено нормативну та технологічну документацію, здійснено впровадження нових технологій на підприємствах галузі, розраховано економічний ефект від впровадження.

*Ключові слова:* борошно кукурудзяне екструдоване, бісквітний напівфабрикат, борошняні суміші, безглютеновий бісквітний напівфабрикат, бісквітне тісто.

## АННОТАЦІЯ

Лисовская Т.О. Технология бисквитного полуфабриката с использованием муки кукурузной экструдированной. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.16 – технология пищевой продукции. – Харьковский государственный университет питания и торговли Министерства образования и науки Украины, Харьков, 2018.

В диссертационной работе научно обоснована технология бисквитного полуфабриката с использованием муки кукурузной экструдированной.

Установлены закономерности влияния муки кукурузной экструдированной на формирование органолептических, физико-химических, реологических показателей бисквитного полуфабриката. Обоснован механизм перераспределения форм связи влаги в бисквитном полуфабрикате с использованием муки кукурузной экструдированной. Научно обоснована и разработана технология бисквитного полуфабриката с использованием муки кукурузной экструдированной в разных соотношениях с мукой пшеничной и полной заменой последнего, исследовано ее функционирование как технологической системы.

Получен комплекс новых данных, характеризующих органолептические, физико-химические, реологические, микробиологические показатели, пищевую ценность новой продукции, научно обоснован срок хранения.

Разработана и утверждена нормативная и технологическая документация, осуществлено внедрение новых технологий на предприятиях отрасли, рассчитан экономический эффект от внедрения.

*Ключевые слова:* мука кукурузная экструдированная, бисквитный полуфабрикат, мучные смеси, безглютеновый бисквитный полуфабрикат, бисквитное тесто.

## ANNOTATION

Lisovska T.O. The technology semi-finished sponge product using extruded corn flour. – Manuscript.

Thesis for the receiving a degree Candidate of Engineering Sciences on specialty 05.18.16 – Food Products Technology. – Kharkiv State University of Food Technology and Trade of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kharkiv, 2018.

The dissertation is devoted to the scientific substantiation and development of the technology of semi-finished biscuit product with the use of extruded corn flour (ECF).

The functional and technological, rheological, physical and chemical, organoleptic properties of ECF and flour mixes of high quality wheat flour, as well as semi-finished biscuit products using ECF, the conditions and storage periods have been investigated. It is analytically established and experimentally confirmed that the use of ECF in the semi-finished biscuit product instead of potato starch allows to enrich the nutrient composition of the semi-finished biscuit product, helps to stabilize the foam system of the biscuit dough, opens up the possibility of creating a biscuit gluten-free semi-product, and will allow the storage period of the semi-finished biscuit to be extended.

Based on theoretical and experimental research, the technology of semi-finished biscuit product with the use of extruded corn flour is scientifically grounded. As a result of solving the tasks of the dissertation research, the following new scientific results were obtained. For the first time: it was scientifically grounded the technology of semi-finished biscuit product using ECF, based on stabilization of rheological properties of biscuit pastry, based on the properties of ECF starch; the technological parameters of using ECF in the technology of semi-finished biscuit products are grounded taking into account the rheological properties of the model systems; the influence of the use of ECF on the mechanism of redistribution of forms of bonding of moisture in the semi-finished biscuit product is scientifically substantiated, which will allow to prolong the storage period of the semi-finished biscuit product; the regularities of the influence of ECF biopolymers on the stabilization of the foam system of the biscuit dough and the porous structure of the semi-finished biscuit product were determined; Using the methods of system analysis, there was scientifically grounded the technology of semi-finished biscuit product using ECF, the use of which, instead of potato starch, will enrich the nutritional composition of the semi-finished biscuit product, and expand the assortment by creating a semi-finished biscuit gluten-free product.

There came into action further development and generalization of the recommendation on the use of semi-finished biscuit products using ECF in the composition of products, which are the technological basis for the development of a wide range of culinary products with improved organoleptic characteristics and special dietary nutrition.

The study of the forms of bonding moisture in the semi-finished biscuit product, showed that the use of BCE causes the redistribution of forms of bonding moisture,

decreases the amount of mechanical, adsorption and osmotic-bound moisture and increases the number of tightly bound moisture: up to 22.8%, 25.6%, 27.2% for specimens containing BCE 20% and 100% respectively. As the amount of BCE increases, the amount of strongly bound moisture increases to 100%, which will help to extend the terms of preservation of freshness of the semi-finished biscuit product.

The technological schemes of production of semi-finished biscuit products using ECF: semi-finished biscuit product "Sonechko" and "Gluten free" were developed. The organoleptic, physico-chemical, rheological and microbiological indicators of the quality of the processed semi-finished biscuit products have been thoroughly analyzed, it has been established that the complex quality index for SFBP "Sonechko" is 16% higher than the quality of the control semi-finished product, and SFBP "Gluten-free" by 24%.

The main economic indicators of the new technology are calculated and the economic effect of the introduction into production is proved. It is established that the technology of semi-finished biscuit products using ECF is characterized by a high level of profitability. The final economic effect is the reduction of the selling price of the "Sonechko" semi-finished biscuit product on the proposed production technology by 17.5% in comparison with the control sample.

*Keywords:* corn flour extruded, sponge semi-finished products, flour mixes, biscuit gluten-free semi-product, biscuit dough.

Підписано до друку 16.11.2018 р.  
Формат 60×90 Папір ксероксний.  
Обл. вид. арк. 1,4  
Наклад 130 прим. Зам. № 3115.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя.  
46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56.  
**E-mail: [vydavnytstvo@tu.edu.te.ua](mailto:vydavnytstvo@tu.edu.te.ua)**  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4226 від 08.12.11.