

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ОЛІЙНИК НАТАЛІЯ ВІКТОРІВНА

УДК 664.664.3

**УДОСКОНАЛЕННЯ ОСНОВНИХ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВА
ПШЕНИЧНИХ СУХАРІВ, СФОРМОВАНИХ ЕКСТРУЗІЄЮ**

05.18.12 - “Процеси та апарати харчових виробництв”

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

КИЇВ - 1999

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Українському державному університеті харчових технологій

Науковий керівник:	кандидат технічних наук, доцент, Теличкун Володимир Іванович, Український державний університет харчових технологій, доцент кафедри машин і апаратів харчових виробництв.
Офіційні опоненти:	доктор технічних наук, професор, Мазуренко Олександр Григорович, Український державний університет харчових технологій, завідувач ка-федри електротехніки; кандидат технічних наук, Рекославський Віктор Валерійович, інститут підвищення кваліфікації і перепідготовки керівних працівників і спеціалістів харчової і переробної промисловості, завідувач кафедри хлібопекарських і кондитерських виробництв.
Провідна організація:	Харківська державна академія технології та організації харчування

Захист дисертації відбудеться “ 3 ” листопада 1999 р. о 14-00 год. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.02 Українського державного університету харчових технологій за адресою: м. Київ, вул. Володимирська, 68, корпус А, ауд. 311.

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

Автореферат розісланий “ 30 ” вересня 1999 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради,

к.т.н., доцент

Зав’ялов В.Л.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Одне з важливих місць у виробництві життєво потрібних харчових продуктів займає хлібопекарська галузь агропромислового комплексу. Поліпшення якості хлібобулочних виробів можна досягти за рахунок підвищення якості окремих стадій хлібопекарського виробництва, зокрема основної з цих стадій - випікання. Від ступеня досконалості хлібопекарських печей багато в чому залежать як властивості хлібобулочних виробів, так і загальні витрати на їх отримання.

Сухарні вироби займають значне місце в харчовому раціоні людини. У зв'язку з цим постає завдання більш повного задоволення потреб населення в цих продуктах, постійного поліпшення їх якості.

Для цього потрібно глибоко вивчати закономірності окремих процесів і виявляти зв'язки між показниками якості технологічного процесу і якістю продукції з метою складання їх математичних моделей, визначення оптимальних технологічних режимів.

Існуючі, традиційні способи формування сухарних шпал, а також способи сушіння сухарів мають істотні недоліки. Висушені вироби мають тверду структуру і малий об'єм.

Таким чином, виникла потреба розроблення нового способу формування сухарної шпали та дослідження процесу сушіння сухарів. Впровадження способу формування сухарної шпали методом екструзії дає змогу скоротити кількість устаткування і отримати сухарі з ніжними смаковими властивостями.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тема роботи відповідає планам науково-дослідної роботи Українського державного університету харчових технологій.

Мета і задачі дослідження. Основною метою дисертаційної роботи є удосконалення процесу виробництва сухарів, сформованих екструзією та вивчення кінетики теплових процесів, що відбуваються під час випікання сухарної шпали і сушіння сухарів у конвективних установках.

Основні завдання наукового дослідження:

- дослідити процеси теплоперенесення до тістової заготовки під час випікання;
- визначити залежності величини упікання і товщини скоринки сухарної шпали від швидкості руху середовища пекарної камери в конвективній печі;
- визначити залежності зміни висоти сухарної шпали від способів формування і випікання;
- дослідити вплив швидкості руху і температури середовища пекарної камери на тривалість випікання сухарної шпали;
- визначити раціональні умови процесів формування і випікання сухарної шпали;
- впровадити конструктивну схему агрегату для формування сухарної шпали у виробництво.

Наукова новизна одержаних результатів.

Розроблено новий спосіб виробництва сухарних шпал з використанням метода екструзії при формуванні та розпушенні тістових заготовок із вибродженого тіста, який характеризується величиною критичного тиску.

Визначені раціональні умови процесу формування сухарної шпали методом екструзії. Досліджено вплив тиску у робочій камері екструдера на величину ефективної в'язкості і швидкості зсуву, які характеризують якісні показники випресованого джгута.

Отримано залежності впливу температури, швидкості руху середовища пекарної камери та інтенсивності теплопідводу на процес випікання сухарних шпал та сушіння сухарів.

Отримано залежність якісних показників випечених сухарних шпал та висушених сухарів від інтенсивності конвективного теплопідводу.

Визначено раціональний тепловий режим випікання сухарних шпал, сформованих методом екструзії.

Практичне значення одержаних результатів. Наукові результати роботи направлені на вирішення завдань створення бродильно-формуєчого агрегату для формування сухарних шпал методом екструзії. Це дозволяє істотно змінити процес формування сухарної шпали, що приводить до зменшення кількості обладнання у машинно-апаратній схемі та енергозатрат на виробництво сухарів.

Результати дослідження теплових режимів у процесі випікання сухарної шпали і сушіння сухарів спрямовані на удосконалення конструкції хлібопекарних печей і сушарок. Агрегат для формування сухарної шпали впроваджений у технологічну лінію виробництва сухарів на Полтавському хлібозаводі №1 при безпосередній участі автора. (Акт про впровадження додається до дисертаційної роботи).

Особистий внесок дисертанта.

Наукові розробки пов'язані з постановкою мети і задач досліджень, аналізом процесів формування, випікання і сушіння сухарних шпал, та роботи існуючого обладнання, складанням та аналізом математичної моделі, виготовленням експериментальних установок, постановкою та проведенням експериментів, обробкою їх результатів, формуванням висновків, впровадженням наукових розробок у виробництво. В усіх стадіях цієї роботи дисертант брав безпосередню участь.

В роботах, що опубліковані у співавторстві, дисертанту особисто належать наукові ідеї, їх математичне обґрунтування, втілення результатів досліджень у практику.

Апробація роботи. Матеріали дисертаційної роботи доповідались та обговорювались на:

- міжнародній науково-практичній конференції "Розвиток масового харчування готельного господарства і туризму в умовах ринкових відносин", Київ, 1994 рік;
- міжнародній науково-практичній конференції "Потребительская кооперация в переходный период: проблемы и перспективы", Полтава, 1995 рік.

Публікації. По матеріалам роботи опубліковано 11 друкованих робіт, в тому числі 3 статті в фахових виданнях, та 1 патент на винахід.

Обсяг роботи. Дисертаційна робота складається із вступу, чотирьох глав, висновків, списку використаних літературних джерел, що включає 148 найменувань, додатків, містить 10 таблиць, 22 рисунки. Основний зміст дисертації викладено на 128 сторінках друкованого тексту.

ЗМІСТ РОБОТИ

Вступ. Обґрунтована актуальність роботи, сформульована новизна і практична цінність. Викладені основні положення виконаної роботи та її значення для народного господарства.

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Наведені відомості про особливості тепломасообмінних процесів, що відбуваються під час випікання тістових заготовок.

Основним фізичним процесом, що відбувається під час випікання тістових заготовок, є перенесення теплоти і вологи. Теорія перенесення теплоти і вологи в процесі випікання дає можливість обґрунтувати режими випікання і створити нові конструкції хлібопекарних печей. Основи теплофізичної теорії процесу випікання розроблені А.С. Гінзбургом і ґрунтуються на теорії тепломасообміну, створеному академіком О.В. Ликовим та його школою.

Перші роботи щодо вивчення теплофізичних процесів під час випікання хліба проведені М.І. Краснопевцевим, Л.Я. Ауерманом, Ф.Г. Шумаєвим, І.І. Маклюковим, А.С. Гінзбургом, А.А. Міхелевим, О.Т. Лісовенко та іншими.

Вишукування раціональних режимів і способів випікання - актуальні проблеми розвитку хлібопекарної техніки. Роботи Г.П. Марсакова, Р.В. Молодих, М.І. Краснопевцева, М.В. Белікова, А.С. Гінзбурга, А.А. Міхелева, О.Т. Лісовенка, В.І. Теличкуна та інших зробили великий внесок у створення нових пічних агрегатів, удосконалення хлібопекарних і кондитерських печей, обґрунтування оптимальних режимів випікання.

Метою дослідження інтенсивності теплового потоку, що передається до тістової заготовки, є встановлення зв'язку між основними параметрами і вибір раціональних режимів процесу. Питаннями вимірювання теплових потоків у хлібопекарних печах займалися Ф.Г. Шумаєв, І.І. Маклюков, М.В. Беліков, О.А. Герашенко, В.Г. Федоров, О.Т. Лісовенко, В.І. Теличкун та інші. Поштовхом до розвитку теплотричних досліджень у хлібопекарській промисловості стало розроблення малогабаритних давачів, властивості яких (тепло - і температуропровідність, ступінь чорноти поверхні) за збереженням високої чутливості можна наблизити до властивостей хлібобулочних виробів.

На закономірностях внутрішнього і зовнішнього тепломасоперенесення, на вченні про форми зв'язку вологи з матеріалом, на фізико-хімічних, теплофізичних, структурно-механічних та інших властивостях продуктів базується науково обґрунтований вибір раціональних режимів сушіння. Сушіння харчових продуктів являє собою складний теплофізичний, фізико-хімічний і технологічний процес, від якого багато в чому залежить якість готової продукції. Теорія процесу сушіння була викладена в працях О.В. Ликова, Л.Я. Ауермана, А.С. Гінзбурга, Г.К. Філоненка, М.Ю. Лур'є та інших. Кінцевою метою сушіння є отримання продуктів з найоптимальнішими властивостями і зручними як для зберігання, так і для транспортування.

Підтримання температурних параметрів технологічних процесів на оптимальному рівні сприяє поліпшенню якості продукції, економії палива і сировини. Хлібопекарське виробництво та ефективна експлуатація пічних агрегатів неможливі без опанування методів вимірювання теплових режимів, їх контролю і налагодження. Зміна температури по висоті тістової заготовки зумовлює перебіг у різних шарах тіста-хліба тих процесів, які приводять до утворення скоринки і м'якушки хліба. Вивчення змін температур усередині тістової заготовки у процесі випікання відображено в працях Л.Я. Ауермана, Л.С. Гінзбурга, Ф.Г. Шумаєва, І.І. Маклюкова, А.А. Міхелева, О.Т. Лісовенка, В.І. Теличкуна та інших.

У харчовій промисловості широке застосування знайшла екструзія, але в хлібопекарській промисловості екстругування дріжджового тіста не застосовувалось. Пошукові роботи з екстругування дріжджового тіста проведені в КТІХП В.І. Теличкуном, Ю.С. Бережницькою. Розроблено способи виробництва джгутоподібних виробів із дріжджового тіста. У процесі екструзії тіста більш за все, ніж за інших

способів формування, виявляються його реологічні властивості, що зумовлюють якість випресовуваного джгута і специфічні залежності зміни поверхні екструдованого продукту.

З літературних даних відомо, що на кінетику тепломасообмінних процесів, на зміну теплофізичних властивостей тістової заготовки суттєво впливає організація теплопідведення. Складними теплофізичними, фізико-хімічними і технологічними процесами, від яких багато у чому залежить якість готової продукції, є сушіння сухарів. Процес формування джгутоподібних виробів екструзією доцільно проводити разом з розпушуванням тістових джгутів у динамічних умовах, що, в свою чергу, виключає наступну стадію вистоювання і значно спрощує машинно-апаратне оформлення.

ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктом дослідження було тісто для приготування сухарів пшеничних "Ніжні" з борошна пшеничного вищого гатунку. Рецепт та основні технологічні параметри приготування тіста сухарів пшеничних "Ніжних" наведені в технологічній інструкції № 400-8-11-88, розробленій Ленінградським філіалом ВНДІХП.

Формування сухарної шпали проводилось на експериментальному екструдері (рис.1), що складається з приймальної воронки, шнека, робочої камери, формувального отвору.

Випікання сухарної шпали і сушіння сухарів проводилось на експериментальній установці з конвективним обігрівом (рис.2), що складається з таких основних вузлів: відцентрового вентилятора, блока нагрівних елементів, камери випікання, вимірювальних засобів для реєстрування температури, теплових потоків і зміни маси тістової заготовки.

Швидкість руху середовища пекарної камери визначалась напівпровідниковим термоанемометром типу ЭА-1М, робота якого ґрунтується на змінненні теплообміну підігрівного терморезистора залежно від величини швидкості потоку.

Для визначення температур по товщині тістової заготовки використовувався шлейф тонких мідь-константових термопар у кількості 6 штук. Виготовлений шлейф термопар являє собою тонкий, гнучкий і еластичний стрижень, який легко можна вводити в тістову заготовку.

Для вимірювання теплових потоків на поверхні тістової заготовки використовувались давачі теплових потоків. Давач являє собою пластину завтовшки 1-1,5 мм, в яку вкладена плоска спіраль із послідовно включених диференційних термопар.

Під час метрологічного контролю вимірювальних засобів проведено перевірку відтворюваності дослідів на експериментальній установці.

Відтворюваність дослідів оцінювалась за критерієм Кохрена, який визначали як відношення найбільшої з оцінок дисперсій до суми всіх оцінок дисперсій.

Проведено визначення порога чутливості вимірювальних засобів. Математичне оброблення результатів проведено згідно з методами математичної статистики з визначенням достовірностей кількісних різниць результатів дослідження. Характер зв'язку між окремими параметрами і його кількісний вміст знаходили у вигляді кореляційної залежності. У роботі використано метод математичного планування експерименту для знаходження раціональних параметрів (температури середовища пекарної камери, швидкості конвективних потоків). Математичне оброблення результатів експерименту проводилось з використанням ЕОМ.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ КОНВЕКТИВНОЇ ВИПІЧКИ

І СУШКИ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ЗДОБНИХ СУХАРІВ

Відповідно до цілі роботи, наведено результати дослідження процесу конвективного випікання сухарної шпали і сушіння під час виробництва здобних сухарів.

На рис.3 показано дослідні криві зміни щільності теплових потоків на верхній ($q_{в.с.}$) і нижній ($q_{н.с.}$) поверхнях сухарної шпали і температури поверхні скоринки, центрального шару і шару, розташованого на межі скоринки і м'якушки за раціональних теплових режимів. Щільність теплового потоку, що сприймається верхньою поверхнею, в початковий період дещо вища, ніж щільність теплового потоку на нижній поверхні за рахунок сприйняття конвективної та променистих складових. Для випікання сухарної шпали отримано рівняння для нижньої скоринки:

$$q_{н.с.} = 100 t_{н.с.} - 18,69 \ln \tau, \quad (1)$$

і для верхньої скоринки:

$$q_{в.с.} = 110 t_{в.с.} - 19,92 \ln \tau, \quad (2)$$

де: $t_{н.с.}$, $t_{в.с.}$ - відповідно температури нижньої та верхньої скоринки від часу випікання τ .

Для отримання інформації про загальну кількість теплоти, яку сприймає сухарна шпала в процесі випікання, здійснено інтегрування відповідних площ під лініями теплових потоків (рис.3). Загальне теплопідведення через верхню і нижню поверхні становило 119 кДж. Зіставлення теплотиметричних вимірювань з теоретичним теплопоглинанням дає можливість визначити кількість теплоти, що витрачається на покриття теплофізичних процесів: збільшення об'єму тістової заготовки, теплофізичні перетворювання, подолання опору виходу газів через поверхню скоринки і т.ін. У цілому це становить 7,8 % загального теплоспоживання. Ці витрати треба враховувати при визначенні кількості теплоти на випікання.

Характер температурних кривих свідчить про наявність температурного градієнта, величина якого найбільша до першої критичної точки (рис. 3, т.А) температурної кривої центру м'якушки, тобто на початку процесу випікання в основному відбувається прогрівання тіста.

Випаровування вологи в шарах сухарної шпали відбувається найінтенсивніше, коли температура їх підвищується до рівня кипіння води за відповідного тиску. Швидкість випаровування вологи зумовлюється кількістю теплоти, що підводиться до зони випаровування.

У свою чергу, кінетика процесу випікання характеризується кривою зміни середньої вологості виробу і кривою поглиблення поверхні випаровування. Отримання доброякісної сухарної шпали з найбільшим об'ємом і гарною структурою пов'язано зі створенням умов, що забезпечують досягнення найбільшого об'єму до моменту закріплення структури м'якушки. З цією метою створюється такий режим випікання, щоб спочатку на поверхні сухарної шпали утворилася тонка еластична плівка, здатна затримати вихід газів із сухарної шпали. А прогрівати м'якушку потрібно з такою швидкістю, яка відповідала б структурно-механічним властивостям тіста, що змінюються в процесі випікання.

На умови теплообміну з тістовою заготовкою істотно впливають градієнт температур і швидкість руху середовища пекарної камери. Зі збільшенням градієнта температур зростає внутрішнє масоперенесення і збільшується інтенсивність

теплопідведення. Дослідженням впливу температури і швидкості руху середовища на режим випікання в конвективній печі сухарної шпали масою 0,5 кг підтверджено, що зі збільшенням температури і швидкості руху середовища пекарної камери тривалість випікання скорочується, але при $\omega_{\text{ср}} > 5$ м/с зменшення тривалості випікання майже не відбувається (рис.4). Раціональною є швидкість середовища 3 - 4 м/с.

Для аналізу конвективної тепловіддачі використовували рівняння Ньютона-Ріхмана:

$$Q_k = \alpha_k (t_{\text{ср}} - t_{\text{пов}}) H, \quad (3)$$

де α_k – коефіцієнт тепловіддачі конвекцією, Вт/(м² К); $t_{\text{ср}}$ – температура середовища, °С; $t_{\text{пов}}$ – температура поверхні сухарної шпали, °С; H – поверхня теплообміну, м².

Основним завданням дослідження процесу конвективного теплообміну є визначення коефіцієнта тепловіддачі $\alpha_{\text{кон}}$. Тепловіддача конвекцією залежить, головним чином, від характеру руху газу. Коефіцієнт тепловіддачі конвекцією було визначено експериментально з використанням під час оброблення дослідних даних теорії подібності. Критеріальне рівняння конвективного теплообміну подано в такому вигляді:

$$Nu = f(Fo, Re, Pr, Gr), \quad (4)$$

де Nu, Fo, Re, Pr, Gr – відповідно критерії Нуссельта, Фур'є, Рейнольдса, Прандтля, Грасгофа.

За вимушеного руху газів під час ламінарного руху критеріальне рівняння має вигляд:

$$Nu = 0,17 Re^{0,33} Pr^{0,43} Gr^{0,1} (Pr/Pr_T)^{0,25}. \quad (5)$$

Коефіцієнт тепловіддачі конвекцією визначали за допомогою рівняння при $Re < 10000$:

$$\alpha_{\text{кон}} = 0,00425 \lambda \omega Pr^{0,4} / \nu, \quad \text{Вт/(м}^2\text{К)}. \quad (6)$$

У табл.1 наведено чисельні значення коефіцієнта тепловіддачі і щільності теплового потоку за різної швидкості середовища в робочій камері. Розрахунок наведено при температурі середовища в робочій камері 200 °С у початковий період випікання.

Таблиця 1

Коефіцієнт тепловіддачі та щільність теплового потоку за різної швидкості середовища в робочій камері конвективної печі

ω , м/с	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
$\alpha_{\text{кон}}$, Вт/ м ² К	6,78	11,81	17,72	20,56	24,58	28,43	32,18	35,81	39,35	42,81
q , Вт	1288	2244	3367	3906	4657	5405	6114	6804	7476	8134

м ²										
----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Закономірність зміни температури поверхневого шару характеризує процес теплообміну на поверхні сухарної шпали і може бути прийнята як гранична умова під час розрахунку прогрівання.

На абсолютну величину теплопоглинання тістовими заготовками впливає витрата теплоти на упікання, яка, проте, може бути легко врахована, оскільки в процесі випікання ця складова витрати теплоти в основному змінюється за близьким до лінійного законом. У печах з конвективним обігрівом інтенсивність тепловіддачі можна змінювати завдяки швидкості і температури теплоносія.

Для отримання високоякісної сухарної шпали потрібно забезпечити різний тепловий режим для верхньої і нижньої поверхонь виробу. Під час вибору раціонального режиму брались такі основні показники: максимальне збільшення сухарної шпали з найбільш рівномірним розподілом щільності м'якушки по висоті, утворення гладкої верхньої поверхні виробу без тріщин і розривів.

Проведені дисертантом дослідження дали змогу пояснити механізм процесу випікання сухарних шпал і сушіння сухарів, а також визначити раціональні показники технологічного режиму (температуру, швидкість конвективних потоків).

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Результати досліджень лягли в основу створення бродильно-формуєчого агрегату для виробництва сухарної шпали, який встановлено у лінію виробництва здобних сухарів.

Дисертантом зроблено обґрунтування конструкції бродильно-формуєчого агрегату (рис. 5.) для формування та розпушування тістових заготовок. Агрегат для формування сухарної шпали складається з бродильно-формуєчої ємності, в яку поршнем, під тиском до 0,3 МПа нагнітається тісто. Розпушування тіста здійснюється у процесі безперервного переміщення тіста в робочій камері. Об'єм робочої камери визначається з виразу:

$$V = \Pi \tau / \rho, \text{ м}^3, \quad (7)$$

де: Π – продуктивність лінії, кг/год; τ – тривалість бродіння тіста в робочій камері агрегату, год; ρ – густина тіста після замісу, кг/м³.

Тістова сухарна шпала випресовується із формувальної головки на під конвективної печі. Нагнітальний поршень агрегату виконаний так, щоб нагнітання тіста відбувалося під час прямого проходження поршня, а при зворотньому - відкриваються стулки і поршень проходить через тістову масу. Конвективна тунельна піч має характерні три зони: пароволоження, інтенсивного обігрівання та допікання. Температура пекарної камери відповідає таким величинам у зонах: пароволоження – 105 - 110 °С, інтенсивного обігрівання – 220 - 250 °С, допікання – 180 - 190 °С.

Швидкість середовища в робочій камері 3 - 4 м/с. Відносна вологість у зоні пароволоження – 70 - 75%.

Після випікання і охолодження сухарна шпала розрізається дисковими ножами на сухарі завтовшки 1,5 - 2 см.

Сушіння відбувається в конвективній сушарці з двома характерними зонами.

Як показали дослідження, максимальний градієнт температури під час сушіння сухарів, щоб не було тріщин, становить 5,2 К/см.

На рис.6 показана лінія для виробництва сухарів, яка складається із тістомісильної машини, бродильно-формуючого агрегату, конвективної печі, охолоджувальної камери, різальної машини та конвективної сушарки.

Борошно поступає в тістомісильну машину Х-12 (2), де відбувається заміс тіста згідно рецептури. Рідинні компоненти подаються у тістомісильну машину із дозувальної станції ВНИИХП-06 (1). Тісто із тістомісильної машини поступає у приймальний бункер бродильно-формуючого агрегату (3). Потім тісто, поршнем спеціальної будови, нагнітається у бродильну ємність. Після досягнення тиску 0,3 МПа, внаслідок накопичення вуглекислоти, тісто випресовується у вигляді шпали, через філь'єри, на під конвективної печі (5). Задана довжина сухарної шпали досягається внаслідок роботи відсікаючого леза. (4).

Після випікання сухарна шпала направляється у камеру (6), де відбувається інтенсивне охолодження, внаслідок подання холодного повітря. Охолоджена сухарна шпала до 50 °С поступає до дискової різальної машини (7). Після різання сухарі поступають на під конвективної сушарки (8), звідти сухарі подаються на пакування.

Дана схема виробництва здобних сухарів впроваджена на Полтавському хлібозаводі №1.

ВИСНОВКИ

1. Виробництво сухарів являє собою складний комплекс технологічних, теплофізичних та фізико-хімічних процесів від складових яких багато в чому залежить якість готової продукції, у тому числі і їх властивості, що визначають особливості зберігання і транспортування.

2. Найбільший вплив на процес сушіння сухарної шпали має температура повітря і меншою мірою швидкість повітря та його відносна вологість. Вплив швидкості повітря в кінці сушіння позначається менше, ніж у початковій стадії. За даними дослідження отримано такі раціональні величини: швидкість повітря 3 - 4 м/с, температура сушіння 90 - 100 °С. Збільшення цих величин суттєво впливає на гідрофільність сухарів.

3. Рівномірність усадки під час сушіння скибок сухарів залежить від градієнта вологості, який визначається градієнтом температури. Якщо градієнт температури в зразку перевищує допустиму величину 6,6 %/см, то відбувається нерівномірна усадка, в матеріалі створюється об'ємнонапружений стан, внаслідок чого виникають граничні напруження зрушення і утворюються тріщини.

4. Екстругування тістових заготовок з дріжджового тіста характеризується величиною критичного тиску, що дорівнює $P_{кр} = 0,3$ МПа. Процес формування джгутоподібних виробів екструзією доцільно проводити разом з розпушуванням тістових сухарних шпал у динамічних умовах, що виключає наступну стадію вистоювання, значно спрощує машинно-апаратне оформлення.

5. Для одержання високоякісної випеченої сухарної шпали визначено параметри раціонального теплового режиму, різного для верхньої та нижньої поверхонь виробу: $q_{н.к.} = 100 t_{н.к.} - 18,69 \ln t$, $q_{в.к.} = 110 t_{в.к.} - 19,92 \ln t$. Такий тепловий режим дає можливість

прогрівати м'якушку сухарної шпали з швидкістю, яка відповідає структурно-механічним властивостям тіста, що змінюються в процесі випікання.

6. Дослідження процесу випікання сухарних шпал у промислових умовах дало змогу виявити особливості теплового режиму в робочій камері і якісні показники готової продукції. При цьому встановлено, що низька відносна вологість середовища в робочій камері, великі конвективні потоки парогазового середовища (понад 5 м/с) і температура його понад 220 °С сприяють значному збільшенню упікання.

7. Результати досліджень впроваджено в конструкцію агрегату для формування та розпушування сухарної шпали, встановленого на хлібозаводі №1 м. Полтави. Економічний ефект від впровадження становить 66990 грн. на рік.

ПЕРЕЛІК РОБІТ, ЩО ОПУБЛІКОВАНІ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Вплив параметрів середовища пекарської камери на тривалість випікання // Володарський О.В., Калакура М.М., Теличкун В.І., Олійник Н.В. Розвиток масового харчування, готельного господарства і туризму в умовах ринкових відносин: Зб. наукових праць.-Київ: КДТЕУ. - 1996. -С. 67-70.

2. Ковальов О.В., Олійник Н.В. Процес теплообміну в конвективних хлібопекарських печах // Експрес-новини: наука, техніка, виробництво. - Київ: УкрІНТЕІ. -1999. №7-8. - С.11-13.

3. Ковальов О.В., Теличкун В.І., Олійник Н.В. Теплопоглинання в процесі випікання хліба // Харчова і переробна промисловість. - 1999. - №5 - 6. - С. 19.

4. Олійник Н.В., Теличкун В.І., Ковальов О.В. Формуємо тістові заготовки без кільцевих задирок, рваної і лускоподібної поверхні // Зерно і хліб. –1999. - № 3. – С. 26.

5. Метод екструзії в харчовій промисловості // Олійник Н.В., Ковальов О.В., Теличкун В.І., Островський В.О. Техніка АПК. Науково-технічний журнал. – 1999. - № 4. – С. 30.

6. Упакування хлібобулочних виробів // Українець А.І., Олійник Н.В., Ковбаса В.М., Ковальов О.В. Придніпровський науковий вісник. Технічні науки. - 1998. -№83 (150). - С.52-56.

7. Патент №14534 Україна, МКІ А21Д 8/06. Спосіб випікання хліба та булочних виробів. / Олійник Н.В., Петренко Т.Ф., Ковальов О.В., Котенко А.Г., Теличкун В.І., Калакура М.М., Володарський О.В.; Заявл. 29.03.95; Опубл. 09.01.97. - 8с.

8. Оптимизация процесса выпечки сухарных шпал в печах с конвективным обогревом // Олейник Н.В., Ковалев А.В., Теличкун В.И., Макерова Ж.П., Володарский А.В. Тези допов. міжнарод. науково-практ. конф. "Розвиток масового харчування, готельного господарства і туризму в умовах ринкових відносин". - Київ: КДТЕУ. -1994. - С.136.

9. Лабораторная установка для исследования процессов, протекающих в конвективных печах // Олейник Н.В., Долгий А.В., Порхунов А.И., Котенко А.Г., Северин А.К., Любимов А.Г. Тези допов. міжнарод. науково-практ. конф. "Розвиток масового харчування, готельного господарства і туризму в умовах ринкових відносин". - Київ: КДТЕУ. - 1994. - С. 142-143.

10. Олейник Н.В., Теличкун В.И., Володарский А.В. О влиянии температуры и скорости теплоносителя на продолжительность выпечки // Тезисы докл. междунар. научно-практической конф. "Потребительская кооперация в переходный период: проблемы и перспективы". - Полтава: ПКІ. - 1995. - С. 61.

11. Олійник Н.В., Бережницька Ю.С., Теличкун В.І. Нові способи екструзії дріжджового тіста //Тезиси докл. междунаrod. научно-практической конф. "Потребительская кооперация в переходный период: проблемы и перспективы". Полтава: ПКІ. - 1995. - С. 62.

АНОТАЦІЯ

Олійник Н.В. Удосконалення основних процесів виробництва пшеничних сухарів, сформованих екструзією. - Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.12 - процеси та апарати харчових виробництв. - Український державний університет харчових технологій Міністерства освіти України, Київ, 1999.

Дисертацію присвячено питанням розроблення нового способу виробництва сухарних шпал з використанням метода екструзії при формуванні та розпушенні тістових заготовок, та вивчення кінетики теплових процесів, що відбуваються під час випікання сухарної шпали і сушіння сухарів у конвективних установках.

Визначено раціональні умови процесу формування сухарної шпали методом екструзії, а також залежності зміни геометрії сухарної шпали від способів формування.

Досліджено вплив швидкості руху і температури середовища пекарної камери на тривалість випікання сухарної шпали.

Результати досліджень і розробок отримали впровадження в промислових умовах при створенні агрегату для формування і розпушування сухарної шпали на хлібокомбінаті №1 м. Полтава.

Ключові слова: пшеничні сухарі, екструзія, формування, випікання, якість, впровадження.

АННОТАЦИЯ

Олейник Н.В. Совершенствование основных процессов производства пшеничных сухарей, сформованных экструзией. - Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.12 - процессы и аппараты пищевых производств - Украинский государственный университет пищевых технологий Министерства образования Украины, Киев, 1999.

Диссертация посвящена вопросам разработки нового способа производства сухарных шпал с использованием метода экструзии при формовке и расстойке тестовых заготовок, а также изучению кинетики тепловых процессов, происходящих при выпечке сухарной шпалы и сушке сухарей в конвективных установках.

Получены зависимости влияния температуры, скорости среды пекарной камеры и интенсивности теплоподвода на процесс выпечки сухарных шпал и сушки сухарей, и зависимость качественных показателей выпеченных сухарных шпал и высушенных сухарей от интенсивности теплоподвода.

Определен рациональный тепловой режим выпечки сухарных шпал и оптимальные условия процесса формовки сухарных шпал методом экструзии.

Разработан новый способ производства сухарных шпал с использованием метода экструзии.

Результаты работы направлены на совершенствование процесса производства сухарей, сформованных экструзией. Новый процесс производства обеспечивает улучшение качества изделий, экономию материальных затрат (за счет сокращения оборудования для брожения тестовых заготовок). Созданная конвективная установка для выпечки тестовых заготовок и сушки сухарей позволяет изменять тепловые режимы выпечки и сушки, что позволило выбрать и оптимизировать эти процессы для новых видов сухарных изделий, полученных экструзией.

Экструдирование тестовых заготовок из дрожжевого теста характеризуется величиной критического давления, величина которого определена в работе. Процесс формования жгутообразных изделий целесообразно проводить совместно с разрыхлением тестовых сухарных шпал в динамичных условиях, что исключает последующую стадию расстойки, значительно упрощает машинно-аппаратурное оформление.

Для получения высококачественной выпеченной сухарной шпалы определены параметры рационального теплового режима, различного для верхней и нижней поверхности изделия. Определено общее количество теплоты подведенное к сухарной шпале за время выпечки. Определение параметров рационального режима теплоподвода проводилось с использованием метода математического планирования исследований с использованием ЭВМ.

Обработку результатов производили методом математической статистики, определяя достоверность количественных характеристик результатов исследований. Характер связи между отдельными параметрами и количественное выражение этой связи определяли корреляционной зависимостью.

Исследование процесса выпечки сухарных шпал в промышленных условиях позволило выявить особенность теплового режима в рабочей камере, наиболее характерные качественные показатели готовой продукции (набухаемость, округленность, органолептические и вкусовые характеристики). При этом установлено, что низкая относительная влажность среды в рабочей камере и большие конвективные потоки приводят к существенному увеличению упека.

Исследована скорость набухания сухарей, полученных различными способами. Установлено, что процесс набухания сухарей выпрессованных методом экструзии значительно больше, чем у сформованных традиционным способом, что положительно сказывается на вкусовых качествах сухарей.

Определен максимальный градиент температуры при сушке сухарей, величина которого существенно влияет на внешний вид готовых изделий (наличие трещин).

Проведенные исследования позволили обосновать рациональную конструкцию агрегата для формовки сухарных шпал. Тестовая масса выпрессовывается из формующей головки в виде шпалы цилиндрической формы на под конвективной туннельной печи. Одним из узких мест такого экструдера является получение равномерной, гладкой (без шероховатостей, без задиров) поверхности сухарной шпалы. Применение различных формующих матриц (разных материалов и различной конфигурации) позволило добиться хорошей поверхности сухарной шпалы.

Результаты исследований и разработок получили внедрение в промышленных условиях при создании агрегата для формовки и брожения сухарной шпалы на Полтавском хлебозаводе №1.

Ключевые слова: пшеничные сухари, экструзия, формование, выпечка, сушка, качество, внедрение.

SUMMARY

Oliynik N.V. Improvement of the primary manufacturing for extrusion-formed wheat rusks. - Manuscript.

Dissertation for candidate of technical science on a specialty 05.18.12 - Processes and apparatus of food industry.- Ukrainian State University of Food Technologies of Ministries of forming an Ukraine, Kiev, 1999.

The thesis is devoted to issues of developing a new method for rusk bars manufacturing by using extrusion in formation and dough half-finished products and studying of heat processes kinetics which occur at the time of rusk bar baking and rusk drying in convection plants.

The author studied the rational conditions for rusk bar formation by extrusion and rusk bar geometry change dependencies of formation techniques.

Also studied are the impact of movement velocity and ambient temperature of baking chamber on rusk bar baking time.

The findings obtained from research and development were implemented in industry at the time of making a unit for rusk bar formation at Poltava Bread-Baking Plant No 1 .

Keywords: wheat rusks, extrusion, formation, baking, quality, implementation.