

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

БЛОЩИНСЬКА ОЛЕНА ОЛЕКСАНДРІВНА

УДК 664.681.9

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БЕЗГЛЮТЕНОВИХ ФОНДАНІВ

Спеціальність 05.18.16 – Технологія харчової продукції

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2019

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано в Національному університеті харчових технологій
Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент
Гавриш Андрій Володимирович,
Національний університет харчових технологій,
доцент кафедри технології ресторанної і аюрведичної продукції.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, доцент
Горальчук Андрій Богданович,
Харківський державний університет харчування та торгівлі,
професор кафедри технології харчування

кандидат технічних наук, доцент
Салавеліс Алла Дмитрівна,
Одеська національна академія харчових технологій,
доцент кафедри технології ресторанного і
оздоровчого харчування.

Захист відбудеться «16» травня 2019 р. о 10³⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.07 Національного університету харчових технологій за адресою: 01601, м. Київ, вул. Володимирська, 68, аудиторія A-311.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного університету харчових технологій за адресою: 01601, м. Київ, вул. Володимирська, 68.

Автореферат розіслано «16» квітня 2019 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради, к.т.н., доцент

О.А. Білик

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Обґрунтування вибору теми дослідження. В Україні та за її межами проблема здорового харчування зумовлена багатьма чинниками ендогенного і екзогенного походження та є однією з найактуальніших. Особливим попитом користуються солодкі страви, хоча їх надмірне вживання зумовлює поширення різноманітних захворювань, пов'язаних із дисбалансом раціону харчування, зокрема, таких, як ожиріння, діабет, захворювання шлункового-кишкового тракту тощо. Окремо слід виділити целиацію, яка пов'язана із непереносимістю глютену, що міститься в основній структуроутворюючій сировині гарячих солодких страв (ГСС) і кондитерських виробів – борошні пшеничному.

В свою чергу, целиакія є причиною виникнення інших захворювань: лімфоми, аденокарциноми, остеопорозу, порушень внутрішньоутробного розвитку дітей (дефекти нервової трубки), низькорослості, герпетиформного дерматиту, інсулінозалежного діабету, автоімунного гепатиту, автоімунних захворювань судин, ревматоїдного артриту.

Гарячі солодкі страви та борошняні кондитерські вироби особливо популярні у закладах ресторанного господарства, що викликає необхідність надання їм функцій продуктів спеціального та оздоровчого призначення. Вагомий внесок у створення науково-практичних засад їх виробництва зробили вчені України: Горальчук А.Б., Дорохович А.М., Дорохович В.В., Іоргачева К.Г., Капрельянц Л.В., Кравченко М.Ф., Ковбаса В.М., Перцевий Ф.В., Сімахіна Г.О., Сирохман І.В., Бабіч О.В., Касабова К.Р., Лазоренко Н.П., Самохвалова О.В.; та інших країн: Аксенова Л.М., Зубченко А.В., Y. Miler, K. Kreiten, M. Peterson, A. Johnson та інші.

Сучасні технології гарячих солодких страв, зокрема фонданів, представлені сьогодні одиничними розробками. Значного наукового і практичного інтересу набуває розроблення технології продукції цієї групи з використанням безглютенової сировини.

Тому удосконалення і апробація науково обґрунтованої технології фонданів з поліпшеним рецептурним складом, доступних хворим на целиацію, є актуальним завданням і потребує нагального вирішення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження виконувалися відповідно до тематики науково-дослідних робіт кафедри готельно-ресторанної справи НУХТ згідно з програмою «Удосконалення структури харчування в сучасних екологічних та економічних умовах», держбюджетною тематикою «Інноваційні технології продукції та послуг гостинної індустрії» (державний реєстраційний номер НДР – 0117U003715), які координуються з науковим напрямом НУХТ «Розроблення технологій харчових продуктів оздоровчої та профілактичної дії».

Мета і завдання досліджень. Метою дисертаційної роботи є наукове обґрунтування та удосконалення технології безглютенових фонданів з використанням борошна рисового, крохмалю модифікованого, ефіру моно- і дигліцеридів лимонної та жирних кислот.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити такі завдання:

- проаналізувати сучасний стан технологій гарячих солодких страв;

- обґрунтувати вибір безглютенової сировини для фонданів, визначивши її хімічний склад і технологічні властивості;
- обґрунтувати доцільність використання поверхнево-активної речовини (ПАР) для нових виробів;
- дослідити технологічні властивості модельних систем та оптимізувати рецептурний склад фонданів за умови сумісного використання ПАР і безглютенової сировини;
- дослідити мікроструктуру та встановити структурно-механічні властивості модельних систем безглютенових фонданів з доданням ПАР;
- визначити колірні характеристики безглютенових фонданів і тепломасообмінні процеси модельних систем;
- встановити вплив ПАР на стан і форми зв'язку вологи в гарячих солодких стравах;
- удосконалити рецептури, технологію безглютенових фонданів і визначити їхні показники якості, безпечності та харчову цінність;
- визначити економічну ефективність впровадження технології та розробити нормативну документацію з виробництва удосконалених фонданів, провести апробацію їх у виробничих умовах.

Об'єкт досліджень – технологія безглютенових фонданів.

Предмет досліджень – борошно рисове (БР), крохмаль модифікований (КМ), поверхнево-активні речовини, модельні системи, безглютенові фондани.

Методи досліджень – органолептичні, фізико-хімічні, реологічні, мікробіологічні, економічні, виконані за стандартними методиками з використанням сучасних приладів і математичних засобів оброблення одержаних результатів.

Наукова новизна отриманих результатів.

На основі теоретичних та експериментальних досліджень науково обґрунтовано і удосконалено рецептурний склад і технологію безглютенових фонданів з використанням борошна рисового чи крохмалю модифікованого.

Узагальнено і систематизовано результати вивчення хімічного складу та технологічних властивостей структуроутворювачів і поверхнево-активних речовин, що дозволяє сформулювати теоретичні та практичні аспекти їх використання в технології безглютенових гарячих солодких страв.

Вперше отримано нові експериментальні дані та встановлено закономірності взаємодії борошна рисового та крохмалю модифікованого з ефіром моно- і дигліцеридів лимонної та жирних кислот у виробництві безглютенових фонданів.

Розширено уявлення та науково обґрунтовано можливість і доцільність сумісного використання безглютенової сировини та ПАР масовою часткою 25 % та 0,5 %, відповідно, в рецептурній суміші фонданів, яка підтверджена математичною обробкою даних.

Показано, що використання борошна рисового та крохмалю модифікованого за встановленими коефіцієнтами технологічних показників емульгуючої (1,5...1,8) та жирозв'язувальної (2,4...2,9) здатностей в технології фонданів забезпечують плинність рідкої частини при в'язкості модельних систем 700...800 Па·с і пористість щільної частини на рівні 48...55 %.

Набули подальшого розвитку дослідження з теплового оброблення фонданів в умовах радіаційно-конвективного нагрівання, за якими встановлено, що для капілярно-пористих тіл клейстеризація крохмалю відбувається за умови досягнення температури в центральних шарах на рівні (57 ± 1) °С через 7...8 хв від початку випікання.

Практичне значення одержаних результатів. Запропоновано удосконалену технологію безглютенових фонданів зі скороченим циклом виробництва та забезпеченням необхідних пористості щільної та плинності рідкої частини страви.

Розроблено нормативну документацію на нові види гарячих солодких страв безглютенові фондани «Лавинка» та «Хмаринка»: ТУ У 02070938–232:2017 «Фондани спеціального призначення», ТІ У 020709380 232:2017 «Фондани спеціального призначення». Одержано патенти України на корисну модель № 100479 від 27.07.2015 р., № 114807 від 27.03.2017 р., № 120598 від 10.11.2017 р., а також патенти на винахід № 111038 від 10.03.2016 р. «Фондан спеціального призначення», № 115729 від 11.12.2017 р. «Фондан» та № 117717 від 10.09.2018 р. «Спосіб виробництва фондану».

Результати наукових досліджень апробовано в умовах виробництва ТОВ «АРКО» ресторан «BASSANO» м. Київ, ФОП «Штиль Юрій Васильович» заклад швидкого обслуговування «Шалений індик» м. Київ.

Отримані результати досліджень використовуються у навчальному процесі під час вивчення дисципліни «Інноваційні ресторани технології».

Особистий внесок здобувача. Автором особисто проведено дослідження з вивчення безглютенових модельних систем для гарячих солодких страв, впливу структуроутворювачів на біохімічні й мікробіологічні процеси в тісті, а також на фізико-хімічні та структурно-механічні показники якості готових страв. Встановлено оптимальне дозування рецептурних інгредієнтів. Удосконалено технологію безглютенових фонданів. Підготовлено матеріали до публікації та патентування.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідалися на 80...84-й наукових конференціях молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» НУХТ (м. Київ, 2014–2018 рр.); Міжнародній науковій конференції «Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчовій промисловості» НУХТ (м. Київ, 2014 р.); Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Інноваційні технології в харчовій промисловості та ресторанному господарстві» ХДУХТ (м. Харків, 2014 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Готельно-ресторанний бізнес: інноваційні напрями розвитку» НУХТ (м. Київ, 2015 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Практика і перспективи розвитку еногастрономічного туризму: світовий досвід для України» НУХТ (м. Київ, 2015 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Якість і безпека харчових продуктів» НУХТ (м. Київ, 2015, 2017 р.); Міжнародній науково-практичній конференції студентів і молодих учених "Інноваційні напрями розвитку освіти, сфери послуг і технологій" (Волинський коледж НУХТ, м. Луцьк, 2016 р.); Міжнародній науково-практичній конференції вчених, аспірантів і студентів НУБіП України (м. Київ, 2016); Міжнародній науково-практичній конференції «Оздоровчі

харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека» НУХТ (м. Київ, 2016 р.); Food Science for Well-being «8th Central European Congress on Food 2016» NUFT (Kyiv, 2016); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Інноваційні технології в готельно-ресторанному бізнесі» НУХТ (м. Київ, 2017 р.); Міжнародній науково-практичній конференції, присвяченій 50-річчю заснування Харківського державного університету харчування та торгівлі й 10-річчю запровадження в Україні спеціальності «Готельно-ресторанна справа» ХДУХТ (м. Харків, 2017 р.).

Публікації. За результатами досліджень, викладеними у дисертаційній роботі, опубліковано 27 друкованих праць, з них: 5 статей у фахових виданнях, у тому числі 2 – у закордонних; 16 тез доповідей – в опублікованих матеріалах науково-практичних конференцій; одержано 3 патенти України на винахід та 3 патенти України на корисну модель.

Структура дисертації та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел, що містить 206 найменувань, 13 додатків. Основні матеріали викладено на 134 сторінках друкованого тексту, містять 49 рисунків і 37 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету та завдання досліджень, визначено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів. Наведено відомості про особистий внесок автора, апробацію та опублікування результатів, структуру та обсяг роботи.

У першому розділі *«Сучасний стан технологій гарячих солодких страв та напрями їх вдосконалення»* проаналізовано джерела вітчизняної та зарубіжної літератури щодо стану технологій виробництва та споживання гарячих солодких страв, зокрема фонданів. В результаті аналізу існуючих технологій борошняних солодких страв на основі безглютенової сировини встановлено, що її використання представлено окремими розробками, оскільки під час реалізації запропонованих технологій виникають технологічні складнощі, пов'язані з негативним впливом відсутності глютену на реологічні властивості модельних систем та якість готових виробів. Показано переваги і перспективи використання борошна рисового та крохмалю модифікованого для удосконалення технології фонданів. Встановлено, що одним зі способів поліпшення якості безглютенових гарячих солодких страв є використання поверхнево-активних речовин для утворення єдиного міцного комплексу між фазами «жир – вуглевод – білок – вода», що покращує структурно-механічні властивості модельних систем безглютенових фонданів.

У другому розділі *«Об'єкти і методи досліджень»* сформульовано об'єкти, предмет та обрано сучасні методи досліджень, у тому числі системний аналіз, математичне моделювання, статистичну обробку отриманих результатів, складено план теоретичних, експериментальних і практичних робіт (рис.1).

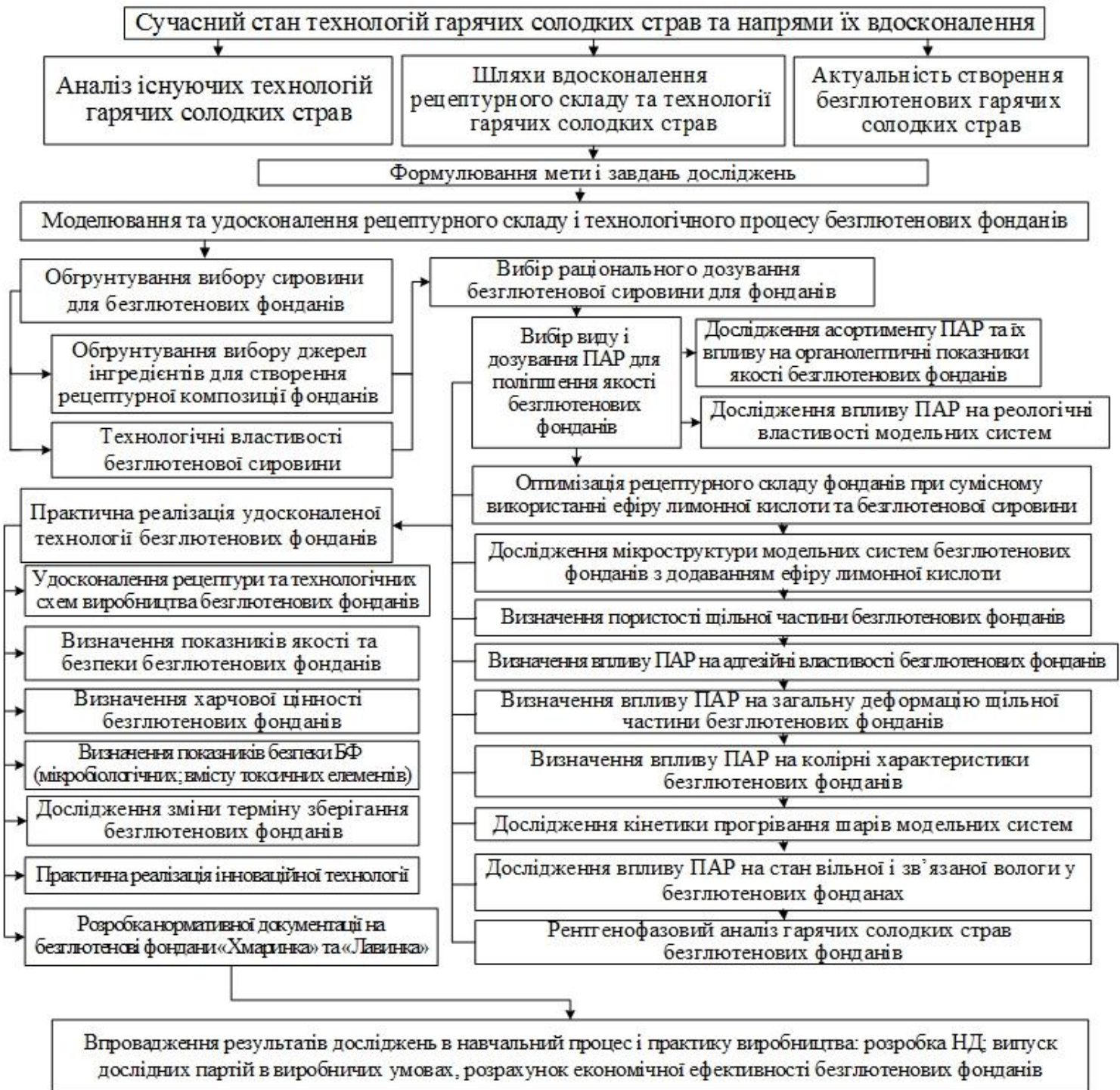


Рисунок 1 – План теоретичних, експериментальних і практичних робіт за темою дисертаційної роботи

Роботу виконано у лабораторних і виробничих умовах Національного університету харчових технологій, Національного університету біоресурсів та природокористування України, Інституту загальної та неорганічної хімії ім. В.І.Вернадського НАН України, Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного, Інституту загальної та неорганічної хімії, лабораторії ТОВ "КУК-Україна" м. Києва з використанням загальноприйнятих та оригінальних методик за допомогою сучасних приладів і засобів обробки одержаних результатів.

У третьому розділі «Обґрунтування вибору сировини для безглютенових фонданів» обґрунтовано та підібрано альтернативні види структуроутворювачів і визначено їх технологічні властивості для створення безглютенових гарячих солодких страв.

Так, для удосконалення гарячих солодких страв обрано борошно рисове та крохмаль модифікований і встановлено їх технологічні властивості.

Результати мікроскопічних досліджень і дисперсності структуроутворювачів, які можуть бути використані в технології безглютенових фонданів, наведено на рис.2, 3.

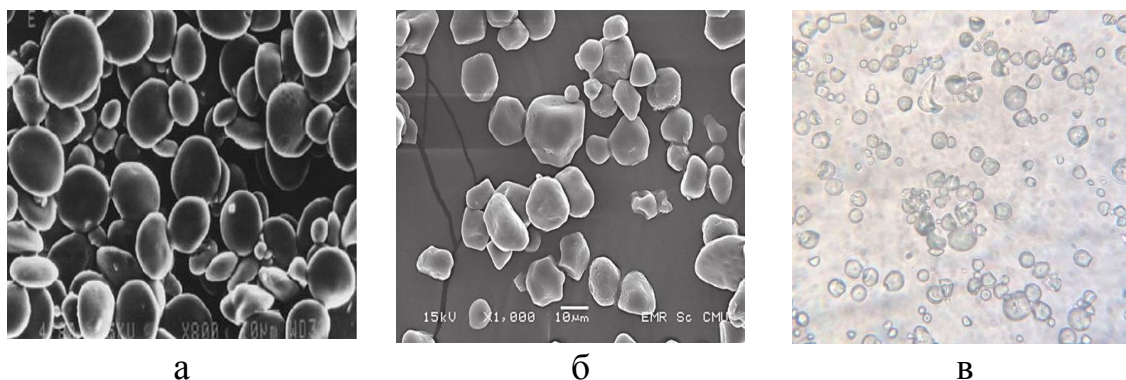


Рисунок 2 – Мікрофотографії структуроутворювачів:

а – борошна пшеничного; б – борошна рисового; в – крохмалю модифікованого

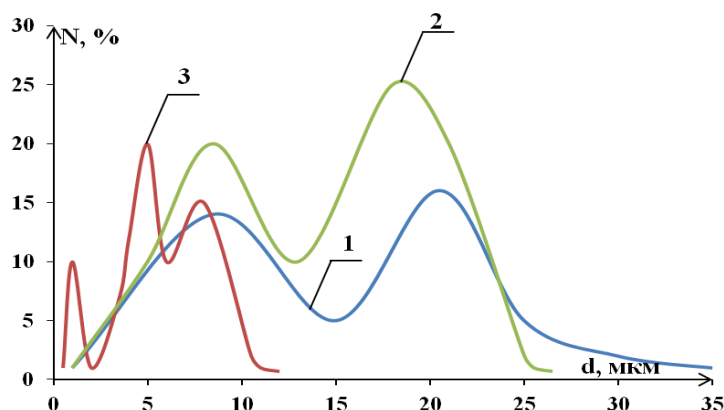


Рисунок 3 – Дисперсність структуроутворювачів за середнім розміром для:

1 – борошна пшеничного, 2 – борошна рисового,
3 – крохмалю модифікованого

З рисунків видно, що зерна борошна пшеничного мають овальну і плоску, лінзовидну форму, а його фракційний склад можна охарактеризувати як дрібнозернистий (2...13 мкм) і середньозернистий (16...35 мкм).

Зерна борошна рисового мають форму багатокутника, сферичні, фракційний склад можна охарактеризувати як рівномірний та дрібнозернистий (3...8 мкм).

Крохмаль модифікований характеризується менш вираженою середньозернистою фракцією, йому

притаманне високодисперсне розподілення зерен, а саме – наявність більшості дрібних зерен подібної форми. Відмінною особливістю є більш чітко виражена монодисперсність, приблизно 43 % зерен розміром 15...17 мкм.

Очевидно, альтернативні структуроутворювачі забезпечуватимуть відносно високе монодисперсне ранжування зерен у випадку крохмалю модифікованого, і дрібнозернистість і рівномірність у страві на основі борошна рисового, що сприятиме оптимальному перебігу процесів набухання та клейстеризації крохмалю під час виготовлення гарячих солодких страв.

Згідно з даними рис. 3, низька дисперсність борошна рисового та більш однорідна дисперсність крохмалю модифікованого свідчить про їх підвищену здатність до емульгування і водопоглинання.

Отримані дані гранулометричного складу структуроутворювачів, ймовірно, зумовлюють технологічні властивості (жироутримувальну та емульгуючу здатності) фонданів (рис. 4 та рис. 5, відповідно), які дозволять відтворити органолептичні та структурно-механічні показники, властиві для цього виду продуктів.

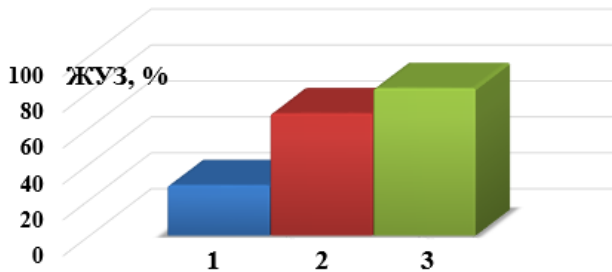


Рисунок 4 – Жироутримувальна здатність:

1 – борошно пшеничного, 2 – борошно рисового, 3 – крохмалю модифікованого

забезпечити ніжну і однорідну текстуру гарячих солодких страв, виключити відділення жиру, зморщування поверхні, зменшити втрати під час випікання.

Емульгуюча здатність (ЕЗ) борошна рисового та крохмалю модифікованого забезпечує формування та стійкість емульсії, що є обов'язковою умовою утворення висококонцентрованої системи «жир – цукор».

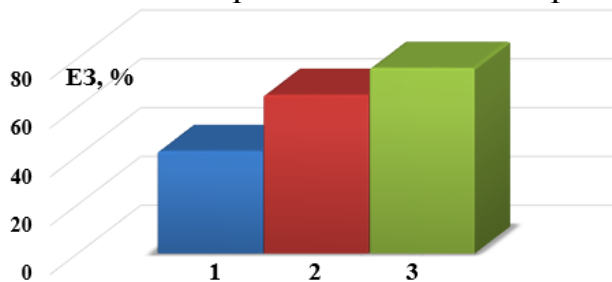


Рисунок 5 – Емульгуюча здатність:

1 – борошно пшеничного, 2 – борошно рисового, 3 – крохмалю модифікованого

Так, жироутримувальна здатність (ЖУЗ) борошна рисового та крохмалю модифікованого перевищує значення зразків борошна пшеничного в 2,4 та 2,9 разів, відповідно, що, вірогідно, пояснюється монодисперсним ранжуванням зерен полісахаридів, які у разі взаємодії з жирами утворюють гліколіпіди з ковалентними зв'язками. Висока ЖУЗ структуроутворювачів має

Емульгуюча здатність борошна рисового та крохмалю модифікованого, згідно з даними рис. 5, перевищує значення контролю (борошно пшеничного) у 1,5 та 1,8 разів, відповідно, що пояснюється присутністю білків або ліпофільних груп, а також тим, що крохмаль модифікований відноситься до емульгаторів у системі харчових добавок.

В ході визначення технологічних властивостей безглютенової сировини для гарячих солодких страв наступним етапом стало дослідження автолітичної активності структуроутворювачів (табл. 1).

Таблиця 1 – Автолітична активність дослідної сировини

Сировина	Температура початку клейстеризації крохмалю, °С	Максимальна в'язкість суспензії, од. пр.
Борошно пшеничне	52	715
Борошно рисове	49	1035
Крохмаль модифікований	44,5	1040

Аналізуючи дані табл. 1, дійшли висновку, що крохмаль під час клейстеризації здатен до інтенсивного зв'язування води. Це призводить до того, що під час випікання окремі тяжі крохмальних драглів стають мало розтяжними, внаслідок

чого утворюється суха щільна частина гарячих солодких страв, схильна до розтріскування. Ці результати зумовлюють необхідність введення до складу рецептурних композицій фонданів ПАР. Оскільки відомо, що ПАР мають здатності утворювати комплекси амілозних спіралей у разі взаємодії з крохмалем, що агрегуються в нерозчинні, частково кристалічні структури, підтверджується перспектива його сумісного використання з безглютеновою сировиною. В такому випадку ПАР виступає «зшиваючим агентом» між жирами і вуглеводами, зменшуючи тим самим розрідження структури безглютенового тіста.

За допомогою фаринограм замішування тіста досліджено, що відсутність клейковини в модельних системах з безглютеновими структуроутворювачами перешкоджає формуванню еластичного та пружного каркасу, що, ймовірно, пов'язано з утворенням слабкого комплексу «жир – вуглевод – білок – вода». Отримані результати свідчать про необхідність вирішення поставлених технологічних завдань шляхом введення поліпшувачів або емульгаторів комплексують до систем з відсутністю глютену.

У четвертому розділі «Моделювання та удосконалення рецептурного складу і технології безглютенових фонданів» встановлено раціональні дозування безглютенової сировини та ПАР, які підтверджені математичними розрахунками та експериментальними дослідженнями. Вперше доведено доцільність використання ПАР у рецептурній композиції гарячих солодких страв безглютенових фонданів та обґрунтовано вибір її виду – ефіру моно- і дигліцеридів лимонної та жирних кислот (ЕЛК).

Модельні зразки оцінювали за органолептичними та реологічними властивостями. Отримані страви показали необхідність вдосконалення таких показників, як форма, поверхня, пористість щільної частини, плинність рідкої частини страви, в'язкість.

Аналізуючи асортимент існуючих ПАР, для подальших досліджень було обрано лецитини (стандартизований та гідролізований), а також ЕЛК завдяки їхній багатofункціональності та теоретичній відповідності поставленій проблемі.

Згідно з рекомендаціями виробників, обрані ПАР вносили у концентрації 0,3, 0,5 та 0,7 % до маси тіста. За отриманими результатами даних органолептичних показників безглютенових фонданів на основі борошна рисового або крохмалю модифікованого встановлено, що найкращий вплив в обох випадках чинить ЕЛК в концентрації 0,5 %, що відповідає контрольному зразку, а в деяких випадках і перевищує його. Зразки з лецитинами поступалися за такими показниками, як смак, колір і запах.

Оскільки органолептична характеристика якості має високу похибку та певною мірою є індивідуальною, було вирішено дослідити реологічні властивості аналогічних зразків модельних систем, що дозволить об'єктивно оцінити, підтвердити доцільність використання ПАР і забезпечити задані специфічні показники структурних характеристик фондану, зокрема, плинність рідкої частини (рис.6). В якості контролю було обрано зразок № 1 – ГСС фондан на основі борошна пшеничного та зразок № 2 – БФ на основі борошна рисового або крохмалю модифікованого без додання ПАР.

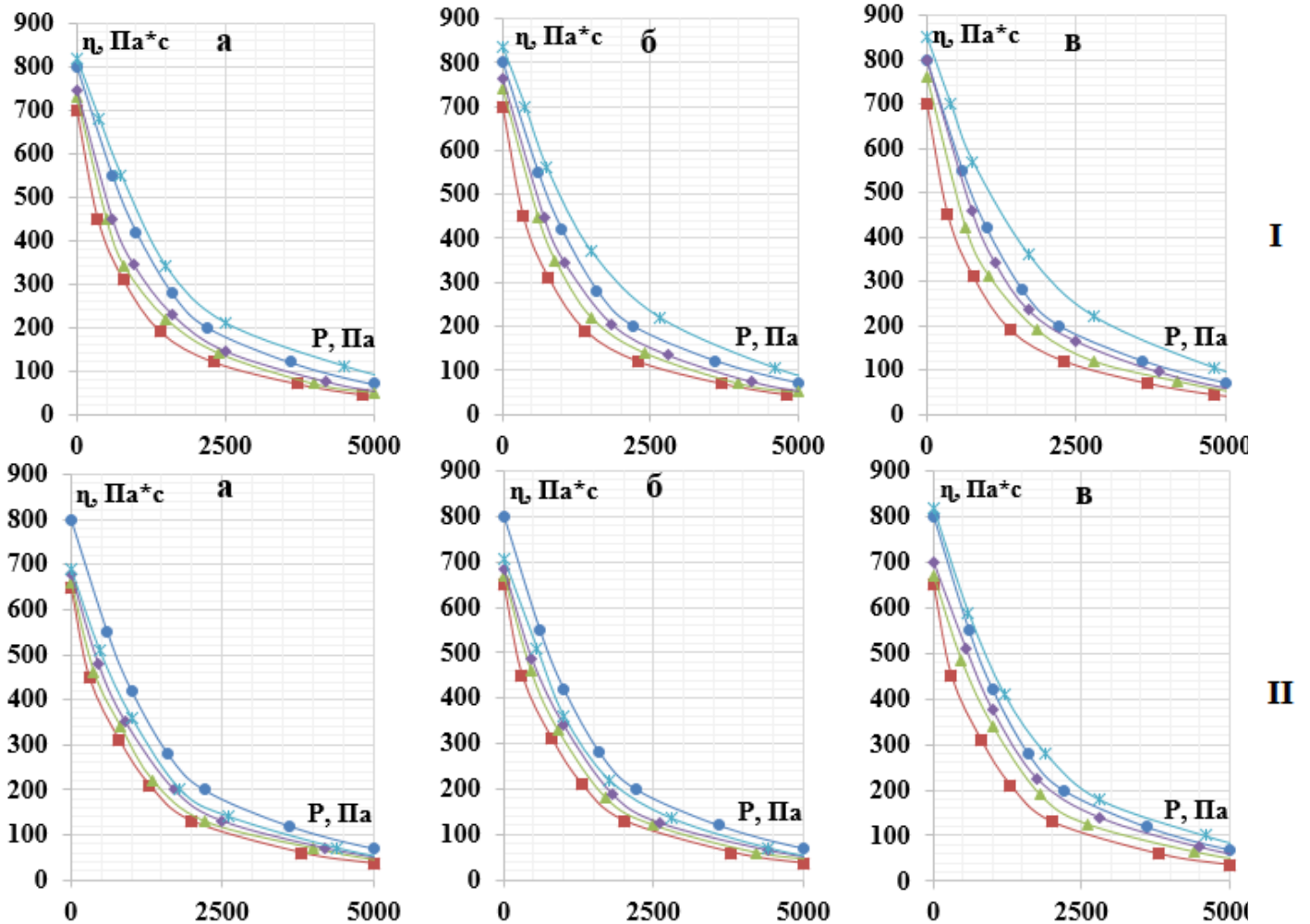


Рисунок 6 – Реологічні криві в'язкості модельних систем БФ на основі борошна рисового (I) та крохмалю модифікованого (II) з доданням ПАР:

а – лецитину стандартизованого, б – лецитину гідролізованого, в – ЕЛК
 (—●— – контроль № 1, —■— – контроль № 2, —▲— – з ПАР у кількості 0,3 %, —◆— – з ПАР у кількості 0,5 %, —*— – з ПАР у кількості 0,7 %)

Встановлено, що введення ЕЛК до модельних систем на основі борошна рисового або крохмалю модифікованого у кількості 0,5 % до маси тіста сприяє підвищенню в'язкості модельних систем, максимально наближеної до контролю № 1. У зразках на основі крохмалю модифікованого, де максимальна в'язкість не досягає контрольних значень, було встановлено, що готові страви з обраної модельної системи відрізняються максимальною пористістю щільної частини, однорідністю рідкої частини та пропеченістю. Ймовірно, що ЕЛК зменшує напругу між жировою і водною фазою, стабілізує рідку емульсію, забезпечує чистоту і стабільність водної дисперсії в середовищі з підвищеним вмістом жиру, має високу вологозв'язуючу здатність, запобігає розтріскуванню виробів під час випікання і прилипанню до поверхні форм.

Методом математичного моделювання отримано рівняння регресії, що з високою точністю ($R^2 = 0,81$) описують залежності пористості щільної частини фонданів від співвідношення між вмістом борошна рисового або крохмалю

модифікованого та ПАР. Розраховано, що для забезпечення пористості щільної частини страв на рівні 48...55 % дозування борошна рисового або крохмалю модифікованого повинне становити 25 %, а ПАР – 0,5 %.

Мікроструктуру пористої щільної частини модельних систем фонданів показано на рис. 7.

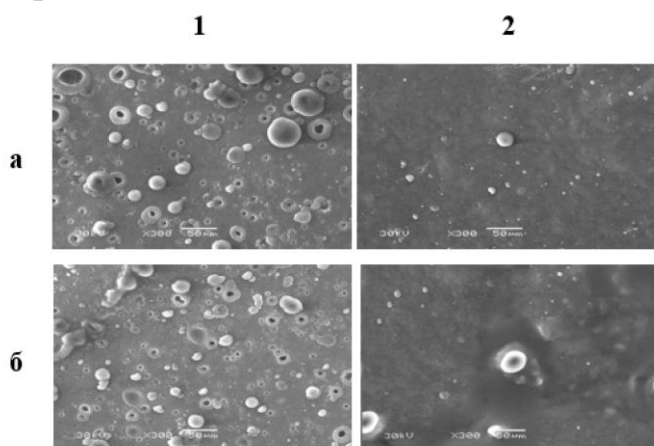


Рисунок 7 – Мікрофотографії гарячих солодких страв безглютенових фонданів на основі борошна рисового (а) та крохмалю модифікованого (б): 1 – без ПАР; 2 – з додаванням ПАР

вуглеводно-ліпідного комплексу та має позитивний вплив на технологічні властивості ГСС БФ.

Також для дослідження показників пористості безглютенових фонданів було застосовано оригінальну методику – комп'ютерну обробку цифрового зображення продукту, яка здійснюється за допомогою використання планшетного сканера. Система визначення пористості полягає у отриманні цифрового зображення зрізу м'якушки скануванням, введенням зображення в середовище програми (рис. 8) та його подальшим обробленням, яке включає корегування кольору, розподіл областей на темні (пори) та світлі (тверда частина) (рис. 9).

Потім обробка зводиться до підрахунку площі темних областей (кіл).

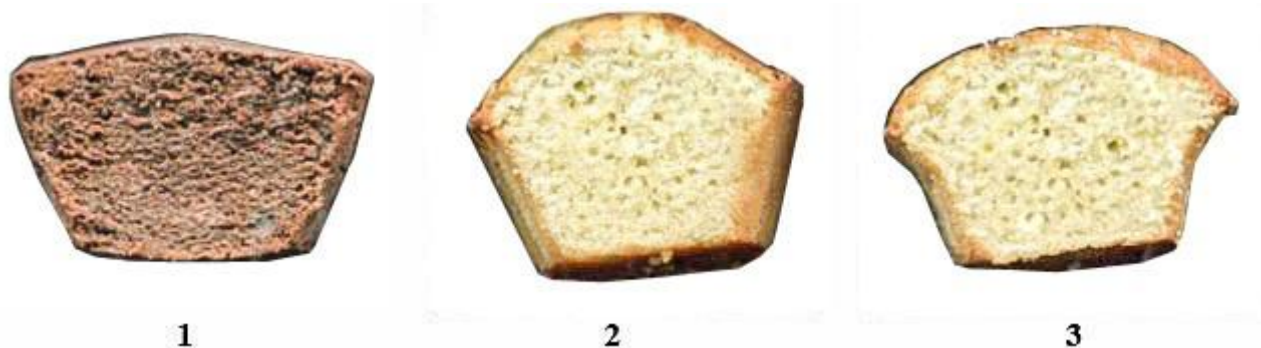


Рисунок 8 – Цифрові зображення БФ на основі:
1 – борошна пшеничного – контроль; 2 – борошна рисового;
3 – крохмалю модифікованого.

Видно, що під час взаємодії жирової компоненти з емульгатором утворилася полідисперсна система, кульки жиру мають сферичну правильну округлу форму, які більш рівномірно розміщені у всьому об'ємі системи, що забезпечує її міцність і стабільність, каркас у зразків з ПАР міцний. За результатами аналізу мікроструктур дослідних зразків емульсій ГСС БФ з додаванням ЕЛК спостерігається зменшення діаметра жирових кульок та їх більш рівномірний розподіл. Крім того, введення ПАР має обволікальну дію, що сприяє утворенню більш складного

вуглеводно-ліпідного комплексу та має позитивний вплив на технологічні властивості ГСС БФ.

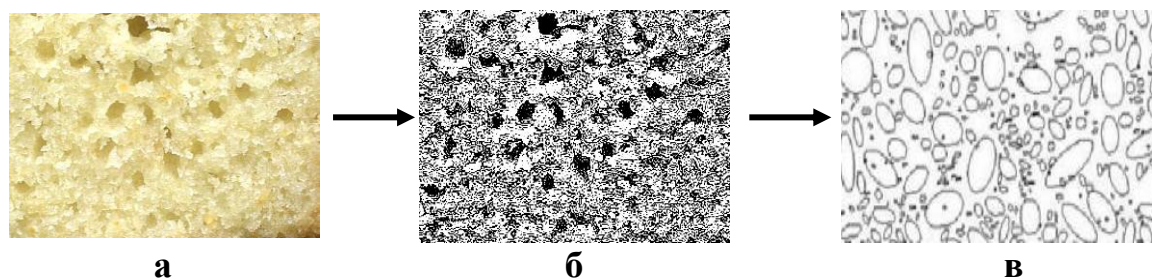


Рисунок 9 – Порядок здійснення обробки цифрового зображення на прикладі БФ на основі борошна рисового: а – вихідне зображення, б – відформатоване зображення, в – поділ областей на темні та світлі пори

Узагальнені дані пористості щільної частини та питомого об'єму безглютенових фонданів наведено в табл. 2.

Таблиця 2 – Пористість щільної частини та питомий об'єм безглютенових фонданів

Безглютенові фондани на основі:	Пористість, %	Питомий об'єм, см ³ /г
борошна пшеничного	50 ± 1,1	1,92
борошна рисового з ПАР	55 ± 1,8	1,94
крохмалю модифікованого з ПАР	48 ± 1,3	1,88

За наведеними даними можна стверджувати, що отримані дослідні показники мають відповідні характеристики та свідчать, що значення пористості ГСС БФ на основі борошна рисового перевищують значення контролю, а БФ на основі крохмалю модифікованого максимально наближені до нього.

Позитивний вплив ПАР також підтвердили колірними характеристиками удосконалених безглютенових фонданів, визначення яких здійснено методом комп'ютерної колориметрії. Суть методу полягає в описі кольору продукту в системі кольорових координат за результатами обробки числових зображень досліджуваних виробів. Оцінювання кольоровості зображень ГСС БФ проводили на значенні координатних величин у цифрових системах RGB і в CIE Lab. В кожному з досліджуваних зразків аналізували однакову площу ~288 мм², що відповідає квадрату – 235×235 пікселів. Середнє значення кольорових координат аналізованих площ представлено в табл. 3.

Таблиця 3 – Колірні характеристики ГСС БФ

Безглютенові фондани на основі	Координати кольору									Насиченість кольору	Колірний тон	Індекс жовтизни
	R	G	B	L	a	b	X	Y	Z			
борошна рисового	203	200	143	81	-1	32	52,52	58,47	22,33	1011	-0,029	70,66
борошна рисового з ПАР	219	200	143	83	1	34	56,78	62,16	25,51	1089	-0,029	78,05
крохмалю модифікованого	205	190	128	77	-1	34	49,32	51,53	20,8	1157	-0,029	75,72
крохмалю модифікованого з ПАР	215	199	136	80	-1	34	54,26	56,68	23,46	1176	-0,029	79,72

з борошном рисовим перевищує контроль на 8 одиниць, а в системах з крохмалем модифікованим – на 4 одиниці.

Для визначення оптимальних режимів основної стадії виробництва безглютенових фонданів було досліджено процес тепломасопереносу у фондані, в результаті чого

За встановленими колірними характеристиками констатовано позитивний вплив ПАР: насиченість колірних характеристик, зокрема, за індексом жовтизни в системах

встановлено, що центральні шари модельних систем (рідка частина страви) в кінці випікання повинні досягати температури клейстеризації структуроутворювачів: 49 °С для БФ на основі борошна рисового та 44,5 °С для БФ на основі крохмалю модифікованого.

Для досягнення утворення рідкої частини всередині ГСС та пористої щільної частини ззовні підібрано температурний режим випікання 200...220 °С. Завдяки цьому поверхня (скоринка) ГСС БФ під час нагрівання до 100 °С затримуватиме прогрівання підскоринкових шарів відносно центральних, оскільки теплопровідність верхньої скоринки практично вдвічі менша за теплопровідність інших шарів.

Проведено дослідження кінетики прогрівання різних шарів ГСС БФ за допомогою хромель-копелевих термопар, які розташовували на спеціальних «поплавках» так, щоб в процесі випікання вони піднімалися відповідно з підйомом різних шарів тістової заготовки. Результати досліджень кінетики прогрівання ГСС БФ наведено на рис. 10.

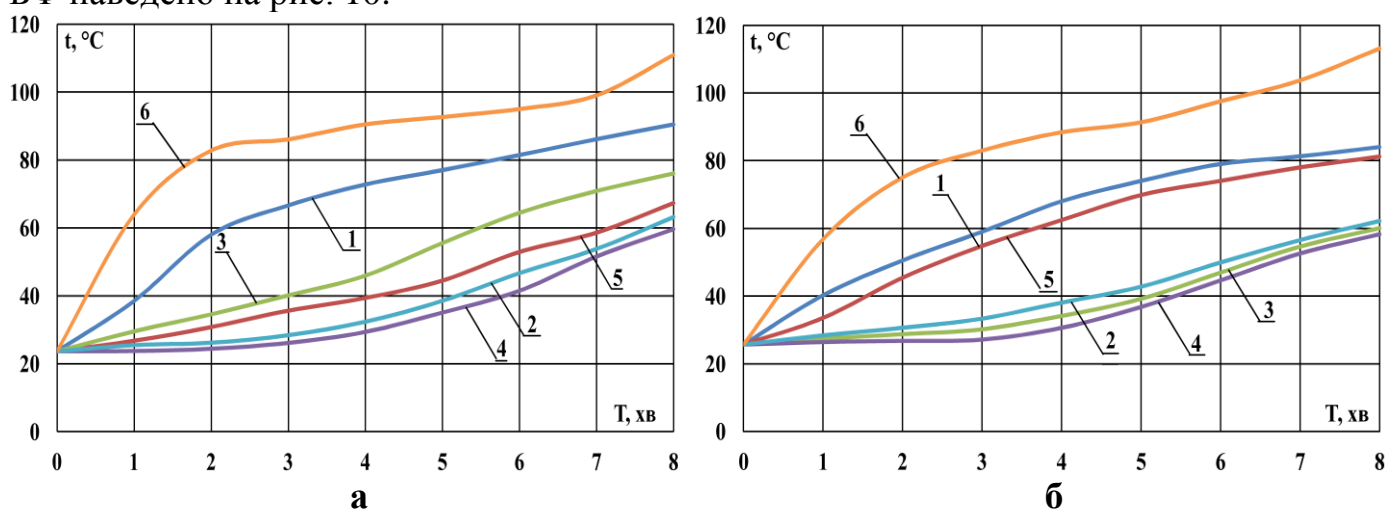


Рисунок 10 – Температурні криві процесів випікання ГСС БФ на основі борошна рисового (а) та крохмалю модифікованого (б) (висота напівфабрикату 39 мм):
 1 – нижня скоринка; 2 – 5 мм від нижньої скоринки; 3 – 13 мм від нижньої скоринки;
 4 – 19 мм від нижньої скоринки (середня частина); 5 – 25 мм від нижньої скоринки;
 6 – 37 мм від нижньої скоринки (верхня скоринка)

Показано, що температурні криві процесу випікання ГСС БФ в умовах радіаційно-конвективного обігріву характерні для колоїдних капілярно-пористих тіл. Температура скоринки в кінці процесу випікання становила 135...140 °С. Центр напівфабрикатів прогрівався до температури 57...58 °С за 7...8 хв.

Встановлено, що шари модельних систем, які знаходяться під скоринкою, прогриваються з вищою інтенсивністю порівняно з центральними шарами модельних систем. Готовність напівфабрикатів визначається за температурою прогріву верхньої скоринки 100...105 °С. Виявлені характеристики тепломасообмінних процесів безглютенових фонданів дають можливість регулювати параметри і режими їх випікання відповідно до потреби споживача.

Незважаючи на те, що реалізація ГСС БФ передбачається безпосередньо після виготовлення, навіть впродовж короткотривалих операцій (виймання, викладання, оформлення тощо) відбувається перерозподіл вологи у готових виробах. Так, за дослідженнями впливу ПАР на стан вільної та зв'язаної вологи показано, що зразки

із доданням ЕЛК містять 30,4 та 31,8 % зв'язаної вологи від загальної маси вологи безглютенових фонданів, що на 4,8...6,4 % більше, порівняно з контрольними зразками.

Отже, додання ефіру моно- і дигліцеридів лимонної та жирних кислот сприяє збільшенню кількості зв'язаної вологи в безглютенових фонданах, що, в свою чергу, позитивно впливає на покращання їх органолептичних показників якості та за необхідності забезпечить подовжені терміни зберігання готової продукції.

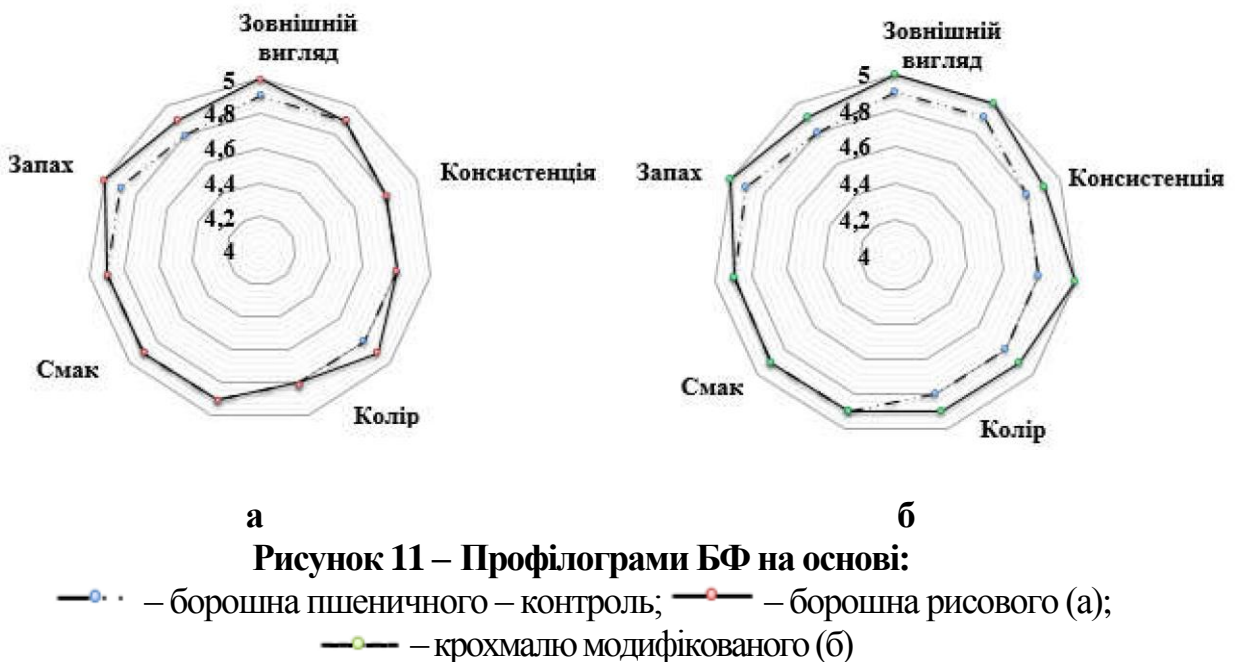
Проведений комплекс досліджень дозволив відтворити задум роботи та розробити практичні рекомендації щодо реалізації удосконаленої технології безглютенових фонданів.

У п'ятому розділі «*Практична реалізація удосконаленої технології безглютенових фонданів*» наведено удосконалені рецептури та технологію гарячих солодких страв – безглютенових фонданів.

За зіставленням удосконаленої технології фонданів з традиційною констатуємо відсутність стадії приготування крему-ганашу (яка є трудомісткою і енергоємною), що скорочує час виробництва страви на 50...60 хв.

Оцінювання якості страв за органолептичними, фізико-хімічними показниками та мікробіологічними показниками безпечності показало, що розроблені страви повністю відповідають вимогам і нормам.

Органолептичні профілі удосконалених фонданів на основі борошна рисового або на основі крохмалю модифікованого наведено на рис.11.



З профілограм видно, що удосконалені гарячі солодкі страви досягають рівня контролю, а за такими показниками, як запах і зовнішній вигляд, переважають його.

Розроблено функціональну схему виробництва безглютенових фонданів (рис. 12), яка складається з підготовки інгредієнтів (підсистема С), приготування рецептурної суміші (підсистема В), основної стадії (підсистема А).

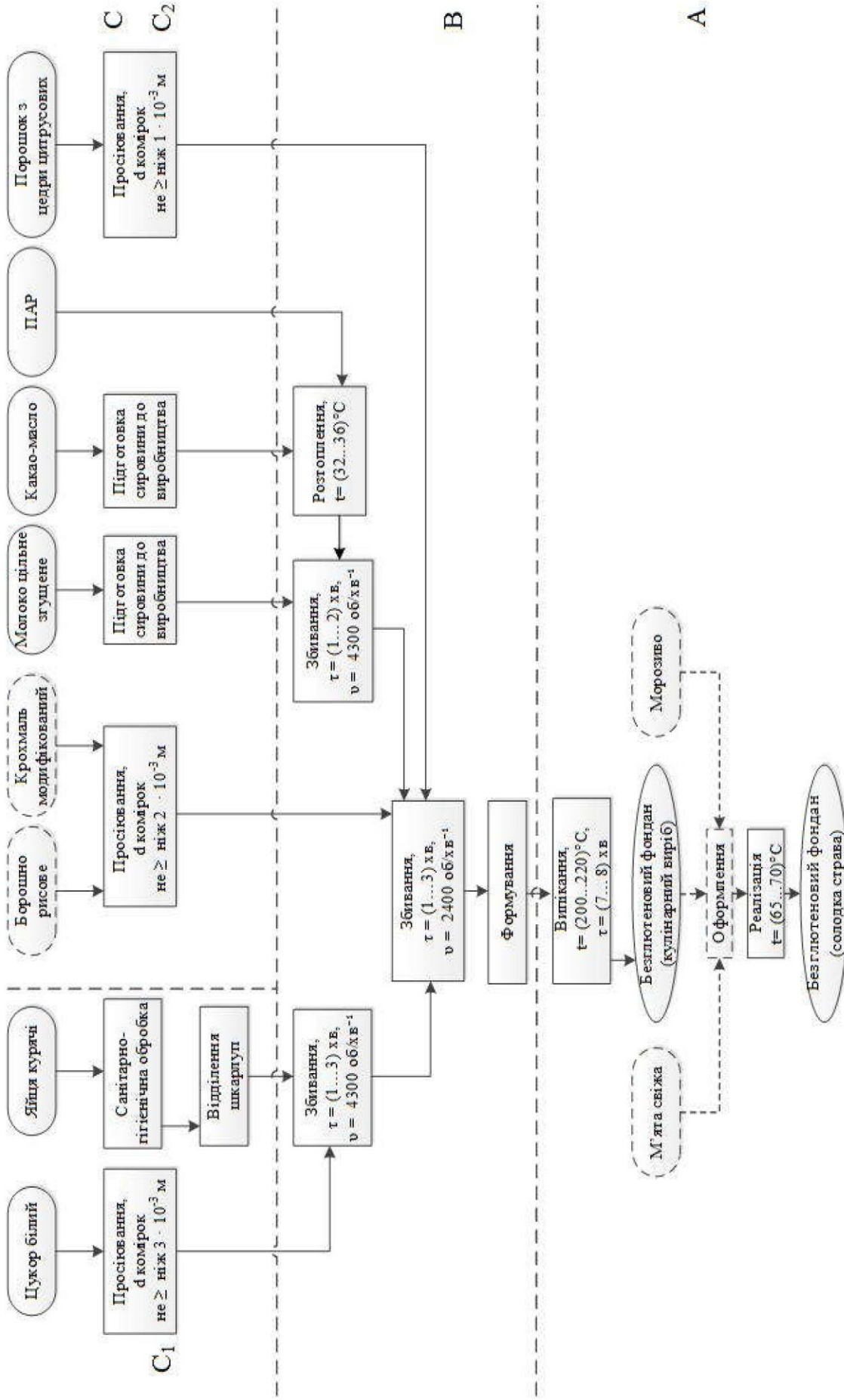


Рисунок 12 – Функціональна схема виробництва безглютенових фонданів

Практична реалізація та узагальнені рекомендації щодо використання гарячих солодких страв наведено на рис. 13.

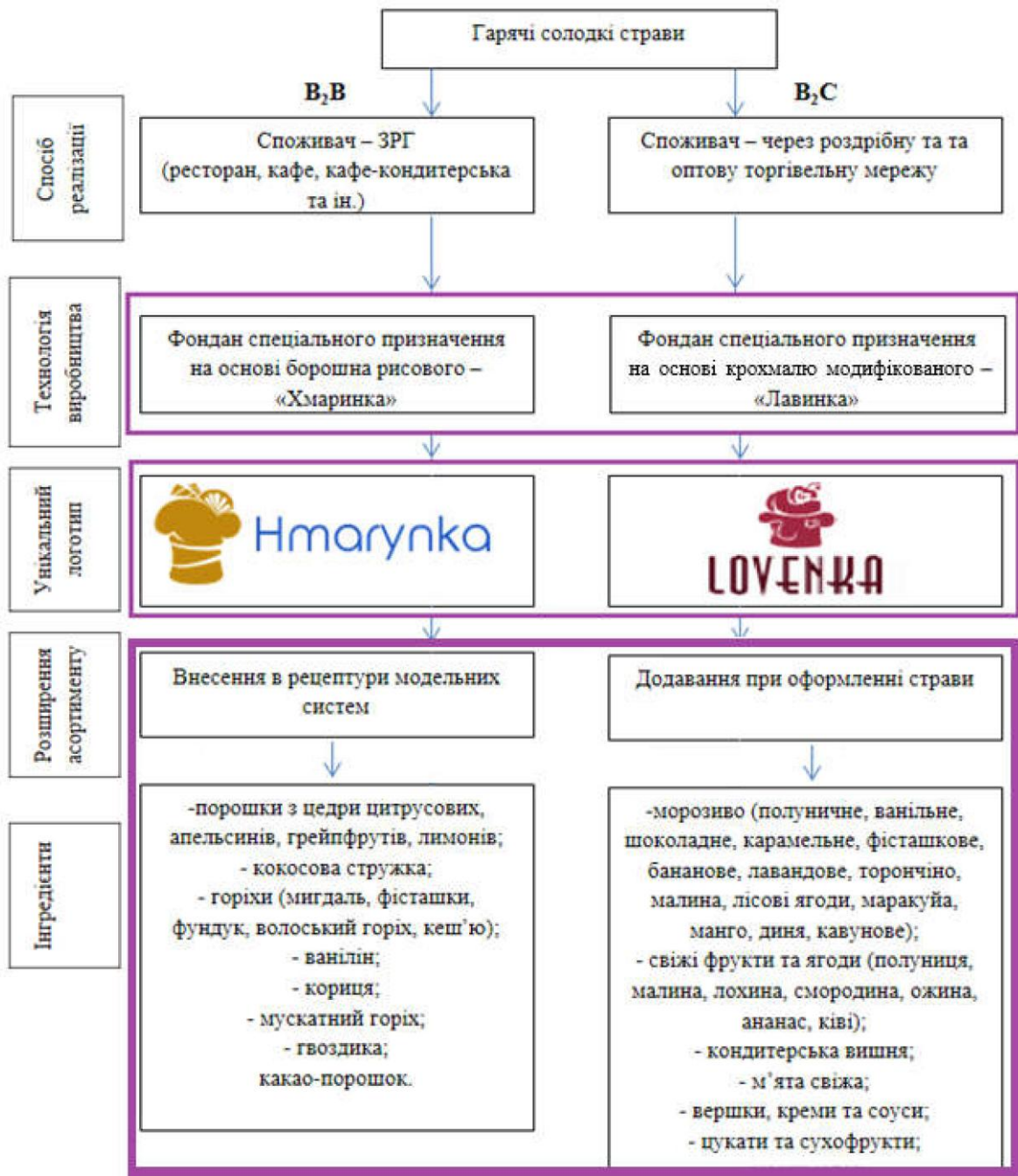


Рисунок 13 – Узагальнені рекомендації щодо використання безглютенових фонданів

Розраховано економічну ефективність виробів та визначено роздрібну ціну безглютенових фонданів (табл. 4).

Таблиця 4 – Оцінка економічної ефективності виробів за удосконаленою технологією

Показник	Контроль	«Хмаринка»	«Лавинка»
Повна собівартість 1 порції (100 г), грн	7,61	9,02	8,81
Відпускна ціна за порцією (100 г), грн	9,33	12,75	12,45
Рентабельність, %	20	23,5	23,5

Отримані показники підтвердили доцільність наукової розробки. Розрахована вартість безглютенових фонданів становить 12,45 та 12,75 грн, а це свідчить, що за зіставленням з ціною політикою закладів ресторанного господарства фондани за удосконаленою технологією є доступними для більшості верств населення. Розрахований рівень рентабельності дорівнює 23,5 %.

Удосконалену технологію безглютенових фонданів апробовано в умовах ТОВ «АРКО» ресторану «BASSANO» та ФОП «Штиль Юрій Васильович» закладу швидкого обслуговування «Шалений індик». Результати дисертаційної роботи впроваджено в освітній процес НУХТ.

ВИСНОВКИ

1. На основі узагальнених літературних даних обґрунтовано актуальність створення нових страв – безглютенових фонданів із вдосконаленим рецептурним складом і технологією.

2. Серед існуючих альтернативних видів сировини, яка може бути використана у ролі структуроутворювача щільної частини страви, найбільш технологічними є борошно рисове та крохмаль модифікований. Обґрунтовано переваги використання безглютенової сировини за дисперсністю та гранулометричним складом. Знижений вміст амілози (на 7 та 10 %, відповідно) у структуроутворювачах, ймовірно, сприятиме погіршенню комплексоутворення в ході теплової обробки. Збільшення коефіцієнтів ВУЗ (в 1,2–1,5 рази), ЖУЗ (в 2,4–2,9 разів) та ЕЗ (в 1,5–1,8 разів) для дослідних зразків забезпечуватиме оптимальні технологічні властивості для модельних систем з високим вмістом жиру, вуглеводів і низьким вмістом вологи.

3. Доведено доцільність використання ПАР у рецептурній композиції удосконалених безглютенових фонданів та обґрунтовано вибір його виду. Введення ПАР до рецептурної композиції сприяє покращанню органолептичних показників страв, зокрема, кольору, зовнішнього вигляду та консистенції, підвищенню в'язкості модельних систем і забезпечує пористість щільної частини страв на рівні контрольних значень.

4. Методом математичного моделювання оптимізовано рецептурний склад безглютенових фонданів, встановлено залежність пористості щільної частини від дозування структуроутворювача та ПАР. Оптимальна частка структуроутворювачів становить 25 % за умови внесення ПАР на рівні 0,5 % рецептурної суміші. Ефект застосування запропонованої ПАР – ефіру лимонної кислоти в межах дозування 0,3...0,7 % полягає у диспергуванні жирових молекул і збільшенні їх площі поверхні взаємодії зі складовими полісахаридів борошна та крохмалю.

5. Адгезійна напруга модельних систем за умови контакту зі сталлю і фторопластом підвищується зі збільшенням часу контактування. Показники досліджень із фторопластом мають нижчий рівень. Загальна деформація щільної частини безглютенових фонданів покращується на 8 та 11 % відповідно, що, очевидно, пов'язано з позитивним ефектом ПАР на утворення єдиного міцного комплексу між фазами гідрофільно-ліпофільної моделі, що, вірогідно, сприяє

покращанню структурно-механічних властивостей готових страв.

6. За допомогою методу комп'ютерної колориметрії встановлено задовільні колірні характеристики нових страв, які мають приємний і в міру насичений тепло-жовтий колірний тон з доданням ПАР. Страви на основі крохмалю модифікованого мають вищі показники (в межах +1,5 %).

Результати досліджень кінетики прогрівання шарів модельних систем показали, що температурні криві процесу випікання безглютенових фонданів в умовах радіаційно-конвективного нагрівання характерні для колоїдних капілярно-пористих тіл. Температура скоринки в кінці процесу випікання становить 135...140 °С. Центр напівфабрикатів прогрівається до температури 57...58 °С за 7...8 хв, що забезпечує перебіг клейстеризації під час випікання.

7. Проведені дослідження щодо визначення впливу ПАР на форми зв'язку вологи модельних систем дозволили встановити, що кількість вільної вологи становить 69,6 % для безглютенових фонданів на основі борошна рисового з ефіром лимонної кислоти та 68,2 % – на основі крохмалю модифікованого з ефіром лимонної кислоти, що на 4,8...6,4 % менше порівняно із контрольними зразками. Збільшення кількості зв'язаної вологи в удосконалених виробках позитивно впливає на покращання їх органолептичних показників якості та підвищення терміну зберігання. Також показано, що дослідні зразки мають вищу кристалічність, ймовірно тому, що вказані структуроутворювачі характеризуються високим вмістом розгалуженого амілопектину. Аналіз відносних інтенсивностей свідчить, що характер структури при цьому не змінюється. Спостерігається незначне збільшення відносного ступеня кристалічності за умови внесення ПАР, тому прогнозовано, що процес засвоєння полісахаридів безглютенових фонданів характеризується резистентністю.

8. Комплексом багатопланових науково-теоретичних та практичних досліджень удосконалено рецептури та технологію безглютенових фонданів, які за показниками якості та безпечності відповідають вимогам нормативної документації.

9. За результатами економічних розрахунків показано, що відпускна ціна 1 порції безглютенового фондану «Хмаринка» становить 12,75 грн, а «Лавинка» – 12,45 грн. Результати досліджень апробовано в умовах виробництва, розроблено нормативну документацію на нові вироби.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Дудкіна О.О. Обґрунтування рецептурного складу фонданів спеціального призначення / О.О. Дудкіна, С.О. Губенко, А.В. Гавриш, О.В. Неміріч // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства та торгівлі. – 2015. – №1 (21). – С. 331-343. (*Журнал «Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства та торгівлі»* входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук і індексується в *Index Copernicus, Google Scholar, ResearchBib, Scientific Indexing Services, CiteFactor, InfobaseIndex*).

2. Дудкіна О.О. Технологічні аспекти виробництва гарячих солодких страв спеціального призначення / О.О. Дудкіна, А.В. Гавриш, О.В. Неміріч, Ю.М. Ткачук,

Т.І. Іщенко // Харчова промисловість НУХТ. – 2015. – №17, С. 102-108. (*Журнал «Харчова промисловість»* входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук і індексується в Google Scholar та Index Copernicus).

3. Dudkina O. Investigation of structural-mechanical properties of the recipe composition for fondans special purpose / O. Dudkina, A. Nemirich, A. Gavrysh, T. Ischenko, Yu. Tkachuk // Journal Food and Environment Safety. – 2015. – Volume XIV. – P. 352-357. (*Журнал «Journal Food and Environment Safety»* входить до міжнародної наукометричної бази INDEXCOPERNICUS, ULRICHS, Chemical Abstracts Service (CAS), Ebsco host si baza de date JournalSeek Database).

4. Дудкіна О.О. Показники якості та безпеки фонданів спеціального призначення / О.О. Дудкіна, А.В. Гавриш, О.В. Неміріч, Т.І. Іщенко, І.М. Тернавська // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Ґжицького. – 2016. – Том 18, №2 (68). – С. 134-138. (*Журнал «Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Ґжицького»* входить до затвердженого МОН переліку фахових видань та індексуються у Google Scholar і РИИЦ).

5. Дудкіна Е.А. Технологическая реализация инновационных горячих сладких блюд специального назначения / Е.А. Дудкіна, А.В. Гавриш, А.В. Немирич, Т.И. Ищенко // Научно-практический журнал «Потребительская кооперация». – 2016. – № 4(55). – С. 39-45. (*Журнал «Потребительская кооперация»* включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований по техническим отраслям науки - технология и товароведение пищевых продуктов, продуктов функционального и специального назначения и общественного питания и входит в информационно-аналитическую систему РИИЦ).

6. Технологія фондану – традиції та інновації / А.В. Гавриш, О.О. Дудкіна // Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчовій промисловості : Програми і матеріали Міжнародної наукової конференції, 13–17 жовтня 2014 р. – Київ : НУХТ. – 2014 р. – С. 595-596.

7. Альтернативні способи приготування фонданів / А.В. Гавриш, О.О. Дудкіна, С.О. Губенко // Інноваційні технології в харчовій промисловості та ресторанному господарстві : Міжнародна науково-практична інтернет-конференція, 12–14 листопада 2014 р. : тези доп. – Харків : ХДУХТ, 2014. – С. 13-14.

8. Дудкіна О.О. Використання поверхнево-активних речовин в гарячих солодких стравах / О.О. Дудкіна, С.О. Губенко, А.В. Гавриш, О.В. Неміріч // Готельно-ресторанний бізнес: інноваційні напрями розвитку : Міжнародна науково-практична конференція, 25-27 березня 2015 р. – Київ : НУХТ. – 2015. – С. 88-89.

9. Органолептична оцінка якості фонданів спеціального призначення / А.В. Гавриш, О.В. Неміріч, О.О. Дудкіна, С.О. Губенко // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : матеріали 81 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 23–24 квітня 2015 р. – Київ : НУХТ. – 2015. – Ч. 3. – С. 401.

10. Дудкіна О.О. Фондан – новий продукт закладів ресторанного господарства / О.О. Дудкіна, А.В. Гавриш, О.В. Неміріч // Практика і перспективи розвитку

еногастрономічного туризму: світовий досвід для України : Міжнародна науково-практична конференція, 24 вересня 2015 р. – Київ : НУХТ. – 2015. – С. 145-146.

11. Формування показників якості фонданів спеціального призначення / А.В. Гавриш, О.В. Неміріч, О.О. Дудкіна // Якість і безпека харчових продуктів: тези доповідей II Міжнародної науково-практичної конференції. – 12-13 листопада 2015 р. – Київ : НУХТ – С. 118-121.

12. Дудкіна О.О. Органолептичні та фізико-хімічні показники якості фонданів спеціального призначення / О.О. Дудкіна, А.В. Гавриш, О.В. Неміріч // Міжнародна науково-практична конференція студентів і молодих учених «Інноваційні напрямки розвитку освіти, сфери послуг і технологій», Луцьк 24-25 березня 2016 р.: тези доп. – 2016. - С. 135-138.

13. Дудкіна О.О. Особливості рецептурного складу фонданів / О.О. Дудкіна, А.В. Гавриш, Т.І. Іщенко // 82 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів “Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті” 13–14 квітня 2016 р.– Київ : НУХТ. – Ч.3. – С. 389.

14. Дудкіна О.О. Інноваційні підходи в створенні гарячих солодких страв / О.О. Дудкіна, А.В. Гавриш, О.В. Неміріч // Збірник праць за підсумками VI Міжнародної науково-практичної конференції вчених, аспірантів і студентів, Київ: НУБіП України. – 2016. – С. 182-184.

15. Дудкіна О.О. Гарячі солодкі страви спеціального призначення / О.О. Дудкіна, А.В. Гавриш, О.В. Неміріч // Міжнародна науково-практична конференція «Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека», 12-13 травня 2016 р.: тези доп. – Київ: НУХТ. – 2016 р. – С. 39-40.

16. Dudkina O. Theoretical and practical aspects of the using surfactants in the technology of hot sweet dishes / O. Dudkina, A. Gavrysh, O. Nemirich, T. Ishchenko, Yu.Tkachuk // 8th Central European Congress on Food 2016 – Food Science for Well-being (SEFood 2016): Book of Abstracts. – 23-26 May 2016. – Kyiv : NUFT, 2016. – P. 225.

17. Дудкіна О.О. Пористість фонданів спеціального призначення / О.О. Дудкіна, І.М. Тернавська, Т.І. Іщенко, О.В. Неміріч А.В. Гавриш // Інноваційні технології в готельно-ресторанному бізнесі : Всеукраїнська науково-практична конференція, 22-23 березня 2017 р. – Київ : НУХТ. – 2017. – С. 28-30.

18. Dudkina O. Structural and mechanical properties of fondan's model systems / O. Dudkina, I. Ternavska, T. Ischenko, O. Nemyrych, A. Gavrysh // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : 83 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 5-6 квітня 2017 р. – Київ : НУХТ. – 2017. – Частина 3. – С. 319.

19. Дудкіна, О. О. Шляхи підвищення харчової цінності гарячих солодких страв / О.О. Дудкіна, А.В. Гавриш, О.В. Неміріч // Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 50-річчю заснування Харківського державного університету харчування та торгівлі й 10-річчю запровадження в Україні спеціальності «Готельно-ресторанна справа», 21 вересня 2017 р.: тези доп. – Харків. – 2017 р. – С. 103-104.

20. Рецептурний склад фонданів спеціального призначення / О.О. Блощинська, І.М. Тернавська, А.В. Гавриш, О.В. Неміріч, Т.І. Іщенко // Якість і безпека харчових

продуктів: тези доп. III Міжнар. наук.-практ. конф., 16-17 листопада 2017 р. – Київ : НУХТ, 2017. – С.116-117.

21. Блощинська О. О. Визначення адгезійних властивостей безглютенкових фонданів / О.О. Блощинська, А.В. Гавриш, Т.І. Іщенко // 84 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 23-24 квітня 2018 р. – Київ : НУХТ. – 2018. – Частина 3. – С. 383.

22. Патент на корисну модель 100479 UA, МПК A23G 3/50 (2006.01). Фондан спеціального призначення / А.В. Гавриш, Т.І. Іщенко, О.В. Неміріч, О.О. Дудкіна, С.О. Губенко; заявник Національний університет харчових технологій. – № u 2015 01347; заявл. 18.02.2015; опубл. 27.07.2015, Бюл. № 14, 2015 р.

23. Патент на винахід 111038 UA, МПК A23G 3/50 (2006.01). Фондан спеціального призначення / А.В. Гавриш, Т.І. Іщенко, О.В. Неміріч, О.О. Дудкіна, С.О. Губенко; заявник Національний університет харчових технологій. – № а 2015 01345; заявл. 18.02.2015; опубл. 10.03.2016, Бюл. № 5, 2016 р.

24. Патент на корисну модель 114807 UA, МПК A23G 3/00 (2006). Фондан / А.В. Гавриш, Т.І. Іщенко, О.В. Неміріч, О.О. Дудкіна, Ю.М. Ткачук; заявник Національний університет харчових технологій. – № u 2016 08233; заявл. 26.07.2016; опубл. 27.03.2017, Бюл. № 6, 2017 р.

25. Патент на корисну модель 120598 UA, МПК A23G 3/36 (2006.01). Спосіб виробництва фондану / А.В. Гавриш, Т.І. Іщенко, О.В. Неміріч, О.О. Дудкіна, І.М. Тернавська; заявник Національний університет харчових технологій. – № u2017 05028; заявл. 24.05.17; опубл. 10.11.2017, Бюл. № 21, 2017 р.

26. Патент на винахід 115729 UA, МПК A23G 3/36 (2006.01). Фондан / А.В. Гавриш, Т.І. Іщенко, О.В. Неміріч, О.О. Дудкіна, Ю.М. Ткачук; заявник Національний університет харчових технологій. – № а 2016 08232; заявл. 25.01.2017; опубл. 11.12.2017, Бюл. № 23, 2017 р.

27. Патент на винахід 117717 UA, МПК A21D 13/066 (2017.01). Спосіб виробництва фондану / А.В. Гавриш, Т.І. Іщенко, О.В. Неміріч, О.О. Дудкіна, І.М. Тернавська; заявник Національний університет харчових технологій. – № u2017 05027; заявл. 24.05.17; опубл. 10.09.2018; Бюл. № 17, 2018 р.

АНОТАЦІЯ

Блощинська О.О. Удосконалення технології безглютенкових фонданів – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 05.18.16 «Технологія харчової продукції» (18 – Виробництво та технології) – Національний університет харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Київ, 2019.

Дисертацію присвячено науковому обґрунтуванню та удосконаленню технології безглютенкових фонданів з використанням борошна рисового, крохмалю модифікованого, ефіру моно- і дигліцеридів лимонної та жирних кислот.

На підставі аналізу літературних джерел показано актуальність використання безглютенкових структуроутворювачів в технології харчової продукції, зокрема гарячих солодких стравах.

Досліджено, що серед існуючих альтернативних видів сировини, яка може бути використана у ролі структуроутворювача щільної частини страви, найбільш технологічними є борошно рисове та крохмаль модифікований.

Обґрунтовано переваги використання безглютенової сировини за дисперсністю та гранулометричним складом.

Досліджено технологічні властивості безглютенових структуроутворювачів і показано необхідність використання поверхнево-активних речовин на стадії формування рецептурної суміші.

Досліджено мікроструктуру удосконалених фонданів та встановлено обволікальну дію ПАР, що, ймовірно, сприяє утворенню єдиного міцного комплексу між фазами «жир – вуглевод – білок – вода» і, як результат, покращанню структурно-механічних властивостей модельних систем безглютенових фонданів з додаванням ПАР.

Науково обґрунтовано та удосконалено технологію безглютенових фонданів, яка реалізується в підприємствах ресторанного господарства.

Вперше комплексно досліджено фізико-хімічні, реологічні, структурно-механічні, мікробіологічні показники якості та безпечності та тепломасообмінні процеси безглютенових фонданів.

Визначено, шляхом математичного моделювання з використанням методу найменших квадратів, що задані показники пористості щільної частини фонданів на рівні 49...55% досягаються за співвідношення: структуроутворювача – 25 %, ПАР – 0,5 %.

Обґрунтовано стабілізацію енергетично невірноваженої висококонцентрованої системи «жир – вуглевод – білок – вода» за комплексом структурно-механічних, фізико-хімічних та технологічних характеристик.

Удосконалену технологію впроваджено у підприємствах ресторанного господарства, доведено конкурентноспроможність та економічну ефективність нової продукції.

Ключові слова: борошно рисове, крохмаль модифікований, поверхнево-активні речовини, модельні системи, безглютенові фондани.

ANNOTATION

Bloshchynska Olena. The refinement of gluten-free fondants' technology – Qualification scientific work on manuscript rights.

The thesis for the degree of Candidate of Technical Sciences (Doctor of Philosophy), specialty 05.18.16 «Technology of Food Products» (18 – Production and Technology) – National University of Food Technology of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2019.

The dissertation is devoted to the scientific substantiation and refinement of gluten-free fondants' technology with using of rice flour, modified starch, mono- and diglycerides of citric and fatty acids.

Based on the literary sources analysis, the relevance of gluten-free structure-forming agent's usage in technologies for food products, in particular hot sweet dishes, is shown.

It was investigated that among the existing of alternative types of raw materials, which can be used as a dough-forming part of the structure, the rice flour and the modified starch are the most technologically useful.

The advantages of using gluten-free raw materials by dispersion and granulometric composition are substantiated.

The technological properties of gluten-free structure-forming agents are investigated and the necessity of surfactants usage on the stage of recipe mixture's formation have been proved.

The microstructure of improved fondants was investigated and the coating action of surfactant was determined, which probably contributes the formation of a unified strong complex between the phases of «lipid – carbohydrate – protein – water» and, as a result, the improvement of the structural and mechanical properties of the model systems of gluten-free fondants with the addition of surfactants.

Scientifically substantiated and developed refinement of the gluten-free fondants' technology, which is realized at the enterprises of restaurant business.

For the first time complex of physical-chemical, rheological, structural-mechanical, microbiological indicators of quality and safety and heat-mass-exchange processes of gluten-free fondant's have been investigated.

Due to mathematical modeling using the least squares method, have been determined the porosity indices of the dense part of the fondants at the level of 49-55% that are achieved at the ratio: the structure-forming agent – 25%, surfactant – 0,5%.

Improved technology of gluten free fondants considered as a large technological system with the definition of parameters of individual subsystems.

The stabilization of the energy-unbalanced highly concentrated system «lipid – carbohydrate – protein – water» based on the complex of structural-mechanical, physical-chemical and technological characteristics is substantiated.

Improved technology has been introduced in the restaurant business enterprises, and the competitiveness and economic efficiency of new products have been proved.

Key words: rice flour, modified starch, surfactants, model systems, gluten-free fondants.