



---

---

2018

# НАУКОВІ ПРАЦІ

## НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Том 24 № 2

*Журнал  
«Наукові праці Національного університету харчових технологій»  
засновано в 1993 році*

КИЇВ ♦ НУХТ ♦ 2018

Articles with the results of fundamental theoretical developments and applied research in the field of technical and economic sciences are published in this journal. The scripts of articles are reviewed beforehand by leading specialists of corresponding branch.

The journal was designed for professors, tutors, scientists, post-graduates, students of higher education establishments and executives of the food industry.

Journal "Scientific Works of National University of Food Technologies" is included into the list of professional editions of Ukraine of technical and economic sciences (Decree of MES of Ukraine # 241 from September 3, 2016), where the results of dissertations for scientific degrees of PhD and candidate of science can be published.

The Journal "Scientific Works of National University of Food Technologies" is indexed by the following scientometric databases:

- Index Copernicus
- EBSCOhost
- CABI Full Text
- Universal Impact Factor
- Google Scholar

The Journal is recommended for publication of research results by the Ministry of Science and Higher Education of Poland.

#### **Editorial office address:**

National University of  
Food Technologies  
Volodymyrska str., 68,  
building B, room 412  
01601 Kyiv, Ukraine

Recommended for publication by the Academic Council of the National University of Food Technologies. Minutes of meeting # 10 from 26th of April, 2018

© NUFT, 2018

У журналі публікуються статті за результатами фундаментальних теоретичних розробок і прикладних досліджень у галузі технічних та економічних наук. Рукописи статей попередньо рецензуються провідними спеціалістами відповідної галузі.

Для викладачів, наукових працівників, аспірантів, докторантів і студентів вищих навчальних закладів, керівників підприємств харчової промисловості.

Журнал «Наукові праці Національного університету харчових технологій» включено в перелік наукових фахових видань України з технічних та економічних наук (Наказ МОН України № 241 від 09.03.2016), в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук.

Журнал «Наукові праці Національного університету харчових технологій» індексується такими наукометричними базами:

- Index Copernicus
- EBSCOhost
- CABI Full Text
- Universal Impact Factor
- Google Scholar

Журнал рекомендовано Міністерством науки і вищої освіти Польщі для публікації результатів наукових досліджень.

#### **Адреса редакції:**

Національний університет  
харчових технологій  
вул. Володимирська, 68,  
корпус Б, к. 412,  
м. Київ, 01601

Рекомендовано вченою радою Національного університету харчових технологій.  
Протокол № 10 від 26 квітня 2018 року

© НУХТ, 2018

## ЗМІСТ

### Автоматизація та інформаційні технології

Лобок О.П., Гончаренко Б.М., Савицька Н.М., Віхрова Л.Г. Визначення  $d$ -області стійкості дробових лінійних динамічних систем

Бойко Р.О., Власенко Л.О., Гладка М.В. Інформаційні технології комплексування методів керування організаційно-технічними (технологічними) системами

### Біотехнологія і мікробіологія

Берегова Х.А., Сидор І.В., Никитюк Л.В., Пирог Т.П. Порівняльна характеристика поверхнево-активних речовин *Nocardia vassinii* IMV B-7405 і препарату Фітолавін як засобів від бактеріозів

Скороцький С.О. Органовмісні відходи виробництва як субстрати для біосинтезу бутанолу бактеріями роду *Clostridium*

### Економіка і соціальний розвиток

Труш Ю.Л., Зайнчковський А.О. Якість сириновин на підприємствах хлібопекарської галузі: теоретичний і практичний аспект

Коняга А.В., Дунда С.П. Теоретичні підходи до визначення поняття розвитку підприємства

Головань О.О., Олійник О.М., Маркова С.В., Олійник М.О. Реалізація стратегії глокалізації на вітчизняному ринку харчових продуктів

Страшинська Л.В., Страшинський В.І. Урахування споживчих пріоритетів при виході вітчизняних підприємств на зовнішні продовольчі ринки

Пенчук Г.С. Оцінка результативності діяльності підприємств молочної галузі України

### Менеджмент

#### і стратегічне управління

Микитенко Н.В., Дубініна В.В. Дослідження бізнес-процесів підприємств роздрібної торгівлі за допомогою методів якісного аналізу

Міненко М.А. Механізм адміністрування діяльності суб'єкта господарювання

### Науки про життя

Українець А.І., Сімахіна Г.О., Науменко Н.В. Аюрведичні та європейські канони здоров'я

### Охорона праці і цивільний захист

Гудович О.Д., Заєць В.А. Забезпечення підготовки студентів у системі вищої освіти України з дисциплін «Безпека життєдіяльності» та «Цивільний захист»

Процеси і апарати харчових виробництв  
Соколенко А.І., Шевченко О.Ю., Максименко І., Степанець О.І. Динамічні параметри процесів анаеробного бродиння

## CONTENTS

### Automation and Information Technologies

Lobok O., Goncharenko B., Savitskaya N., Vihrova L. Determination of the  $d$ -domain of stability of linear dynamical systems with fractional order

Boyko R., Vlasenko L., Gladka M. Information technologies of integration of management methods by organizational and technical (technological) systems

### Biotechnology and Microbiology

Berehova Kh., Sydor I., Nykytiuk L., Pirog T. Comparative characteristics of *Nocardia vassinii* IMV B-7405 surface active substances and Phytolavin preparation as agents from bacteriosis

Skrotskyi S. Organic industrial wastes as substrates for butanol biosynthesis by *Clostridium* bacteria

### Enterprise Economy and Social Development

Trush U., Zainchkovskiy A. Quality of raw materials at the enterprises of the bakery industry: theoretical and practical aspects

Koniha A., Dunda S. Theoretical approaches to defining the concept of development of the enterprise

Holovan O., Oliynyk O., Markova S., Oliynyk M. Implementation of the globalization strategy at the domestic food market

Strashynska L., Strashynsky V. Consideration of consumer priorities at expenditure of domestic enterprises on external food markets

Penchuk G. Dairy industry in Ukraine: evaluation of business efficiency

### Business Administration and Strategic Management

Mikitenko N., Dubinina V. Research of business processes of retail trade enterprises by quality analysis methods

Minenko M. Mechanism of administration of an entity's activity

### Life Sciences

Ukrayinets A., Simakhina G., Naumenko N. Ayurvedic and european canons of health

### Occupational Health and Civil Protection

Gudovych O., Zayets V. Provision of students training on disciplines "Safety of life" and "Civil protection" in the system of higher education in Ukraine

### Processes and Equipment for Food Industries

Sokolenko A., Shevchenko O., Maksymenko I., Stepanets O. Dynamic parameters of anaerobic processes

Сінат-Радченко Д.С., Масліков М.М. Наближена оцінка термінів зберігання заморожених харчових продуктів  
 Нескуба О.О., Чепелиук О.М., Чепелиук О.О. Визначення параметрів теплового оброблення ковбаси вареної «Лікарська» в універсальній термокамері  
 Рачок В.В., Гудзенко В.С., Теличкун Ю.С., Теличкун В.І. Формування структури пшеничного тіста в процесі замішування

#### Тепло- і енергопостачання

Галдінов М.В., Пешко В.А., Риндюк Д.В., Черноусенко О.Ю., Лементар С.Ю. CFD-моделювання процесу піролізного високотемпературного розкладання сировини рослинного походження у побутових твердопаливних котлах

#### Харчові технології

Медвідь І.М., Шидловська О.Б., Доценко В.Ф. Дослідження впливу амілолітичних ферментів на мікробіологічні процеси в тісті та якість рисового хліба  
 Шевченко А.О. Біохімічні процеси в тісті для діабетичних булочних виробів, збагачених білками та харчовими волокнами  
 Заморська І.Л. Анатомічна будова заморожених ягід суниці залежно від попередньої обробки  
 Гнітєвич В.А., Гончар Ю.М. Дослідження процесу ферментолізу м'якоті гарбуза  
 Устименко І.М., Корх Н.С., Тетеріна С.М., Поліщук Г.Є. Аналіз мікробіологічних показників харчових емульсій  
 Мудрак Т.О., Куц А.М., Ковальчук С.С., Боярчук Я.А. Селекція та скринінг рас спиртових дріжджів при зброджуванні висококонцентрованого сусла з крохмалєвмісної сировини  
 Москалюк О.Є. Дослідження термінів зберігання м'ясних паштетів функціонального призначення  
 Кравченко М.Ф., Михайлик В.С., Ярошенко Н.Ю. Технологія пісочного печива з пектином  
 Олійник С.І., Прибильський В.Л., Самченко І.О., Тарасюк Л.А. Застосування природних мінеральних матеріалів у механічному очищенні води для напоїв  
 Долінський А.А., Ободович О.М., Сидоренко В.В., Гусятинська Н.А. Реалії сьогодення та перспективи майбутнього підготовки питної і технологічної води

139 Sinat-Radchenko D., Maslikov M. The approximate estimation of the expiration date of frozen food  
 146 Nescuba O., Chepeliuk O., Chepeliuk O. Definition of the heat treatment parameters of the cooked sausage «Likarska» in the universal smoking-cooking chamber  
 154 Rachok V., Gudzenko V., Telychkun Y., Telychkun V. Formation of the structure of wheat dough during the process of kneading

#### Heat and Electricity

163 Haldinov M., Peshko V., Rindyuk D., Chernousenko O., Lementar S. CFD-simulation of the pyrolysis process of high-temperature decomposition of raw materials of plant origin in household solid-fuel boilers

#### Food Technology

175 Medvid I., Shydlovska O., Dotsenko V. The research of influence of amylolytic enzymes on microbiological processes in the dough and quality of rice bread  
 187 Shevchenko A. Biochemical processes in the dough for diabetic bakery products, enriched with proteins and food fibers  
 195 Zamorska I. Anatomic structure of frozen strawberries depending on previous processing  
 202 Gnitsevykh V., Honchar Y. Investigation the process of fermentation of pumpkin pulp  
 209 Ustymenko I., Korh N., Teterina S., Polischuk G. Analysis of microbiological indicators of food emulsions  
 216 Mudrak T., Kuts A., Kovalchuk S., Boiarchuk I. Selection and screening of spirituous yeast race when fermentation of wort with high concentration from starchy raw material takes place  
 225 Moskaliuk O. Study of the terms of storage of meat paste of functional appointment  
 232 Kravchenko M., Mykhailyk V., Yaroshenko N. Technology of shortcake with pectin  
 238 Oliinyk S., Prybylsky V., Samchenko I., Tarasiuk L. Using natural mineral materials for mechanical water treatment for drinks  
 247 Dolinsky A., Obodovych O., Sydorenko V., Husiatynska N. The realities of the present and future prospects of drinking and technological water

## DEFINITION OF THE HEAT TREATMENT PARAMETERS OF THE COOKED SAUSAGE «LIKARSKA» IN THE UNIVERSAL SMOKING-COOKING CHAMBER

O. Nescuba, O. Chepeliuk, O. Chepeliuk

National University of Food Technologies

---

### Key words:

*Cooked sausage*  
*Heat treatment*  
*Temperature*  
*Roasting*  
*Cooking*

---

### Article history:

Received 05.03.2018  
Received in revised form  
23.03.2018  
Accepted 12.04.2018

---

### Corresponding author:

O. Nescuba  
**E-mail:**  
npnuht@ukr.net

---

### ABSTRACT

Heat treatment of sausages is one of the main stages of their complex and long production. The finished product's quality, including its microbiological purity, directly depends on the conditions and regimes of its carrying out. To ensure the qualitative production with economical energy resources' consumption, it is important to determine the operating modes of the smoking-cooking chambers taking into account geometric dimensions of the sausages and thermophysical properties of the minced meat.

An analytical review of the processes of heat treatment of sausages was carried out and it was found that in the scientific literature the values of the duration of treatment and temperatures at different stages were taken from reference books or on the base of field experience without substantiation of their values. The purpose of this work is to substantiate the ways of increasing the effectiveness of the heat treatment of cooked sausage "Likarska" in the universal smoking-cooking chamber, identifying the most efficient modes of its work. The subject of the research is the modes of heat treatment of sausage products with a diameter of 85 mm by steam-air mixture (working medium).

The process of heating the sausage "Likarska" was simulated in the software complex Flow Vision, taking into account the dependence of the thermophysical properties of minced meat on temperature. In the software FlowVision, the problem of conjugate heat exchange was solved, in which the heat transfers by convection — from a heated vapor-air medium (working medium) to a sausage product and heat conductivity (in the middle of a loaf) was considered. The process of heat treatment in a smoking-cooking chamber has been studied separately for the roasting and cooking stages. For roasting the temperatures of the vapor-air medium were considered to be 90...110°C, for cooking they were 75...85°C respectively.

It is established that in order to ensure the culinary readiness and microbiological purity, effective process, reduction of energy costs, it is necessary to observe rational parameters of the process of thermal treatment of cooked sausage "Likarska" with a diameter of 85 mm: at the stage of roasting, the temperature of the working medium should be 100°C, at the stage of cooking it is recommended to carry out at a temperature of 85°C.

---

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-2-18

---

## **ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕПЛООВОГО ОБРОБЛЕННЯ КОВБАСИ ВАРЕНОЇ «ЛІКАРСЬКА» В УНІВЕРСАЛЬНІЙ ТЕРМОКАМЕРІ**

**О.О. Нескуба, О.М. Чепелюк, О.О. Чепелюк**

*Національний університет харчових технологій*

*Теплове оброблення ковбас — один з основних етапів їх складного та тривалого виробництва. Якість готової продукції, включаючи її мікробіологічну чистоту, безпосередньо залежить від умов і режимів його проведення. Для забезпечення виробництва якісної продукції й економного споживання енергоресурсів важливо визначити режими роботи термокамер з урахуванням геометричних розмірів ковбас і термофізичних властивостей фаршу.*

*Проведено аналітичний огляд процесів теплового оброблення ковбасних виробів і з'ясовано, що в літературі значення тривалості оброблення й температур на різних стадіях приймалися з довідників або на основі виробничого досвіду без обґрунтування їх значень. Обґрунтовано шляхи підвищення ефективності термічного оброблення вареної ковбаси «Лікарська» в універсальній термокамері, визначено найбільш доцільні режими її роботи. Досліджено режими теплового оброблення пароповітряною сумішшю (робочим середовищем) ковбасних виробів діаметром 85 мм.*

*Процес прогрівання ковбасного батона ковбаси «Лікарська» змодельовано у програмному комплексі Flow Vision з урахуванням залежності теплофізичних властивостей фаршу від температури. Вирішене завдання сполученого теплообміну, розглянуто передавання теплоти конвекцією — від нагрітої пароповітряної суміші (робочого середовища) до ковбасного батона і теплопровідністю — всередині продукту. Окремо розглянуто стадії обжарювання і варіння, для яких температура робочого середовища досліджувалася в межах 90...100°C і 75...85°C відповідно.*

*Встановлено, що для забезпечення кулінарної готовності і мікробіологічної чистоти, ефективного здійснення процесу, зменшення енергетичних витрат потрібно дотримуватися раціональних параметрів процесу термічного оброблення ковбаси вареної «Лікарська» діаметром 85 мм: на стадії обжарювання температура робочого середовища має становити 100°C, варіння рекомендовано проводити при температурі 85°C.*

**Ключові слова:** *ковбаса варена, теплове оброблення, температура, обжарювання, варіння.*

**Постановка проблеми.** Ковбасні вироби мають стабільно високий попит у споживачів і з кожним роком займають все більш вагоме місце в харчовому раціоні населення. Однією з основних операцій їх тривалого і складного виробництва є теплове оброблення. Специфіка процесів теплового оброблення ковбасних виробів полягає в тому, що під дією теплоти знищується більшість вегетативних форм мікроорганізмів, інактивуються ферменти, із продукту видаляється значна кількість вологи, денатурують і коагулюють

білки, колаген сполучної тканини переходить у глютин [1]. При термічному обробленні формуються колір і запах ковбасних виробів.

Теплове оброблення ковбасних виробів може складатися з таких стадій: підсушування, обжарювання, варіння, охолодження, копчення, запікання та сушіння. Необхідність проведення тієї чи іншої стадії залежить від виду виробів, які виготовляються. Воно може здійснюватися багатьма способами: зануренням у рідину, зрошенням, обробленням гострою парою, пароводяною і пароповітряною сумішами, продуктами спалювання газу, електронагріванням, інфрачервоним випромінюванням, ультразвуком. Однак найбільшого практичного поширення отримав метод термічного оброблення ковбасних виробів паро- або димопароповітряними сумішами в універсальних термокамерах через його відносну простоту, доступність та ефективність.

Послідовність, конкретні режими оброблення і склад середовища визначаються технологією конкретного продукту.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Термокамери є одним із видів обладнання, яке споживає найбільше енергетичних ресурсів на підприємствах м'ясопереробної промисловості. Для забезпечення економічно ефективного виробництва високоякісних ковбасних виробів важливо узгодити їх характеристики (геометричні розміри і теплофізичні властивості фаршу) з режимами роботи обладнання. Особливо актуально ця проблема стоїть під час виробництва варених ковбас великого діаметра, адже потрібно, щоб теплове оброблення відбулося по всьому об'єму виробу, і температура в центрі ковбасного батона досягла необхідних значень (68—72°C) при якомога менших енергетичних витратах. Навіть незначне коливання температури при обжарюванні та варінні ковбасних виробів суттєво впливає на вихід готової продукції, її органолептичні та мікробіологічні показники.

У науковій літературі приділяється значна увага проблемам теплового оброблення варених ковбасних виробів у термокамерах. Потужні наукові школи, які займаються цією проблематикою, працюють у Національному університеті харчових технологій, Одеській національній академії харчових технологій. Проведені дослідження мають виразне технологічне спрямування. Так, у праці Н.В. Бондаренко [2] наведені результати досліджень впливу технологічних режимів на вихід готового продукту — ковбаси вареної «Лікарська» — та запропоновано новітню технологію її виробництва, в якій, порівняно з традиційною, додана стадія сушіння для забезпечення рівномірного прогрівання ковбасного батона. При цьому автор наводить дані про покращення органолептичних показників і поліпшення санітарного стану виробів.

Загальні втрати маси були в центрі уваги і роботи А.Д. Солецької [3]. Як керовані параметри розглянуто вплив співвідношення температур обжарювання і варіння, підвищення яких призводить до збільшення втрат маси продукту.

Дослідження, виконані під керівництвом В.І. Павелка у НУХТ [4], були спрямовані на скорочення тривалості теплового оброблення варених ковбас різних геометричних розмірів у термокамерах. Розроблений алгоритм теплового розрахунку установки для термічного оброблення варених ковбас, в якому використано аналітичні залежності та емпіричні співвідношення.

Однак у зазначених працях не деталізовано закономірності зміни температури в середині ковбасного батона в часі залежно від режимів теплового оброблення, які розглядалися. Така інформація потрібна для зменшення енерговитрат унаслідок обґрунтованого прийняття рішень щодо вибору необхідної тривалості процесу і раціональних значень температур на різних стадіях оброблення.

**Мета статті:** обґрунтувати шляхи підвищення ефективності термічного оброблення вареної ковбаси «Лікарська» в універсальній термокамері, визначивши найбільш доцільні режими її роботи.

**Матеріали і методи.** Об'єктом дослідження є процес теплового оброблення вареної ковбаси «Лікарська» вищого сорту в універсальній термокамері. Предметом досліджень є режими теплового оброблення пароповітряною сумішшю (робочим середовищем) ковбасних виробів діаметром 85 мм. Теплове оброблення варених ковбас здійснюється у три стадії: підсушування, обжарювання та варіння. Для кожної стадії характерні різні параметри робочого середовища. У статті вирішене завдання прогрівання ковбасного батона: розглянуті стадії обжарювання і варіння, причому результати завершення стадії обжарювання стали початковими даними для дослідження стадії варіння.

Найчастіше на підприємствах режими теплового оброблення визначають експериментально для конкретного виду ковбасних виробів. Однак проведення фізичних експериментів — досить складний і вартісний спосіб [5], тому для аналізу процесу теплового оброблення ковбасних виробів виконано комп'ютерне моделювання у програмному комплексі Flow Vision. Геометрична модель ковбасного виробу і середовища, яке його оточує (рис. 1), створена у програмному комплексі SolidWorks.

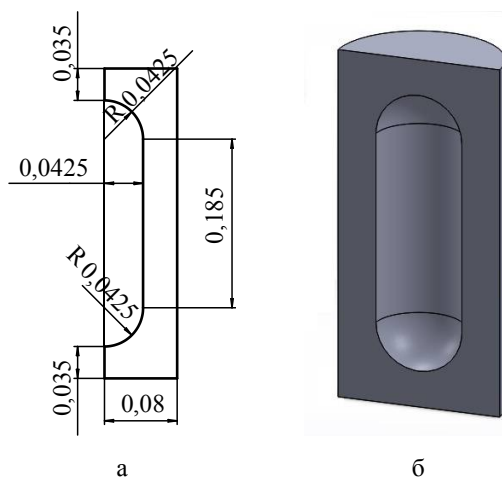


Рис. 1. Геометрична модель ковбасного виробу і середовища, яке його оточує:  
а — ескіз; б — 3D модель

Вирішене завдання сполученого теплообміну, в якій розглядається передавання теплоти теплопровідністю в твердому тілі та конвекцією в газі — від нагрітого робочого середовища до ковбасного батона.



У підобласті, де відбувається обтікання робочим середовищем ковбасного виробу, обрана модель «Нестискувана рідина» і вирішене завдання турбулентної течії пароповітряної суміші. У підобласті ковбасного виробу — модель «Тверде тіло», а також вирішене завдання тепломасоперенесення у твердій фазі.

Властивості фаршу (густина, питома теплоємність і коефіцієнт теплопровідності) ковбаси «Лікарська» суттєво залежать від температури. Щоб урахувати їх при моделюванні, доповнена база даних програмного комплексу Flow-Vision, в яку додана речовина «Фарш» з відповідними характеристиками.

Для вирішення завдання сполученого теплообміну між робочим середовищем і ковбасним батоном задані граничні умови (рис. 2):

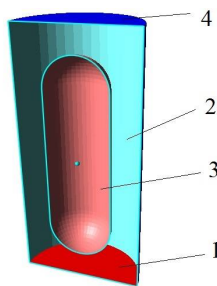
- границя 1 — вхід робочого середовища з нормальною швидкістю  $v = 2$  м/с і відповідною температурою («Вхід/Вихід» → «Нормальний вхід/вихід» → «Швидкість»);

- границя 2 — симетрія («Симетрія» → «Стінка з проковзуванням»);

- границя 3 — сполучення («Сполучений» → «Швидкість» → «Стінка, логарифмічний закон»);

- границя 4 — вільний вихід («Вільний вихід» → «Нульовий тиск/вихід»).

Після завдання граничних умов були пов'язані граничні умови «Сполучений» двох підобластей.



**Рис. 2. Граничні умови сполученого теплообміну між робочим середовищем і ковбасним батоном**

Параметром, який варіювався при моделюванні, була температура робочого середовища. Вона змінювалася для процесу обжарювання від 90 до 110°C з інтервалом 5°C, для стадії варіння — від 75 до 85°C з інтервалом 2,5°C (проведено по 5 обчислювальних експериментів).

На граничній умові 3 для підвищення точності розрахунку була згущена розрахункова сітка, для чого проведена адаптація по цій граничній умові з рівнем адаптації 1. Після адаптації розрахункова сітка має 25 852 комірки.

Розв'язання завдань сполученого теплообміну, в яких одночасно розглядається течія рідини або газу і теплопровідність у твердому тілі, наштовхується на певні труднощі — характерна тривалість процесів у газі (рідині) істотно менша за характерну тривалість їх у твердому тілі. Це призводить до того, що подібні завдання доводиться вирішувати з мінімальним кроком інтегрування за часом, що, у свою чергу, визначає дуже велику тривалість розрахунку. Ця проблема може бути вирішена двома способами:

- введенням власного кроку інтегрування за часом у підобласті твердого тіла;
- введенням фіктивної теплоємності твердого тіла.

У дослідженні використаний перший спосіб — заданий власний крок по часу, що дорівнює 2 секундам. У підобласті робочого середовища, де обрана модель «Нестискувана рідина», заданий фіксований крок по часу, виходячи з пролітного часу, який прийнято рівним 0,017 с.

Для візуалізації результатів задані 10 точок в поперечному перерізі ковбасного батона від центра до краю, в яких фіксувалися значення температури.

**Результати і обговорення.** В результаті теплового оброблення потрібно забезпечити кулінарну готовність і гарантувати мікробіологічну безпеку продукту. Тому важливо досягти потрібної температури в центрі ковбасного батона, на величину якої впливають тривалість оброблення й температура робочого середовища на стадіях обжарювання і варіння (рис. 3 і 4 відповідно).

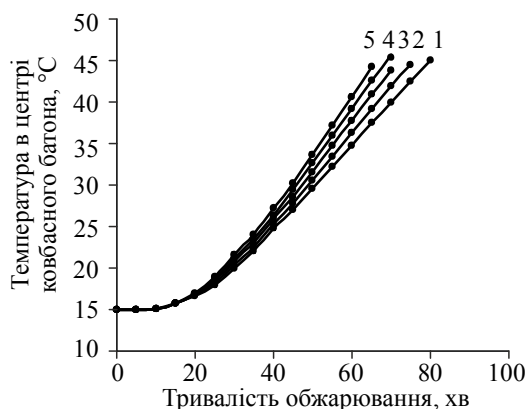


Рис. 3. Зміна температури в центрі ковбасного батона в часі в процесі обжарювання при температурах робочого середовища, °С:  
1 — 90; 2 — 95; 3 — 100; 4 — 105; 5 — 110

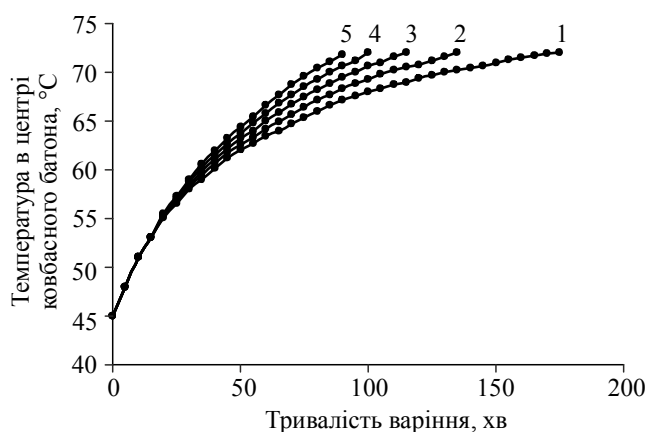


Рис. 4. Зміна температури в центрі ковбасного батона в часі на стадії варіння при температурах робочого середовища, °С:  
1 — 75,0; 2 — 77,5; 3 — 80,0; 4 — 82,5; 5 — 85,0

З'ясовано, що збільшення температури робочого середовища від 90 до 110°C не досить суттєво впливає на період часу, протягом якого досягається необхідна температура в центрі батона під час обжарювання — 45°C. Стадія обжарювання за цих умов триває в межах від 67 до 81 хвилини. Для визначення температури в центрі ковбасного батона  $t_{\text{ц}}$  при інженерних розрахунках залежно від температури робочого середовища  $t_{\text{сеп}}$  і тривалості стадії обжарювання  $\tau$  можна скористатися математичною залежністю:

$$t_{\text{ц}} = 13 + 0,01 \cdot \tau^{2,1} + 0,1 \cdot t_{\text{сеп}}^{1,77}.$$

Натомість на стадії варіння (рис. 4) зміна температур робочого середовища на 10°C — від 75 до 85°C — істотно впливає на тривалість процесу, який завершується при досягненні температури в центрі батона 72°C. Відмінність для цих двох граничних значень температур становить 83 хв — від 91 хв для температури 85°C до 174 хв для температури робочого середовища 75°C.

Температура в поперечному перерізі ковбасного батона суттєво відрізняється для периферійних і центральних ділянок наприкінці процесів обжарювання (рис. 5) і варіння (рис. 6). Тут координата 0 м відповідає зовнішній поверхні ковбасного батона; 0,0425 м — центру батона.

Рекомендованими значеннями температури робочого середовища в процесі термічного оброблення вареної ковбаси «Лікарська» на стадії обжарювання є 100°C, оскільки вона забезпечує необхідний час прогрівання при відносно менших енергетичних витратах.

Збільшення температури робочого середовища від 75 до 85°C на стадії варіння призведе до збільшення втрат теплоти в навколишнє середовище на 17%. Але загальні витрати теплоти за умови тривалішого процесу при температурі варіння 75°C будуть на 89% більшими. Тому з урахуванням співвідношення втрат у навколишнє середовище і витрат на нагрівання робочого середовища, камери і продукту доцільніше проводити варіння при температурі робочого середовища 85°C.

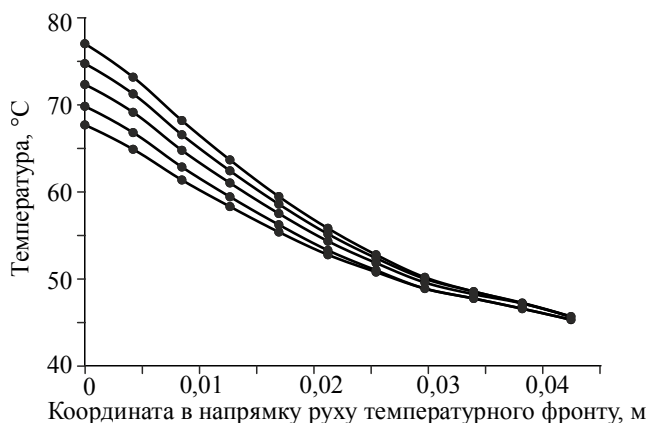


Рис. 5. Розподіл температур у поперечному перерізі ковбасного батона в напрямку руху температурного фронту наприкінці процесу обжарювання при температурах робочого середовища, °C: 1 — 90; 2 — 95; 3 — 100; 4 — 105; 5 — 110

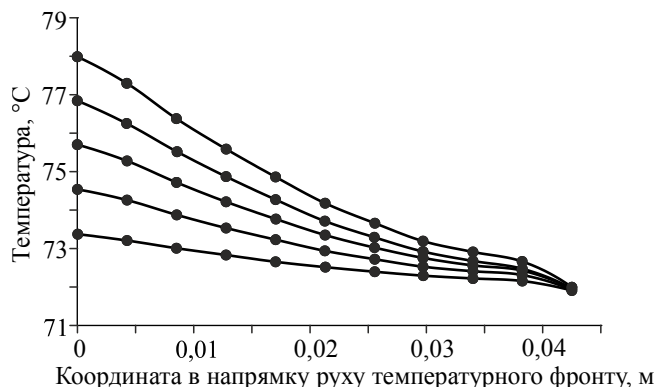


Рис. 6. Розподіл температур у поперечному перерізі ковбасного батона в напрямку руху температурного фронту наприкінці процесу варіння при температурах робочого середовища, °С: 1 — 75,0; 2 — 77,5; 3 — 80,0; 4 — 82,5; 5 — 85,0

Використання робочого середовища з температурою нижчою за вказане значення суттєво підвищує тривалість процесу, оскільки рушійна сила процесу стає незначною.

### Висновки

У результаті термічного оброблення продукції — ковбаси вареної «Лікарська» — необхідно досягти температури пастеризації 72°C в центрі ковбасного батона для знищення вегетативних форм мікроорганізмів і досягнення кулінарної готовності.

Рациональною температурою робочого середовища в процесі термічного оброблення вареної ковбаси «Лікарська» на стадії обжарювання є 100°C. Варіння рекомендовано проводити при максимальній температурі 85°C, тому що оброблення при менших значеннях температури суттєво підвищує тривалість процесу, роблячи рушійну силу процесу незначною. Тривалість термічного оброблення, яке складається із стадій обжарювання і варіння, за запропонованих режимів становить 164 хвилини.

### Література

1. Tornberg E. Effects of heat on meat proteins — Implications on structure and quality of meat products // *Meat Science*. — 2005. — Volume 70, Issue 3. — P. 493—508.
2. Бондаренко Н.В. Дослідження режимів теплової обробки варених ковбас у сучасних термокамерах // *Харчова наука і технологія*. — 2013. — № 2. — С. 92—94.
3. Солецька А.Д. Оптимізація режимів термічного оброблення варених ковбас // *Харчова наука і технологія*. — 2014. — № 3. — С. 73—76.
4. Павелко В.І. Дослідження впливу деяких технологічних факторів на тривалість процесу термічної обробки ковбасних виробів / В.І. Павелко, О.Ю. Соколенко, А.І. Заславський // *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. — 2012. — № 45. — С. 31—37.
5. Bakalis, S., Cox P.W., Fryer, P.J. Modelling thermal processes: heating // *Food Process Modelling*. — 2001. — P. 340—364.