

**Міністерство освіти і науки України
Національний університет харчових технологій**

ЯЩЕНКО ВІКТОРІЯ СЕРГІЇВНА

УДК 664.64:664.653.4

**ТЕХНОЛОГІЯ ХЛІБНИХ ПАЛИЧОК ПІДВИЩЕНОЇ ХАРЧОВОЇ
ЦІННОСТІ, СФОРМОВАНИХ МЕТОДОМ ЕКСТРУЗІЇ**

05.18.01 – Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та
харчових концентратів

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2014

Дисертацією є рукопис.

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

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Арсеньєва Лариса Юріївна,
Національний університет харчових технологій,
декан факультету технології оздоровчих продуктів
і харчової експертизи

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Шаніна Ольга Миколаївна,
Харківський національний технічний університет
сільського господарства ім. Петра Василенка,
завідувач кафедри технологій переробних
і харчових виробництв

кандидат технічних наук, доцент
Макарова Ольга Василівна,
Одеська національна академія харчових технологій,
доцент кафедри технології хліба, кондитерських,
макаронних виробів і харчоконцентратів

Захист відбудеться “___” _____ 201 р. о ___ год. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.06 Національного університету харчових технологій за адресою: 01601, м. Київ, вул. Володимирська, 68, аудиторія А-___.

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

Автореферат розіслано “___” _____ 201 р.

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

Ю. В. Камбулова

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. В сучасних умовах розвиток хлібопекарської промисловості потребує інтенсифікації технологічних процесів та технічного переоснащення спеціалізованих цехів з метою зниження технологічних затрат, скорочення тривалості технологічних процесів та поліпшення якості готової продукції. Ефективному розв'язанню цих завдань сприяє використання процесу екструзії, якому присвячено роботи відомих вчених України та Росії: В. М. Ковбаси, В. І. Оболкіної, В. І. Теличуна, Ю. С. Теличкун, В. Г. Михайленка, Д. Н. Протопопова, А. І. Жушмана, В. Г. Карпова, О. М. Острикова та ін.

В хлібопекарському виробництві відома практика використання екструзії для отримання екструдованих подрібнених крохмалепродуктів, що вносяться у тісто з метою поліпшення якості готових виробів. Нині спостерігається тенденція до подальшого збільшення екструдованої продукції. Однак недостатньо вивчено можливості безпосереднього застосування екструзійного оброблення тіста в технології хлібобулочних виробів.

В НУХТ під керівництвом проф. Теличуна В. І. розроблено конструкцію бродильно-формуального агрегату (екструдера), призначеного для виробництва сухарних, бубличних виробів, хлібних паличок та багетів. В герметично закритій камері агрегату відбувається декілька стадій технологічного процесу: дозрівання тіста в умовах підвищеного тиску 0,2...0,3 МПа та підвищеного вмісту вуглекислого газу у середовищі бродіння, одночасне формування методом холодної екструзії та розпушення тістових заготовок, що дає змогу випікати вироби одразу після формування, виключаючи операцію вистоювання. Досліджено реологічні властивості дріжджового тіста для виробництва на бродильно-формуальному агрегаті сухарів і булочних виробів, встановлено вплив геометричних параметрів формуючого каналу на якість екструдату, визначено оптимальні параметри екструдування. Проте залишається не дослідженим вплив зазначених умов дозрівання на активність бродильної мікрофлори тіста, перебіг біохімічних процесів у тісті. Хлібні палички з використанням бродильно-формуального агрегату ще не виробляються. Крім того, асортимент хлібних паличок, що виробляються хлібопекарською галуззю, дотепер вузький, і його варто розширювати за смаковими та функціональними властивостями. Отже, розроблення науково обґрунтованої технології хлібних паличок підвищеної харчової цінності, сформованих методом холодної екструзії, є актуальним.

В останні роки зростає інтерес вітчизняних та закордонних науковців до штучно культивованих грибів, зокрема, гливи звичайної, яка є альтернативним функціональним інгредієнтом зі значним вмістом білкових речовин, харчових волокон, мінеральних елементів. Проте відсутні науково обґрунтовані дані щодо використання гливи у свіжому вигляді та її комбінації з білками іншого походження у технології хлібобулочних виробів.

У зв'язку з цим розширення асортименту хлібних паличок за рахунок використання принципово нової нетрадиційної сировини та спрощення технологічного процесу їх виготовлення за допомогою холодної екструзійного оброблення тіста є актуальним і своєчасним завданням.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження проводилися відповідно до тематики науково-дослідної роботи кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів «Застосування нетрадиційної сировини і добавок з метою покращення хлібопекарських властивостей борошна, інтенсифікації технологічного процесу, надання виробам оздоровчої та профілактичної дії», яка координується з науковим напрямом НУХТ «Розроблення технології харчових продуктів оздоровчої та профілактичної дії».

Мета і завдання досліджень. Метою дисертаційної роботи є розроблення науково обґрунтованої технології хлібних паличок, сформованих методом холодної екструзії тіста, та підвищення їх харчової цінності за рахунок збагачення збалансованим за амінокислотним складом білком, поліненасиченими жирними кислотами групи ω -3, мінеральними речовинами, харчовими волокнами.

Для досягнення мети роботи було поставлено такі завдання:

- теоретично обґрунтувати доцільність використання гливи звичайної, харчового казеїну, насіння льону в технології хлібних паличок, а також спрощення технологічного процесу їх виготовлення впровадженням новітнього вітчизняного обладнання;
- дослідити вплив підвищеного тиску та підвищеного вмісту вуглекислого газу у середовищі бродіння на перебіг мікробіологічних та біохімічних процесів у тісті, зміни його структурно-механічних властивостей;
- встановити оптимальне дозування запропонованої додаткової сировини та спроектувати рецептури хлібних паличок підвищеної харчової цінності за допомогою сучасних комп'ютерних програм;
- вивчити вплив умов бродіння в камері бродильно-формуального агрегату на перебіг основних процесів у тісті з нетрадиційними білковими інгредієнтами;
- оптимізувати основні параметри технологічного процесу виробництва збагачених хлібних паличок з використанням холодного екструдкування тіста;
- на підставі проведених досліджень розробити раціональну технологію хлібних паличок підвищеної харчової цінності з використанням бродильно-формуального агрегату;
- визначити показники якості екстудованих хлібних паличок підвищеної харчової цінності;
- оцінити харчову цінність екстудованих збагачених хлібних паличок та дослідити перетравлюваність білків і вуглеводів готових виробів;
- розробити нормативну документацію на нові види хлібних паличок, провести їх апробацію у виробничих умовах;
- визначити економічну ефективність виробництва хлібних паличок з використанням бродильно-формуального агрегату.

Об'єкт дослідження – технологія хлібних паличок.

Предмет дослідження – глива звичайна, харчовий казеїн, тісто та хлібні палички, сформовані із застосуванням холодного екструдкування тіста, а також процеси, що відбуваються під час їх приготування.

Методи досліджень – аналітичні, хімічні, фізико-хімічні, органолептичні, експериментально-статистичні, загальноприйняті та спеціальні, виконані з застосуванням сучасних приладів та інформаційних технологій.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше вивчено закономірності перебігу основних процесів у пшеничному тісті в умовах підвищеного тиску та підвищеного вмісту вуглекислого газу в середовищі бродіння, і показано, що зазначені умови не чинять негативного впливу на активність дріжджових клітин, однак пригнічують життєдіяльність молочнокислих бактерій; знижують активність амілолітичних ферментів, однак активізують протеолітичні ферменти борошна.

Вперше вивчено функціонально-технологічні властивості гливи звичайної як сировини хлібопекарського виробництва та встановлено, що глива звичайна дає змогу усунути дефекти на поверхні хлібних паличок під час екструдування тіста за рахунок вищої в 1,4...1,5 рази активності протеолітичних ферментів, порівняно з борошном пшеничним першого сорту, і значного поліпшення еластичності клейковини.

Доведено доцільність спільного використання гливи звичайної, харчового казеїну та насіння льону з метою підвищення харчової цінності хлібних паличок та поліпшення їх якості.

Вперше науково обґрунтовано технологію виробництва хлібних паличок підвищеної харчової цінності з застосуванням бродильно-формуального агрегату, в якому тісто перед випресовуванням короткочасно (протягом 10 хв) дозріває під тиском 0,2 МПа.

Запропоновано визначати пористість хлібних паличок модифікованим методом Журавльова та морфологічним методом, що ґрунтується на обробленні цифрового зображення м'якушки хлібобулочних виробів.

Практичне значення одержаних результатів. На основі проведених наукових досліджень розроблено пакет нормативної документації (проект) на виробництво нових видів хлібних паличок: ТУУ 02070938122:2012, РЦУ 02070938122:2012 «Хлібні палички «Здоров'я», ТІУ 02070938122:2012 «Технологічна інструкція з виробництва хлібних паличок «Здоров'я», ТУУ 02070938155:2013, РЦУ 02070938155:2013 «Хлібні палички «Здоров'я» з насінням льону», ТІУ 02070938155:2013 «Технологічна інструкція з виробництва хлібних паличок з насінням льону».

Розроблені види хлібних паличок рекомендовані для споживання спортсменами, групами населення з підвищеною інтенсивністю праці, що дає змогу розширити асортимент хлібних паличок підвищеної харчової цінності, а впровадження бродильно-формуального агрегату сприяє спрощенню технології їх виготовлення та зниженню технологічних затрат на бродіння.

Розроблена технологія хлібних паличок пройшла промислові випробування на ТОВ «Дослідний завод харчового обладнання» (м. Київ).

Особистий внесок здобувача. Автором особисто проаналізовано та систематизовано літературні джерела з досліджуваних питань, підібрано методики, проведено експериментальні дослідження, опрацьовано та одержано наукові результати щодо можливості використання нетрадиційної сировини (грибів, харчового казеїну, насіння льону) та сучасного бродильно-формуального агрегату в технології хлібних паличок.

Аналіз та узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків, підготовка матеріалів до публікації проведено спільно з науковим керівником д.т.н., проф. Арсеньевою Л. Ю.

Апробація результатів дисертації. Результати досліджень доповідались, обговорювались та були схвалені на 76...79-й Міжнародних наукових конференціях молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті» (Київ, 2010...2013 рр.), VII Міжнародній науковій конференції студентів і аспірантів «Техника и технология пищевых производств» (Могильов, 2010 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Развитие научной деятельности в малых городах на основе сотрудничества с предприятиями Болонского процесса» (Мелеуз, 2011р.), Всеукраїнській науково-практичній конференції «Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі» (Харків, 2011...2013 рр.), II науково-технічній конференції студентів, магістрів, аспірантів «Технології харчових виробництв та сучасні методи інтенсифікації технологічних процесів» (Луганськ, 2011 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Инновационное развитие малых городов России: научный, технологический и образовательный потенциал» (Мелеуз, 2012 р.), VIII Міжнародній конференції «Стратегия качества в промышленности и образовании» (Варна, 2012 р.), Всеукраїнській науково-практичній конференції «Здобутки, проблеми та перспективи розвитку готельно-ресторанного та туристичного бізнесу» (Київ, 2012 р.), Другому Північно- та Східно-Європейському Конгресі з Харчової Науки NEEFood-2013 (Київ), Міжнародній науково-практичній конференції «Инновационное развитие пищевой, легкой промышленности и индустрии гостеприимства» (Алмати, 2013).

Публікації. За результатами дисертаційної роботи опубліковано 23 наукові праці, у т.ч. 4 статті у фахових журналах і збірниках наукових праць, перелік яких затверджено Міністерством освіти і науки України, 2 статті – у виданнях іноземних держав: «Вестник Алматинского технологического университета» (Республіка Казахстан), «Хлебопродукты» (Росія), 15 тез доповідей на наукових конференціях, 1 патент України на корисну модель, 1 патент України на винахід.

Структура дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, шести розділів, висновків, списку літературних джерел з 220 найменувань і 7 додатків. Робота викладена на 144 сторінках основного тексту, містить 30 таблиць та 56 рисунків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми, визначено мету та завдання досліджень, охарактеризовано наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів.

У **першому розділі «Напрями створення хлібобулочних виробів підвищеної харчової цінності, сформованих методом холодної екструзії»** аналіз наукових праць вітчизняних та закордонних вчених показав, що в хлібопекарському виробництві застосовують екструдовані подрібнені крохмалепродукти,

однак обмаль даних про використання методу холодної екструзії тіста для регулювання технологічних процесів виготовлення хлібобулочних виробів.

Розглянуто традиційну технологію хлібних паличок. Зроблено висновок про доцільність зменшення виробничих площ, енерго- та матеріалоемності виробництва, скорочення ручної праці та тривалості технологічного процесу за рахунок застосування екструдерів з валковими нагнітачами, а саме сучасного бродильно-формуального агрегату. В агрегаті відбувається дозрівання тіста та формування тістових заготовок в умовах підвищеного тиску та підвищеного вмісту вуглекислого газу у середовищі бродіння. Необхідно дослідити вплив зазначених умов дозрівання на структурно-механічні властивості тіста, а також перебіг основних процесів у ньому.

Рецептури існуючих хлібних паличок є незбалансованими за хімічним складом з точки зору здорового харчування. Аналітичний огляд літератури показав, що для підвищення харчової цінності хлібних паличок доцільно використовувати гливу звичайну, харчовий казеїн та насіння льону як джерела повноцінного білка, харчових волокон, мінеральних речовин, поліненасичених жирних кислот групи ω -3. Необхідно дослідити можливість використання свіжої грибною сировини у хлібопекарському виробництві, її поєднання з іншими нетрадиційними джерелами повноцінного білка та розробити науково обґрунтовану технологію хлібних паличок підвищеної харчової цінності, сформованих на бродильно-формуальному агрегаті.

У другому розділі «Характеристика сировини та методів дослідження» наведено характеристику використаної у роботі сировини: пшеничного борошна вищого та першого сортів, гливи звичайної, казеїну кислотного харчового, кмину, кунжуту, насіння льону. Усі види сировини відповідали вимогам чинних нормативних документів.

Дослідження проводили на експериментальній установці (дослідному екструдері), розробленій в НУХТ (рис. 1). Використовували формуючу матрицю з фторопласту діаметром 10 мм.

Схему комплексних досліджень представлено на рис. 2.

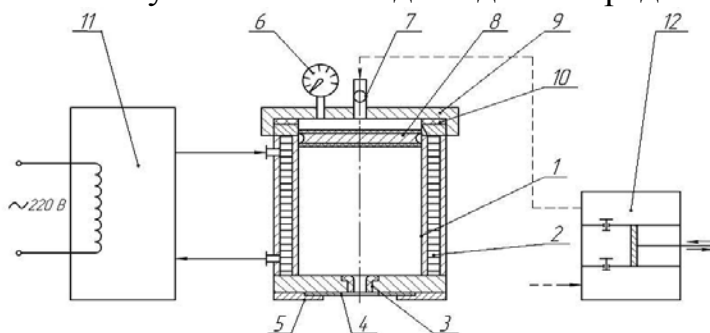


Рисунок 1 – Схема експериментальної установки:

- 1 – корпус, 2 – водіа сорочка, 3 – матриця,
- 4 – шибр, 5 – напрямлювач, 6 – манометр,
- 7 – патрубок подачі повітря, 8 – поршень,
- 9 – кришка екструдера, 10 – ущільнювач,
- 11 – ультратермостат, 12 – компресор

Кожну серію всіх дослідів проводили у 3...5-кратній повторності. Показники якості сировини, напівфабрикатів та готових виробів визначали за методиками, регламентованими стандартами.

Дозрівання тіста у камері бродильно-формуального агрегату проводили під тиском 0,2 МПа протягом 20 хв, що було встановлено для технології сухарних виробів доцентом НУХТ Теличкун Ю. С.



Рисунок 2 – Схема комплексних досліджень

Проектування рецептур збагачених хлібних паличок, розрахунок їх хімічного складу та харчової цінності проводили за допомогою програмного комплексу «Optima», розробленого під керівництвом Л. Ю. Арсенєвої. Для моделювання технологічних процесів використовували метод експериментально-статистичного моделювання, для отримання математичної моделі здійснювали статистичне оброблення експериментальних даних. Визначення пористості готових хлібних паличок проводили модифікованим методом Журавльова та морфологічним методом за допомогою програми «ImageJ», розробленої російськими науковцями.

У третьому розділі «Дослідження впливу підвищеного тиску та підвищеного вмісту вуглекислого газу у середовищі бродіння на перебіг основних процесів у тісті» визначено перебіг мікробіологічних та біохімічних процесів у тісті, зміни його структурно-механічних властивостей в умовах бродильно-формульовального агрегату.

Перебіг мікробіологічних процесів у тісті характеризували за газоутворенням в тісті, накопиченням спирту, зміною активної та титрованої кислотності, окисно-відновного потенціалу, активністю пресованих дріжджів і молочнокислих бактерій. Встановлено, що підвищений тиск та підвищений вміст вуглекислого газу у середовищі бродіння призводять до зниження газоутворення у тісті відносно контролю на 14...16 % та зменшення вмісту спирту – на 31...33 %, що свідчить про уповільнення спиртового бродіння.

Кислотонакопичення в екструдованому зразку тіста знижується на 0,1...0,2 град, порівняно з контрольним зразком, що, імовірно, пов'язано з дозріванням тіста у закритій камері бродильно-формульовального агрегату, в результаті чого вуглекислий газ частково залишається у тісті у вигляді карбонатної кислоти.

Дослідження зміни окисно-відновного потенціалу середовища після дії тиску вказують на уповільнення перебігу біохімічних та мікробіологічних процесів у тісті.

Зазначені умови бродіння не мають негативного впливу на активність дріжджових клітин, однак пригнічують життєдіяльність молочнокислих бактерій на 28...30 % (рис. 3).

Перебіг біохімічних процесів у тісті характеризували за накопиченням цукрів, змінами у фракційному складі білкових речовин тіста, активністю амілолітичних та протеолітичних ферментів. Встановлено, що під впливом підвищеного тиску знижується активність α - та β -амілази на 54...59 % та 34...35 % відповідно, що зумовлює уповільнення процесу накопичення цукрів у тісті та зброджування їх дріжджами (табл. 1). Цим пояснюється зниження інтенсивності спиртового бродіння в тісті.

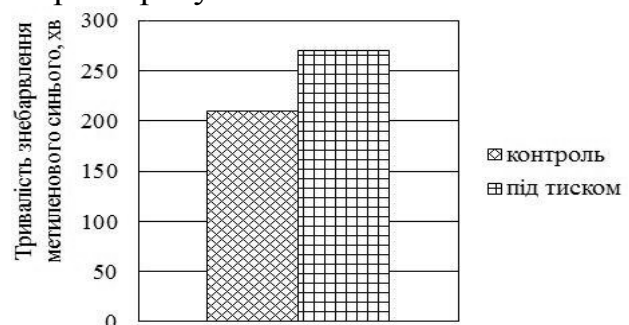


Рисунок 3 – Вплив підвищеного тиску та підвищеного вмісту вуглекислого газу у середовищі бродіння на активність молочнокислих бактерій

Таблиця 1 – Масова частка редукуючих цукрів у тісті (в перерахунку на мальтозу), % до маси СР тіста

Тривалість бродіння (автолізу), хв	Тісто, що дозрівало	
	за звичайних умов (контроль)	під тиском (в екструдері)
Без дріжджів		
0	1,99 ± 0,04	1,99 ± 0,04
90	2,85 ± 0,06	2,66 ± 0,05
180	2,97 ± 0,06	2,83 ± 0,06
Накопичено	0,98 ± 0,02	0,84 ± 0,02
З дріжджами		
0	2,29 ± 0,05	2,29 ± 0,05
90	1,71 ± 0,03	2,10 ± 0,04
180	0,24 ± 0,01	0,56 ± 0,01
Зброджено	2,05 ± 0,04	1,73 ± 0,03

проведених досліджень показав, що дозрівання тіста в екструдері під тиском призводить до зниження газоутримувальної здатності тіста. Водночас, забезпечується краща формостійкість напівфабрикатів (рис. 4) за рахунок можливого збільшення осмотично зв'язаної вологи в тісті. Дія тиском 0,2 МПа протягом більше 20 хв погіршує якість тістових заготовок та готових виробів. Під дією підвищеного тиску та підвищеного вмісту вуглекислого газу у середовищі бродіння клейковина тіста послаблюється. Вміст сухої клейковини знижується.

У четвертому розділі «Вивчення перебігу основних процесів у тісті з новою сировиною та в умовах підвищеного тиску» встановлено, що для максимального збалансування амінокислотного складу білкової компоненти хлібних паличок доцільно використовувати як додаткову сировину гливу звичайну в поєднанні з молочним білком казеїном.

За допомогою програмного комплексу «Optima» з врахуванням хімічного складу запропонованої білкової сировини розроблено рецептурну композицію хлібних паличок підвищеної харчової цінності «Здоров'я», до складу яких включено гливу звичайну та кислотний харчовий казеїн у кількості 25 % та 7 % до маси борошна відповідно. Індекс якості білка підвищується на 14...15 %, порівняно з традиційними виробами, і становить 0,81. Додаткове внесення в реце-

Дія підвищеного тиску та підвищеного вмісту вуглекислого газу у середовищі бродіння сприяє активізації протеолітичних ферментів і, як наслідок, збільшенню кількості додаткового живлення для дріжджів – водорозчинного азоту на 26...28 % та вільних амінокислот – на 9...10 %.

Структурно-механічні властивості тіста оцінювали за газоутримувальною здатністю (непрямим методом – за збільшенням питомого об'єму тіста під час дозрівання), розпливанням тіста, кількістю та показниками якості клейковини. Аналіз

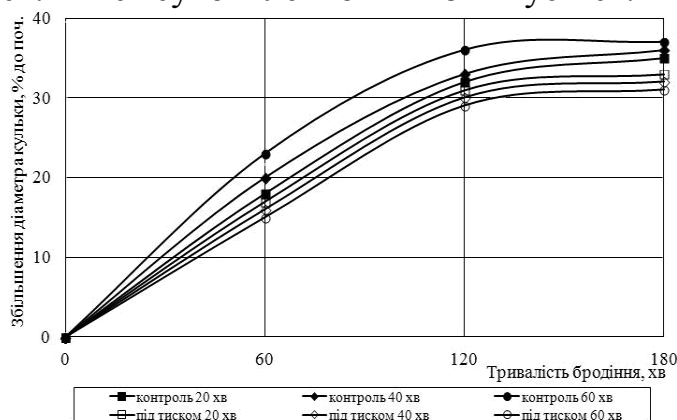


Рисунок 4 – Вплив підвищеного тиску та підвищеного вмісту вуглекислого газу в середовищі бродіння на формоутримувальну здатність тіста

птуру хлібних паличок «Здоров'я» цілого насіння льону в суміші з соняшниковою олією у кількості по 2,0 % до маси борошна дає змогу підвищити індекс якості ліпідів з 0,76 до 0,86, за рахунок того, що співвідношення фракцій жирних кислот хлібних паличок: насичених, поліненасичених ω -6, поліненасичених ω -3, мононе-насичених становить 38,9 : 31,9 : 5,4 : 23,8, тобто наближається до оптимального.

Стан білково-протеїназного комплексу пшеничного тіста, до складу якого включали подрібнену грибну сировину, оцінювали за властивостями клейковини. Результати досліджень (табл. 2) показали, що внесення в тісто гливи звичайної призводить до значного послаблення клейковини – збільшується розтяжність в 2,5 рази, знижується пружність на 55...57 %, завдяки більшій на 43...44 % активності протеолітичних ферментів гливи, порівняно з ферментами борошна пшеничного першого сорту.

Таблиця 2 – Властивості клейковини тіста одразу після замісу (без відлежування)

Показники якості	Тісто	
	базове (без добавок)	з гливою звичайною
Вміст сирої клейковини, %	25,6 ± 0,5	24,6 ± 0,5
Вміст сухої клейковини, %	8,6 ± 0,2	8,1 ± 0,2
Гідратаційна здатність, %	198,5 ± 4,0	202,1 ± 4,0
Деформація клейковини на приладі ИДК, од. прил.	78,9 ± 1,6	123,1 ± 2,5
Розтяжність, см	13,5 ± 0,3	35,0 ± 0,7

Результати дослідження змін у фракційному складі білкових речовин тіста наведено в табл. 3. Виявлено, що загальний вміст білка в тісті з гливою на 6...8 % перевищує цей показник для базового тіста, підвищується вміст водорозчинного

білка в тісті на 35...40 % та вільних амінокислот на 40...43 %. Під дією надлишкового тиску інтенсивність накопичення водорозчинного білка та вільних амінокислот в базовому та збагаченому тісті зростає.

Таблиця 3 – Вміст окремих фракцій азотовмісних сполук тіста, %СР

Фракція азотовмісних сполук	Базове тісто (без добавок), що дозрівало		Тісто з гливою звичайною, що дозрівало	
	за звичайних умов	в умовах підвищеного тиску	за звичайних умов	в умовах підвищеного тиску
Загальний азот	2,43 ± 0,05	2,43 ± 0,05	2,60 ± 0,05	2,60 ± 0,05
Водорозчинний азот після замісу через 1 год зміна	0,31 ± 0,01 0,33 ± 0,01 +0,02±0,01	0,31 ± 0,01 0,40 ± 0,01 +0,09±0,01	0,42 ± 0,01 0,46 ± 0,01 +0,04±0,01	0,42 ± 0,01 0,54 ± 0,01 +0,12±0,01
Азот вільних амінокислот, мг/100 г СР після замісу через 1 год зміна	54,0 ± 1,1 57,0 ± 1,1 +3,0 ± 0,1	54,0 ± 1,1 61,0 ± 1,2 +7,0 ± 0,1	77,0 ± 1,5 80,0 ± 1,6 +3,0 ± 0,1	77,0 ± 1,5 85,0 ± 1,7 +8,0 ± 0,2

Про інтенсивність мікробіологічних процесів у тісті для хлібних паличок з гливою звичайною та харчовим казеїном в умовах бродіння під надлишковим тиском 0,2 МПа судили за накопиченням вуглекислого газу протягом процесу бродіння та зміною титрованої кислотності тіста. Визначено, що додавання гливи та казеїну сприяє підвищенню рівня газоутворення в тісті на 39...41 % відносно рівня базового зразка за рахунок внесення з грибною сировиною додаткової кількості зброджуваних цукрів та вільних амінокислот. Під дією підвищеного тиску та підвищеного вмісту вуглекислого газу у середовищі бродіння газоутворення в збагачених зразках тіста знижується на 3...11 %, при цьому максимальний рівень газоутворення спостерігається для зразка, який дозріває під тиском протягом 10 хв (рис. 5).

Білкові збагачувачі та підвищений тиск не впливають на кінетику зміни титрованої кислотності тіста. Збільшення початкової кислотності збагаченого тіста на 4,0...4,5 град зумовлено значною кислотністю запропонованих носіїв білка.

Структурно-механічні властивості пшеничного тіста з грибною сировиною послаблюються – за показник газотримувальності здатності знижується на 17...

19 %, показник формостійкості – на 22...23 %. За результатами досліджень встановлено, що спільне внесення гливи та казеїну призводить до зниження газотримувальності здатності тіста для хлібних паличок за рахунок високої активності протеолітичних ферментів гливи. В умовах підвищеного тиску та підвищеного вмісту вуглекислого газу у середовищі бродіння газотримувальна здатність тіста з білковими носіями знижується на 4...10 %. Однак формостійкість збагаченого тіста підвищується на 4...29 %, порівняно з формостійкістю традиційного тіста, за рахунок властивості казеїну зменшувати розрідження тіста. Поліпшення формостійкості після дії тиску, імовірно, зумовлено збільшенням частки осмотично зв'язаної води в тісті та відповідним зменшенням частки вільної води.

У п'ятому розділі «Розроблення технології хлібних паличок підвищеної харчової цінності» визначено оптимальні параметри технологічного процесу та розроблено технологію хлібних паличок з білковими збагачувачами з використанням бродильно-формуального агрегату.

Досліджено вплив способів приготування збагаченого тіста: безопарного, на великій густій опарі, на попередньо диспергованій фазі та за холодною технологією – на якість хлібних паличок (табл. 4).

Доведено, що екструдоване тісто, збагачене гливою звичайною та харчовим казеїном, доцільно готувати безопарним способом. Оптимальна тривалість бродіння тіста до подачі в камеру бродильно-формуального агрегату становить 30 хв.

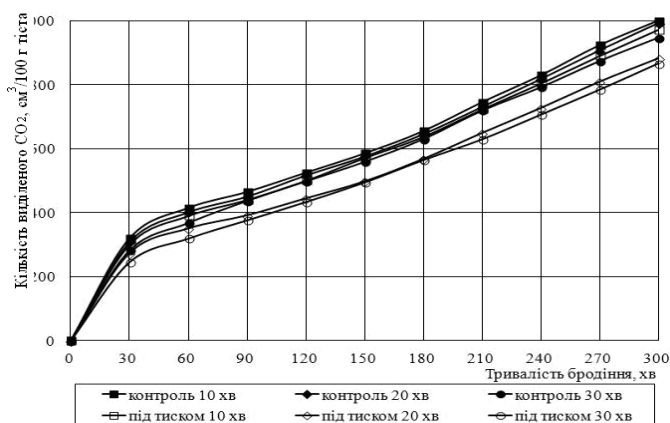


Рисунок 5 – Вплив надлишкового тиску на газоутворення в тісті з білковими збагачувачами

Таблиця 4 – Показники якості екструдованих збагачених хлібних паличок за різних способів приготування тіста

Показники	Спосіб приготування тіста			
	безопарний	на великій густій опарі	на диспергованій фазі	за холодною технологією
Кислотність, град	$6,4 \pm 0,2$	$6,6 \pm 0,2$	$6,3 \pm 0,2$	$5,9 \pm 0,2$
Масова частка вологи, %	$10,0 \pm 0,5$	$10,0 \pm 0,5$	$10,5 \pm 0,5$	$10,5 \pm 0,5$
Діаметр джгута, мм	$20,5 \pm 1,0$	$17,0 \pm 1,0$	$15,5 \pm 1,0$	$19,0 \pm 1,0$
Пористість, %	78 ± 1	69 ± 1	62 ± 1	74 ± 1

Отримано математичну модель, яка адекватно описує вплив тривалості замісу тіста (X_1 , хв), тривалості дозрівання тіста у камері бродильно-формуального агрегату (X_2 , хв) та тиску, під впливом якого тісто дозріває та формується (X_3 , МПа), на діаметр джгута хлібних паличок після випікання (Y , мм):

$$Y = 21,95 + 0,173 X_1 + 0,051 X_2 + 8,332 X_3 - 0,005 X_1 X_2 - 0,798 X_1 X_3 - 0,578 X_2 X_3 + 0,040 X_1 X_2 X_3$$

Методом Бокса–Уїлсона встановлено, що для одержання хлібних паличок найкращої якості за діаметром джгута після випікання тісто з гливою звичайною та харчовим казеїном необхідно замішувати 10...11 хв. Оптимальний тиск у камері бродильно-формуального агрегату становить 0,2 МПа, тривалість дозрівання тіста під тиском – 10 хв.

Встановлено показники якості готових виробів, які покладено в основу розроблення нормативної документації. Хлібні палички «Здоров'я» мають зарум'янену скоринку, гладеньку поверхню, добре розвинену, дрібну, тонкостінну пористість (рис. 6).



Рисунок 6 – Зразки хлібних паличок:

а – традиційних; б – традиційних, виготовлених з використанням бродильно-формуального агрегату; в – «Здоров'я»; г – «Здоров'я» з насінням льону

Розроблено технологію хлібних паличок «Здоров'я» (чотири найменування) з використанням бродильно-формуального агрегату та проект нормативної документації на їх виготовлення. Апаратурно-технологічну схему запропонованої технології наведено на рис. 7. Технологію апробовано у виробничих умовах ТОВ «Дослідний завод харчового обладнання».

У шостому розділі «Дослідження впливу збагачувачів та холодного екструдуювання на харчову цінність хлібних паличок» визначено харчову цінність розроблених хлібних паличок «Здоров'я». Встановлено (рис. 8), що пер-

шою лімітуючою амінокислотою традиційного зразка хлібних паличок є лізин (скор – 35 %), а хлібних паличок «Здоров'я» – валін (скор – 55 %).

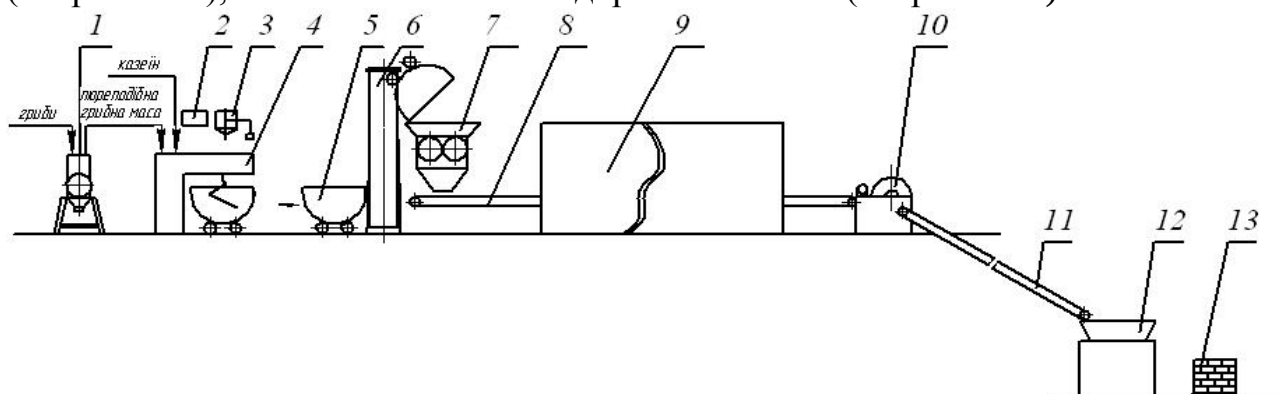


Рисунок 7 – Апаратурно-технологічна схема виробництва хлібних паличок «Здоров'я» з використанням бродильно-формувального агрегату: 1 – подрібнювач-дробарка, 2 – дозатор рідких компонентів, 3 – дозатор борошна, 4 – тістомісильна машина, 5 – діжа для дозрівання, 6 – діжеперекидач, 7 – бродильно-формувальний агрегат, 8 – під печі, 9 – піч, 10 – різальна машина, 11 – транспортер для охолодження, 12 – пакувальний автомат, 13 – коробки з готовою продукцією

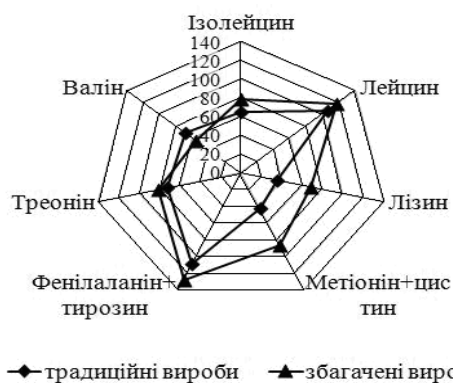


Рисунок 8 – Біологічна цінність хлібних паличок за амінокислотним скором

Експериментальні дослідження хімічного складу готових виробів свідчать про поліпшення харчової цінності хлібних паличок «Здоров'я» внаслідок збільшення вмісту білків – на 50,5...52,5 %, незамінних амінокислот – на 8...100 %, клітковини – на 86...88 %.

Доведено, що споживання добової норми (перераховано з 277 г на 172 г за сухими речовинами) розроблених виробів задовольняє потребу організму в збалансованих білках на 45...48 %, в жирах – на 17...24 %. Фракційне співвідношення жирних кислот збагачених хлібних паличок наближається

до оптимального. У виробах збільшується вміст мінеральних речовин: фосфору – на 7...9 %, заліза – на 1...5 %; вітамінів: В₁ – на 52...55 %, РР – на 22...26 %.

Підвищення харчової цінності хлібних паличок, збагачених гливою звичайною та харчовим казеїном, підтверджено дослідженнями перетравлюваності білкової складової виробів в умовах *in vitro*. Встановлено (рис. 9), що засвоюваність білків збагачених хлібних паличок вища, порівняно з незбагаченим аналогом: на пепсиновій стадії – на 32,7...33,3 %, на трипсиновій стадії – на 54,5...55,6 %.

В результаті дослідження засвоюваності вуглеводів традиційних та збагачених хлібних паличок виявлено, що вуглеводи збагачених хлібних паличок «Здоров'я» засвоюються краще на 20,8...21,2 %.

Для визначення допустимого терміну зберігання екструдованих збагачених хлібних паличок вивчали зміну кислотного та перекисного чисел жирової складової виробів в процесі зберігання (рис. 10).

Для хлібних паличок «Здоров'я» кінцевий термін зберігання відповідає терміну досягнення граничного значення кислотного числа вершкового масла за нормативною документацією (не більше 1,2 мг КОН/г), а для хлібних паличок «Здоров'я» з насінням льону – кислотного числа соняшникової олії (не більше 0,6 мг КОН/г). Найменше нормоване граничне значення перекисного числа у всіх зразках виробів має вершкове масло (0,063 %I₂). Встановлено, що хлібні палички «Здоров'я» доцільно зберігати протягом 30 діб, а хлібні палички «Здоров'я» з насінням льону – протягом 24 діб. В разі тривалішого зберігання спостерігається значний приріст кислотного та перекисного чисел внаслідок накопичення в готових виробах продуктів окиснення жирів.

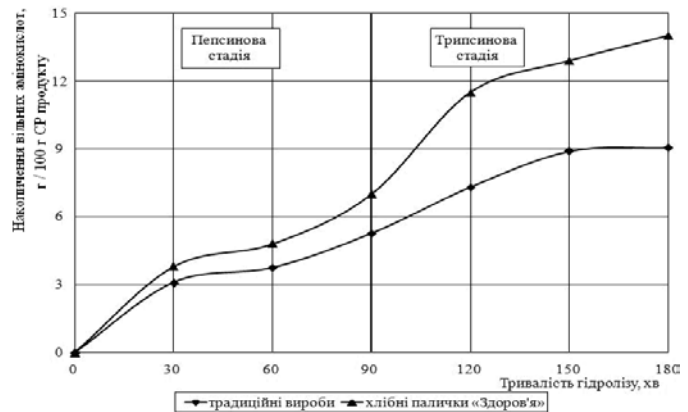
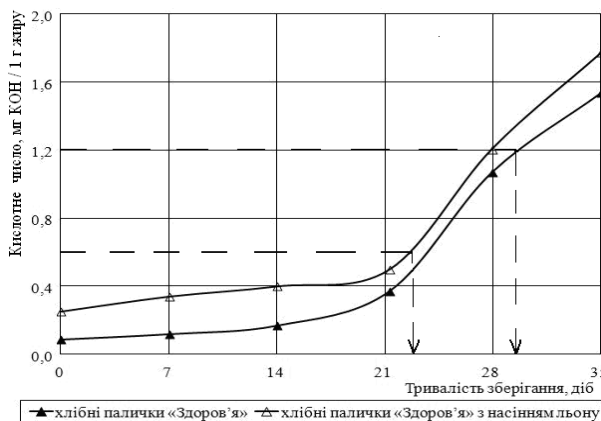
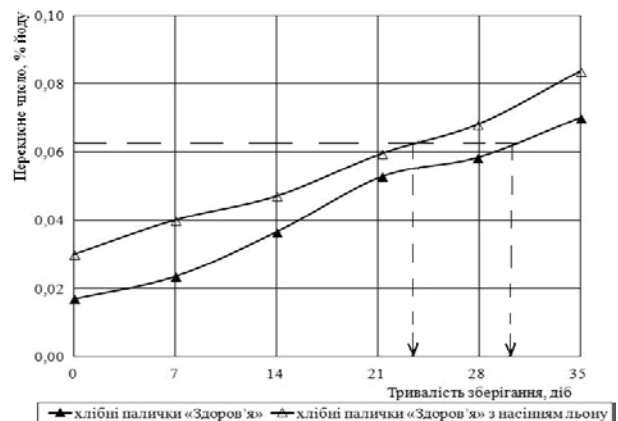


Рисунок 9 – Накопичення вільних амінокислот під час гідролізу білків хлібних паличок в умовах *in vitro*



а



б

Рисунок 10 – Зміни кислотного (а) та перекисного (б) чисел жиру хлібних паличок під час зберігання

ВИСНОВКИ

На основі аналізу теоретичних та експериментальних досліджень розроблено науково обґрунтовану технологію хлібних паличок підвищеної харчової цінності, сформованих методом холодної екструзії.

Основні результати проведених досліджень такі:

1. Аналіз хімічного складу та властивостей гливи звичайної, харчового казеїну та насіння льону свідчить про можливість їх використання для збагачення хлібних паличок повноцінним білком та поліненасиченими жирними кислотами групи ω -3. Обґрунтовано функціонально-технологічні властивості цих видів сировини для виготовлення хлібних паличок за прискореною технологією з застосуванням холодної екструзії. Обґрунтовано доцільність впровадження сучасного бродильно-формульовального агрегату в традиційну лінію виробництва хлібних паличок.

2. Встановлено, що в умовах підвищеного тиску та підвищеного вмісту вуглекислого газу в середовищі бродіння у тісті на 14...16 % уповільнюється газоутворення внаслідок зниження на 14...15 % інтенсивності накопичення зброджуваних цукрів, що зумовлено меншою активністю α -амілази – на 54...59 % та β -амілази – на 34...35 %. Зазначені умови бродіння не чинять негативного впливу на активність дріжджових клітин, однак пригнічують на 28...30 % життєдіяльність молочнокислих бактерій. Дія підвищеного тиску сприяє активації протеолітичних ферментів на 12...13 %.

3. За допомогою сучасних комп'ютерних технологій розроблено рецептури хлібних паличок «Здоров'я», «Здоров'я» ароматні, «Здоров'я» з кунжутом, до складу яких входять глива звичайна та харчовий казеїн у кількості 25,0 % та 7,0 % до маси борошна відповідно, а також рецептуру хлібних паличок «Здоров'я» з насінням льону, до складу якої додатково вносять насіння льону та соняшникову олію в кількості по 2,0 % до маси борошна.

4. Запропоновані білкові збагачувачі підвищують рівень газоутворення в тісті на 39...41 %, однак в умовах підвищеного тиску та підвищеного вмісту вуглекислого газу в середовищі бродіння газоутворення знижується на 3...11 %; газоутримувальна здатність тіста зменшується на 4...10 % внаслідок більшої на 43...44 % активності протеолітичних ферментів гливи звичайної, порівняно з борошном пшеничним першого сорту. Формостійкість збагаченого тіста підвищується на 4...29 % за рахунок властивості казеїну зв'язувати вільну воду, що зумовлює підвищення в'язкості тіста.

5. Доведено доцільність приготування екструдованого тіста з білковими збагачувачами безопарним способом. Встановлено оптимальні технологічні параметри тістоприготування та формування для збагачених хлібних паличок: тривалість замісу тіста – 10...11 хв, тривалість його бродіння до подачі в камеру бродильно-формуального агрегату – 30 хв, тривалість дозрівання тіста під тиском – 10 хв, тиск у бродильній камері екструдера – 0,2 МПа.

6. Розроблено раціональну технологію хлібних паличок підвищеної харчової цінності з використанням бродильно-формуального агрегату, в якому поєднано операції дозрівання та формування тіста. Це дає змогу спростити традиційну схему приготування хлібних паличок, скоротити виробничі площі на 37...40 % та тривалість технологічного процесу – на 55...75 %, знизити технологічні затрати на 65...68 %.

7. Визначені показники якості хлібних паличок, виготовлених за розробленою технологією, рекомендовані для включення в нормативну документацію.

8. Споживання добової норми (172 г) хлібних паличок «Здоров'я» забезпечує потребу організму в збалансованих білках на 45...48 % при індексі якості білка 0,81, в незамінних амінокислотах – на 12...49 %, в клітковині – на 1...2 %, а хлібних паличок «Здоров'я» з насінням льону ще додатково в жирах – на 23...24 % при індексі якості ліпідів 0,86 та клітковині – на 3,5...4,5 %. Доведено, що внесення додаткових інгредієнтів покращує засвоюваність білків та вуглеводів готових виробів. Хлібні палички «Здоров'я» доцільно зберігати протягом 30 діб, а хлібні палички «Здоров'я» з насінням льону – протягом 24 діб.

9. Розроблено проект нормативної документації на нові види хлібних паличок. Запропоновану технологію їх виготовлення апробовано у виробничих умовах та захищено патентом на корисну модель та патентом на винахід.

10. Очікуваний економічний ефект від впровадження бродильно-формуального агрегату у технологію хлібних паличок складе 815,58 грн. на 1т готової продукції.

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Арсеньєва, Л. Ю. Розроблення технології сухарних виробів з використанням бродильно-формуального агрегату / Л. Ю. Арсеньєва, Ю. С. Теличкун, В. С. Зарубіна // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – Одеса : ОНАХТ, 2010. – Вип. 38. – С. 262-267.

2. Вплив підвищеного тиску та підвищеного вмісту вуглекислого газу у середовищі бродіння на перебіг біохімічних процесів у тісті / Л. Ю. Арсеньєва, В. С. Ященко, А. О. Калініченко, В. М. Конончук // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – Одеса : ОНАХТ, 2012. – Вип. 42. – С. 165-168.

3. Арсеньєва, Л. Ю. Розроблення технології хлібних виробів для закладів ресторанного господарства з використанням екструдера / Л. Ю. Арсеньєва, А. О. Калініченко, В. С. Ященко // *Ukrainian food journal*. – 2012. – № 1. – С. 67-70.

4. Ященко, В. С. Перебіг основних процесів у тісті з білковими збагачувачами в умовах підвищеного тиску / В. С. Ященко, Л. Ю. Арсеньєва, С. В. Іванов // *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*. – 2013. – № 9. – С. 6-9.

5. Арсеньєва, Л. Ю. Разработка технологии экструдированных хлебных палочек повышенной пищевой ценности / Л. Ю. Арсеньєва, В. С. Ященко // *Вестник Алматинского технологического университета*. – Алматы : АТУ, 2013. – Вып. 1 (92). – С. 10-16. *Журнал включен в перечень изданий, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки Министерства образования и науки Республики Казахстан для публикаций основных результатов диссертаций по техническим наукам и имеет ненулевой импакт-фактор.*

6. Арсеньєва, Л. Ю. Технология обогащенных хлебных палочек, вырабатываемых на бродильно-формуальном агрегате / Л. Ю. Арсеньєва, В. С. Ященко, С. В. Іванов // *Хлебопродукты*. – 2013. – № 11. – С. 50-51. *Ежемесячный научно-технический и производственный журнал России.*

7. Патент 75185 UA, МПК A23G 3/00. Спосіб виробництва екструдованих збагачених хлібних паличок / Арсеньєва Л. Ю., Зарубіна В. С., Калініченко А. О., Конончук В. М. ; заявник Національний університет харчових технологій. – № u 201205238 ; заявл. 27.04.2012 ; опубл. 26.11.2012, Бюл. № 22, 2012 р.

8. Патент 102189 UA, МПК A21D 2/36, A21D 8/02. Спосіб виробництва екструдованих збагачених хлібних паличок / Арсеньєва Л. Ю., Зарубіна В. С., Калініченко А. О., Конончук В. М. ; заявник Національний університет харчових технологій. – № a 201205221 ; заявл. 27.04.2012 ; опубл. 10.06.2013, Бюл. № 11, 2013 р.

9. Зарубіна, В. С. Розроблення технології сухарних виробів з використанням бродильно-формуального агрегату / В. С. Зарубіна, Л. Ю. Арсеньєва, Ю. С.

Теличкун // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : 76-а наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 12-13 квіт. 2010 р. : матеріали конф. – К. : НУХТ, 2010. – Ч. 2. – С. 141.

10. Использование улучшителей в производстве хлебобулочных изделий с заданным химическим составом / Н. А. Арсиненко, М. С. Саливон, В. С. Зарубина, Л. Ю. Арсеньева // Техника и технология пищевых производств : VII Международная научная конференция студентов и аспирантов, 22-23 апр. 2010 г. : тезисы докл. – Могилев : Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия», 2010. – Ч. 1. – С. 96.

11. Опыт и перспективы создания функциональных хлебобулочных изделий в Украине / Л. Ю. Арсеньева, В. А. Губеня, Н. А. Арсиненко, В. С. Зарубина // Развитие научной деятельности в малых городах на основе сотрудничества с предприятиями и участниками Болонского процесса : Международная научно-практическая конференция, 22-23 марта 2011 г., г. Мелеуз : материалы конф. – Уфа : Вагант, 2011. – С. 232-238.

12. Zarubina, V. Cold extrusion in bread making / V. Zarubina, J. S. Smirnova // Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, готельного, ресторанного господарств і торгівлі : Всеукраїнська науково-практична конференція, 23 бер. 2011 р. : тези доп. – Харків : ХДУХТ, 2011. – Ч. 2. – С. 343.

13а. Зарубіна, В. С. Вплив підвищеного тиску та підвищеного вмісту CO₂ у середовищі бродіння на перебіг основних процесів у тісті / В. С. Зарубіна, Н. А. Вишенська, Л. Ю. Арсеньева // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : 77-а наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 11-12 квіт. 2011 р. : матеріали конф. – К. : НУХТ, 2011. – Ч. 1. – С. 53.

13б. Зарубіна, В. С. Using the extrusion in technology of rusk goods / В. С. Зарубіна, Є. С. Смірнова, Л. Ю. Арсеньева // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : 77-а наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 11-12 квіт. 2011 р. : матеріали конф. – К. : НУХТ, 2011. – Ч. 3. – С. 340.

14. Удосконалення технології сухарних виробів з використанням бродильно-формуального агрегату / Л. Ю. Арсеньева, В. С. Зарубіна, А. О. Калініченко, В. М. Конончук // Технології харчових виробництв та сучасні методи інтенсифікації технологічних процесів : II науково-технічна конференція студентів, магістрів, аспірантів, 26 жовт. 2011 р. : матеріали тез. – Луганськ : Елтон – 2, 2011. – С. 49-50.

15а. Стан білково-протеїназного комплексу тіста в умовах підвищеного тиску / В. С. Зарубіна, В. М. Конончук, Л. Ю. Арсеньева, Ю. В. Бондаренко // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : 78-а Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 2-3 квіт. 2012 р. : матеріали конф. – К. : НУХТ, 2012. – Ч. 1. – С. 74-75.

15б. Калініченко, А. О. Технологія хлібних паличок з використанням бродильно-формуального агрегату / А. О. Калініченко, В. С. Зарубіна, Л. Ю. Арсеньева // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у

XXI столітті : 78-а Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 2-3 квіт. 2012 р. : матеріали конф. – К. : НУХТ, 2012. – Ч. 1. – С. 310-311.

16. Зарубіна, В. С. The course of biochemical processes in fermenting-forming aggregate / В. С. Зарубіна, Л. Ю. Арсеньєва, Є. С. Смірнова // Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі : Всеукраїнська науково-практична конференція, 25 квіт. 2012 р. : тези доп. – Харків : ХДУХТ, 2012. – Ч. 4. – С. 75.

17. Влияние повышенного давления на основные процессы созревания дрожжевого теста / Л. Ю. Арсеньєва, В. С. Зарубина, В. Н. Конончук, А. А. Калиниченко // Инновационное развитие малых городов России : научный, технологический и образовательный потенциал : Международная научно-практическая конференция, 17-18 мая 2012 г., г. Мелеуз : материалы конф. – Уфа : АН РБ, Гилем, 2012. – С. 154-160.

18. Внедрение бродильно-формуемого агрегата в линию производства сахарных изделий / Л. Ю. Арсеньєва, В. С. Зарубина, А. А. Калиниченко, В. Н. Конончук // Стратегия качества в промышленности и образовании : VIII Международная конференция, 8-15 июня 2012 г., г. Варна : материалы конф. – Днепропетровск – Варна, 2012. – Т. 3. – С. 19-21.

19. Використання білкових збагачувачів і холодної екструзії у технології хлібних паличок / В. С. Яценко, А. О. Калініченко, В. М. Конончук, Л. Ю. Арсеньєва // Здобутки, проблеми та перспективи розвитку готельно-ресторанного та туристичного бізнесу : Всеукраїнська науково-практична конференція, 29-30 жовт. 2012 р. : матеріали конф. – К. : НУХТ, 2012. – С. 217-219.

20а. Розробка нормативної документації та технології хлібних паличок, збагачених гливою звичайною та харчовим казеїном / Н. М. Кобець, В. С. Яценко, О. О. Петруша, Л. Ю. Арсеньєва // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : 79-а Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 15-16 квіт. 2013 р. : матеріали конф. – К. : НУХТ, 2013. – Ч. 1. – С. 90-91.

20б. Стан білково-протеїназного комплексу пшеничного тіста з гливою звичайною / В. С. Яценко, Н. М. Кобець, О. О. Петруша, Л. Ю. Арсеньєва // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : 79-а Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 15-16 квіт. 2013 р. : матеріали конф. – К. : НУХТ, 2013. – Ч. 1. – С. 162-164.

21. Яценко, В. С. Pleurotus ostreatus mushrooms – perspective ingredient for bakery industry / В. С. Яценко, Л. Ю. Арсеньєва, Є. С. Смірнова // Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі : Всеукраїнська науково-практична конференція, 25 квіт. 2013 р. : тези доповідей. – Харків : ХДУХТ, 2013. – Ч. 2. – С. 420.

22. Arsenieva, L. Improving recipe composition and technology of bread sticks / L. Arsenieva, V. Yashchenko, Je. Smirnova // NEEFood : The Second North and East European Congress on Food, 26-29 May 2013. : the abstracts. – К. : NUFT, 2013. – Р. 233.

23. Арсеньева, Л. Ю. Влияние белковых ингредиентов и давления на ход основных процессов в тесте / Л. Ю. Арсеньева, В. С. Яценко // Инновационное развитие пищевой, легкой промышленности и индустрии гостеприимства : Международная научно-практическая конференция, 17-18 окт. 2013 г. : материалы конф. – Алматы : АТУ, 2013. – С. 37-40.

Особистий внесок здобувача: проведення експериментальних досліджень, опрацювання та узагальнення результатів, підготовка матеріалів до публікації [1, 2, 4, 9–11, 13–20, 22, 23], проведення літературного пошуку, аналіз та узагальнення результатів [3, 12, 21], програмування за допомогою програмного комплексу «Optima», участь у проведенні експериментальних досліджень, опрацювання та узагальнення результатів, підготовка матеріалів до публікації [5, 6], проведення патентного пошуку, розроблення патенту, підготовка матеріалів до патентування [7, 8].

АНОТАЦІЯ

Яценко В. С. Технологія хлібних паличок підвищеної харчової цінності, сформованих методом екструзії. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.01 – Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та харчових концентратів. – Національний університет харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Київ, 2014.

Дисертацію присвячено розв'язанню наукового завдання створення хлібних паличок підвищеної харчової цінності та використання бродильно-формульовального агрегату для їх виготовлення. Досліджено перебіг основних процесів у тісті в умовах підвищеного тиску та підвищеного вмісту вуглекислого газу у середовищі бродіння.

Визначено хімічний склад, біологічну цінність білкових збагачувачів – гливи звичайної та харчового казеїну. Встановлено функціонально-технологічні властивості грибною сировини. Вивчено комплексний вплив нових рецептурних компонентів та умов бродіння під надлишковим тиском на перебіг основних процесів у тісті для хлібних паличок.

Розроблено рецептури, науково обґрунтовану технологію та проект нормативної документації на виготовлення екструдованих хлібних паличок, збагачених повноцінними білками та жирами, мінеральними речовинами, харчовими волокнами. Проведено оцінку споживних властивостей нових видів хлібних паличок «Здоров'я». Розроблену технологію апробовано у виробничих умовах.

Ключові слова: холодна екструзія, бродильно-формульовальний агрегат, хлібні палички, харчова цінність, глива звичайна, харчовий казеїн, насіння льону.

АННОТАЦИЯ

Яценко В. С. Технология хлебных палочек повышенной пищевой ценности, сформированных методом экструзии. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.01 – Технология хлебопекарных продуктов, кондитерских

изделий и пищевых концентратов. – Национальный университет пищевых технологий Министерства образования и науки Украины, Киев, 2014.

Диссертация посвящена решению проблем создания хлебных палочек повышенной пищевой ценности и использования бродильно-формуемого агрегата для их изготовления. Доказана целесообразность использования вешенки обыкновенной, пищевого казеина и семян льна для повышения пищевой ценности хлебных палочек.

Исследован ход микробиологических и биохимических процессов в тесте, изменения его структурно-механических свойств в условиях повышенного давления и повышенного содержания углекислого газа в среде брожения. Установлено, что указанные условия брожения не оказывают негативного воздействия на активность дрожжевых клеток, однако подавляют на 28...30 % жизнедеятельность молочнокислых бактерий. В условиях повышенного давления и повышенного содержания углекислого газа в среде брожения в тесте на 14...16 % замедляется газообразование вследствие снижения на 14...15 % интенсивности накопления сбраживаемых сахаров, что обусловлено меньшей активностью α -амилазы – на 54...59 % и β -амилазы – на 34...35 %. Воздействие повышенного давления способствует активации протеолитических ферментов на 12...13 %, в результате чего интенсифицируется накопления водорастворимого азота в тесте, ослабляется клейковина теста, снижается газодерживающая способность теста, однако улучшается формостойкость полуфабрикатов за счет возможного увеличения осмотически связанной влаги в тесте.

Определен химический состав, биологическая ценность белковых обогатителей – вешенки и казеина. С помощью программного комплекса «Optima» рекомендуется оптимальная дозировка вешенки обыкновенной, пищевого казеина и семян льна в традиционную рецептуру хлебных палочек в количестве 25,0 %, 7,0 % и 2,0 % к массе муки соответственно.

Установлены функционально-технологические свойства грибного сырья: вешенка позволяет устранить дефекты на поверхности хлебных палочек во время экструдирования теста за счет более высокой в 1,4...1,5 раза активности протеолитических ферментов, по сравнению с мукой пшеничной первого сорта, и значительного улучшения эластичности клейковины.

Изучено комплексное воздействие новых рецептурных компонентов и условий брожения под избыточным давлением на ход микробиологических процессов в тесте для хлебных палочек и его структурно-механические свойства. Результаты исследований показали, что предложенные белковые обогатители повышают уровень газообразования в тесте на 39...41 %, однако в условиях повышенного давления и повышенного содержания углекислого газа в среде брожения газообразование снижается на 3...11 %; газодерживающая способность теста уменьшается на 4...10 %. Формостойкость обогащенного теста повышается на 4...29 %.

Разработаны рецептуры, научно обоснованная технология и проект нормативной документации на изготовление экструдированных хлебных палочек, обогащенных полноценными белками и жирами, минеральными веществами,

пищевыми волокнами. Предложено готовить тесто безопасным способом. Установлены оптимальные технологические параметры тестоприготовления и формирования для обогащенных хлебных палочек: продолжительность замеса теста – 10...11 мин, продолжительность его брожения до подачи в камеру бродильно-формующего агрегата – 30 мин, продолжительность созревания теста под давлением – 10 мин, давление в бродильной камере экструдера – 0,2 МПа.

Употребление суточной нормы (172 г) хлебных палочек «Здоровье» обеспечивает потребность организма в сбалансированных белках на 45...48 % при индексе качества белка 0,81, в незаменимых аминокислотах – на 12...49 % , в клетчатке – на 1...2 % , а хлебных палочек «Здоровье» с семенами льна еще дополнительно в жирах – на 23...24 % при индексе качества липидов 0,86 и клетчатке – на 3,5...4,5 %. Внесение дополнительных ингредиентов улучшает усвояемость белков и углеводов готовых изделий. Определен срок хранения хлебных палочек «Здоровье».

Разработанная технология апробирована в производственных условиях. Обоснована экономическая эффективность разработки.

Ключевые слова: холодная экструзия, бродильно-формующий агрегат, хлебные палочки, пищевая ценность, вешенка обыкновенная, пищевой казеин, семена льна.

ANNOTATION

Yashchenko V. S. The technology of bread sticks of higher nutritional value, formed by extrusion method. – Manuscript.

The dissertation for an obtaining the scientific candidate's degree of technical sciences by specialty 05.18.01 – Technology of bread-making products, confectionery and food concentrates. – National University for Food Technologies, the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2014.

The dissertation is devoted to the decision of the scientific objectives of creating of bread sticks of higher nutritional value and using the fermenting-forming aggregate to their production. It was investigated the course of main processes in the dough at higher pressure and higher carbon dioxide content in the medium of ripening.

The chemical composition and biological value of the protein fortifiers – *Pleurotus ostreatus* mushrooms and alimentary casein – has been analyzed. It was determined the functional and technological properties of the mushroom ingredients. It was studied the complex influence of new recipe components and ripening conditions under the overpressure on the course of main processes in the dough for bread sticks.

The recipes, science-based technology and project of normative documentation for production the extruded bread sticks that enriched with valuable proteins and fats, mineral substances, dietary fiber was developed. It was estimated the consumer properties of the new types of bread sticks "Health". The developed technology has been approved in a production conditions.

Keywords: cold extrusion, fermenting-forming aggregate, bread sticks, nutritional value, *Pleurotus ostreatus* mushrooms, alimentary casein, flax seeds.