

## DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF PRODUCTION OF MEAT MILLED SEMI-FINISHED PRODUCTS UNDER INFRARED HEATING IN THE GAS MEDIUM

I. Babanov, E. Babanova

*National University of Food Technologies*

V. Mykhaylov, I. Babkina, A. Shevchenko, S. Prasol

*Kharkiv State University of Food Technology and Trade*

---

**Key words:**

*Infrared heating*

*Gas medium*

*Semi-finished product*

*Production*

*Method*

*Electrophysical means*

---

**Article history:**

Received 11.10.2019

Received in revised form

21.10.2019

Accepted 11.11.2019

---

**Corresponding author:**

I. Babanov

**E-mail:**

igbabanov@ukr.net

---

**ABSTRACT**

The purpose of the article is development of the technological process of production of meat milled semi-finished products under infrared heating in a gas medium (carbon dioxide). The object of research is semi-finished products and products obtained by the proposed method. The study included samples of minced meat, breaded semi-finished products and fried products. Meat cutlets, semi-finished products and finished products were prepared using traditional technology.

The proposed method involves placing in the heat-sealed hermetic volume of the source of infrared heating with pulsed energy connection. The infrared source generates the bulk of energy in the wavelength range of 2.2...3.0  $\mu\text{m}$ . Excessive pressure of carbon dioxide is in the range of 10... 30 kPa.

Product quality indicators were investigated. As a result, it was found that the experimental cutlet stuffing, in contrast to the control, has more tender consistency. Thus, the penetration rate increases by 16.2...23.9% depending on the time of penetration, with the maximum penetration rate increasing by 21.1% and the average rate by 16.3%. Such indicators facilitate the process of molding products and ensure that they retain the given shape. Physico-chemical changes that occur during frying provide a significant decrease in the penetration rate of the inner layers of products — by 2.7...3.2 times. The results of the study of microbiological quality indicators were obtained. After heat treatment, the total number of microorganisms in all cases under consideration is significantly reduced and meets the standards set for the products of these species. From the results of the studies of chemical composition it was established that in general the content of the main nutrients (nitrogen-containing components, fats, carbohydrates) of the proposed products approximates traditional products.

The method is recommended for use by food, meat processing and home-based food enterprises.

---

**DOI:** 10.24263/2225-2924-2019-25-6-8

## **РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА М'ЯСНИХ СІЧЕНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ ЗА УМОВ ІЧ-НАГРІВАННЯ В ГАЗОВОМУ СЕРЕДОВИЩІ**

**І. Г. Бабанов, О. І. Бабанова**

*Національний університет харчових технологій*

**В. М. Михайлов, І. В. Бабкіна, А. О. Шевченко, С. В. Прасол**

*Харківський державний університет харчування та торгівлі*

*У статті описано технологічний процес виробництва м'ясних січених напівфабрикатів за умов ІЧ-нагрівання в газовому середовищі (двоокис вуглецю). Досліджено зразки котлетного м'ясного фаршу, паніровані напівфабрикати та жарені м'ясні вироби. Як контрольні зразки використано котлетні м'ясні, фарші, напівфабрикати та готові вироби, приготовлені за традиційною технологією.*

*Запропонований спосіб передбачає розміщення в теплоізованому герметичному об'ємі джерела ІЧ-нагрівання з імпульсним енергопідведенням. ІЧ-джерело генерує основну частку енергії в інтервалі довжин хвиль 2,2... 3,0 мкм. Надмірний тиск двоокису вуглецю знаходиться в межах 10... 30 кПа.*

*Досліджено показники якості виробів при їх виробництві. Встановлено, що дослідний котлетний фарш, на відміну від контрольного, має більш ніжну консистенцію. Так, показник пенетрації збільшується на 16,2... 23,9% залежно від часу пенетрації, при цьому максимальна швидкість пенетрації збільшується на 21,1%, а середня — на 16,3%. За таких показників полегшується процес формування виробів і забезпечується утримання ними заданої форми. Фізико-хімічні зміни, що відбуваються під час жарення, забезпечують суттєве зниження показника пенетрації внутрішніх шарів виробів — у 2,7... 3,2 раза.*

*Отримано результати дослідження мікробіологічних показників якості. Встановлено, що після теплового оброблення загальна кількість мікроорганізмів за всіх випадків, що розглядаються, істотно зменшується та відповідає нормативам, встановленим для виробів цього виду. За результатами досліджень хімічного складу встановлено, що в цілому за вмістом основних харчових речовин (азотовмісних компонентів, жирів, вуглеводів) запропоновані вироби наближаються до контрольних зразків.*

*Технологічний процес виробництва м'ясних січених напівфабрикатів рекомендовано до використання підприємствами громадського харчування та м'ясопереробними підприємствами.*

**Ключові слова:** *ІЧ-нагрівання, газове середовище, напівфабрикат, виробництво, спосіб, електрофізичні методи.*

**Постановка проблеми.** *Загальна тенденція енергоспоживання, що склалась останнім часом у переробній промисловості, свідчить про істотне підвищення витрат енергії на виробництво та безперервне зростання вартості її генеру-*

вання. Враховуючи це, особливої гостроти набувають проблеми створення і впровадження сучасних ресурсозберігаючих технологій, які забезпечують скорочення витрат енергії в поєднанні зі збереженням якісних показників сировини та інших ресурсів.

З огляду на це актуальними є дослідження з розроблення технології виробництва продукції за умов інфрачервоного нагрівання із застосуванням різноманітних газових середовищ, зокрема з підвищеним вмістом двоокису вуглецю, які розраховані на використання підприємствами громадського харчування та м'ясопереробними підприємствами.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Основні процеси жаріння здійснюються на відкритій нагрівальній поверхні (смаження) з використанням тонкого шару жиру як проміжного теплоносія чи без нього або без контакту з нагрівальною поверхнею. На сьогодні більш прогресивними є електрофізичні способи оброблення харчових продуктів, використання яких дає змогу вирішити низку технологічних проблем на більш високому рівні організації праці [1—4]. Серед них одне з важливих місць посідає метод термооброблення ІЧ-випромінюванням [5—7].

За умов термооброблення ІЧ-випромінюванням однією з основних вимог до складових виробів є врахування оптичних властивостей компонентів, що входять до рецептури. При цьому досить високі технологічні показники має смаження напівфабрикатів в ІЧ-апаратах в умовах газового середовища [8; 9].

**Метою статті** є розроблення технологічного процесу виробництва м'ясних січених напівфабрикатів за умов ІЧ-нагрівання в газовому середовищі (двоокис вуглецю).

**Викладення основних результатів дослідження.** Напівфабрикат розміщується у теплоізольованому герметичному об'ємі апарата з встановленим у ньому джерелом ІЧ-нагрівання, що генерує основну частку енергії в інтервалі довжин хвиль 2,2...3,0 мкм. Перед початком процесу ІЧ-жаріння у робоче середовище апарата подається двоокис вуглецю до утворення надмірного тиску 10...30 кПа, після чого вмикаються ІЧ-нагрівачі. З підвищенням температури робочого середовища, після утворення на поверхні продукту скоринки, яка протидіє видаленню вологи та жиру, при подальшому нагріванні застосовують імпульсне ІЧ-нагрівання.

Як відомо, якість кулінарних виробів суттєво залежить від низки технологічних чинників, серед яких важливого значення набувають тривалість та інтенсивність теплового впливу, ступінь фізико-хімічних змін складових речовин виробів, зміна маси, волого- та жиромісту. Враховуючи наявність нетрадиційних підходів під час розроблення запропонованих технологічних процесів виробництва м'ясних січених виробів, що скорочують час термооброблення, їх вагомий вплив на перебіг масообмінних процесів, для оцінки якості отриманих виробів проведено дослідження за структурно-механічними, мікробіологічними, фізико-хімічними й органолептичними показниками.

Наявність у складі зразків котлетного м'ясного фаршу таких компонентів, як олія та подрібнена картопля, призводить до зміни показників в'язкості й впливає на пластичність фаршу. Це спонукало до проведення досліджень, на

підставі яких побудовано залежності швидкості зсуву від напруги зсуву та ефективної в'язкості від швидкості зсуву. Аналіз отриманих результатів надав можливість визначити темп руйнування структури фаршів. Найбільша в'язкість практично незруйнованої структури для дослідних зразків  $\eta_0 = 852,7$  Па·с. Режим в'язко-пластичної течії починається зі значень  $\dot{\gamma} = 9$  с<sup>-1</sup>. За  $\dot{\gamma} > 16,2$  с<sup>-1</sup> ефективна в'язкість  $\eta_v$ , досягнувши найменшого значення, залишається практично незмінною та не залежить від швидкості зсуву. Отримані значення дають підставу віднести фарш до густих паст.

Важливим показником оцінки якості виробів є консистенція, що була визначена за показниками пенетрації та швидкості пенетрації. Дослідження проводилися на зразках м'ясних січених напівфабрикатів (котлетного м'ясного фаршу, панірованих напівфабрикатів і жарених виробів). Як контрольні зразки використано котлетні м'ясні фарші, напівфабрикати та готові вироби, виготовлені за традиційною технологією виробництва (при традиційному смаженні). Встановлено, що дослідний котлетний фарш, на відміну від контрольного, має більш ніжну консистенцію. Так, показник пенетрації збільшується на 16,2...23,9% залежно від часу пенетрації, при цьому максимальна швидкість пенетрації збільшується на 21,1%, а середня — на 16,3%. За таких показників полегшується процес формування виробів і забезпечується утримання ними заданої форми.

Тобто поверхневий шар, який спроможний стримувати масоперенесення під час смаження, у дослідних зразках має більш міцну структуру, що додатково впливає на зменшення втрат маси. Фізико-хімічні зміни, що відбуваються під час смаження, забезпечують суттєве зниження показника пенетрації внутрішніх шарів виробів у 2,7...3,2 рази. Але в дослідних зразках значення показника пенетрації є більшими на 16,4...42,0%, максимальної швидкості пенетрації — на 42,0%, а середньої — на 14,6%.

Формування під час смаження на поверхні виробу піджаристої скоринки супроводжується зниженням вмісту вологи, в результаті чого поверхневий шар стає більш жорстким. Завдяки більш високій початковій вологості використаної паніровки та її вологоутримувальної здатності, а також властивостям використаного котлетного фаршу зразки готових виробів за дослідною технологією мають показники пенетрації, що на 30,4...59,4% вищі, ніж у контрольних. При цьому значення максимальної і середньої швидкості пенетрації є більшими на 59,4% та 29,0% відповідно.

Різноманітність процесів, які відбуваються під дією високої температури, спричиняє порушення зв'язків між складовими частинами виробів, що призводить до їх усадження та, відповідно, зміни об'єму. Це чинить негативний вплив, оскільки підвищується пружність і жорсткість готових виробів.

Вживання м'ясних продуктів часто буває причиною захворювання людей, якщо воно інфіковане різною мікрофлорою. Для досягнення санітарної безпечності споживання суттєве значення мають режими теплового оброблення, якими передбачається витримування виробів при визначеній температурі протягом певного часу. Тому, враховуючи скорочення тривалості термооброблення запропонованих виробів, потрібно оцінити їх санітарну безпеку. Перелік мікро-

біологічних показників, за якими проводили контроль якості готових м'ясних виробів, встановлювали відповідно до медико-біологічних вимог.

Після теплового оброблення загальна кількість мікроорганізмів за всіх випадків, що розглядаються, істотно зменшується та відповідає нормативам, встановленим для виробів даного виду. Так, нормативні дані кількості мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів значно перевищують отримані для дослідних виробів. Наведені результати вказують також на відсутність кишкових паличок (БГКП), *Staphylococcus aureus*, *Proteus* та патогенних мікроорганізмів, у тому числі сальмонел.

У цілому за вмістом основних харчових речовин (азотовмісних компонентів, жирів, вуглеводів) запропоновані вироби відповідають чинним стандартам якості. Додавання олії суттєво впливає на зміну жирнокислотного складу виробів. Вони містять у своєму складі на 24,6% менше насичених жирних кислот та на 88,8% більше поліненасичених жирних кислот, особливо лінолевої кислоти, яка відіграє важливу роль у процесах життєдіяльності організму людини.

Підвищення температури оброблення при переробленні сировини стричиняє руйнування білків, у результаті чого в них змінюється місткість амінокислот. Ступінь термічного пошкодження білків може бути різною: помірне теплове оброблення покращує перетравлення шляхом денатурації нативних білків та інактивації деяких інгібіторів протеаз; високотемпературне оброблення, особливо при його тривалому впливі, сприяє сильному пошкодженню, в результаті чого може відбуватися взаємодія між функціональними групами білка та іншими компонентами, наприклад, редукуючими цукрами, жирами тощо.

Для перевірки відповідності якості готових виробів встановленим вимогам проведено органолептичну оцінку виробів у балах з урахуванням коефіцієнта важливості за показниками: зовнішній вигляд, колір на перерізі, запах, смак, консистенція. При цьому дослідні вироби порівнювали з традиційними виробами за умов ПЧ-смаження. За даними технологічних проробок дослідні м'ясні січені вироби мають оцінку 50 балів (контрольні вироби — 45 балів), що свідчить про більш високу їхню якість. Відзначено покращення показників зовнішнього вигляду (поверхня коричневого кольору та не має пошкоджень) і консистенції, яка є більш ніжною.

### **Висновки**

Отже, у результаті проведених досліджень розроблено технологічний процес виробництва м'ясних січених напівфабрикатів за умов ПЧ-нагрівання у газовому середовищі (з підвищеним вмістом двоокису вуглецю), при реалізації якого зменшується тривалість теплового оброблення й втрати маси. Характерною особливістю виробів є наявність у складі соняшникової олії та подрібненої картоплі, паніровка зволоженою сумішшю панірувальних сухарів і пшеничного борошна. Реалізацію процесу запропоновано здійснювати в апаратах з джерелом імпульсного підведення ПЧ-енергії довжиною хвиль 2,2...3,0 мкм та подачею двоокису вуглецю надмірним тиском 10...30 кПа.

Під час дослідження показників якості продукції відмічено, що фарш для дослідних виробів за структурно-механічними властивостями наближається до традиційного, а незначне зниження значень граничної напруги зсуву й ефективної в'язкості позитивно позначається на його пластичності, що полегшує процес формування виробів. Вироби відповідають вимогам санітарної безпеки, а за вмістом основних харчових відповідають чинним стандартам якості. Встановлено суттєве збільшення вмісту поліненасичених жирних кислот у дослідних виробів. Також відмічено покращення органолептичних показників готових виробів.

### **Література**

1. Бабанов И. Г., Бабанова Е. И., Шевченко А. А. Усовершенствование производства колбасных изделий с применением электрофизических методов обработки. *Scientific Works of University of Food Technologies*. Plovdiv. 2015. V. LXII. P. 763—766.
2. Процеси та апарати жаріння харчових продуктів /О. І. Черевко [та ін.]. Навч. посібник. Х.: ХДАТОХ, 2000. 332 с.
3. Михайлов В. М. Наукове обґрунтування і розробка прогресивних процесів та обладнання для виробництва жарених кулінарних виробів [Текст]: дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.12. Харківський держ. ун-т харчування та торгівлі. Х., 2003. 371 арк.
4. Корзун В. Н., Юдіна А. І., Оліферчук О. Г. Вплив інтенсифікації процесу теплової обробки на якість м'ясної кулінарної продукції. *Технологии пищевой, легкой и химической промышленности*. 2016. № 3/3 (29). С. 4—8.
5. Коренець Ю. М., Заболотня К. А. Визначення оптимальних параметрів процесу ІЧ-смаження овочевих напівфабрикатів за умов відкритого робочого простору. *Обладнання та технології харчових виробництв*: темат. збір. наук. праць. Вип. 33. Кривий Ріг: ДонНУЕТ, 2016. С. 43—52.
6. Zahorulko A., Zagorulko A., Yancheva M., Serik M., Sabadash S., Savchenko-Pererva M. (2019) Development of the plant for low-temperature treatment of meat products using INFRARED-radiation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Vol. 1, No. 11(97). Pp. 11—17.
7. Коренець Ю. М., Никифоров Р. П. Розробка ІЧ-апарату для смаження харчових продуктів. *Обладнання та технології харчових виробництв*: зб. наук. праць. Кривий Ріг: ДонНУЕТ, 2017. С. 65—72.
8. Прогресивні процеси виробництва м'ясо-рослинних кулінарних виробів /О. І. Черевко [та ін.] / монографія. Х.: ХДУХТ, 2008. 101 с.
9. Бабкіна І. В., Шевченко А. О., Прасол С. В., Ялинич С. І. Визначення якісних показників продукції, виробленої з використанням ІЧ-нагрівання в умовах газового середовища. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*: зб. наук. пр. Харків: ХДУХТ, 2017. Вип. 2 (26). С. 322—334.