

СУЧАСНІ НАПРЯМИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

DOI : 10.33274/2079-4827-2019 -38-1-35-46
УДК 664.8.039.5:005.336.3

Коренець Ю. М., старший викладач¹
Коржов С. М., асистент¹
Єріс Ю. В., асистент¹

¹ Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського, м. Кривий Ріг, Україна, e-mail: korenets@donnuet.edu.ua

ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПРОЦЕСУ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ХАРЧОВОЇ СИРОВИНИ ІЧ-ВИПРОМІНЮВАННЯМ

UDC 664.8.039.5:005.336.3

Korenets Yu. M., Senior Lecturer¹
Korjov S. M., Assistant Professor¹
Eris Yu. V., Assistant Professor¹

¹ Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhailo Tugan-Baranovsky, Kryvyi Rih, Ukraine, e-mail: korenets@donnuet.edu.ua

FORMATION OF FOOD RAW MATERIALS THERMAL PROCESSING QUALITY INDICATORS SYSTEM BY INFRARED RADIATION

Мета — пошук напрямів удосконалення процесу теплової обробки харчової сировини інфрачервоним випромінюванням в умовах відкритого робочого простору. На підставі аналізу розробок учених і апріорної інформації сформульовані доцільність і перспективність досліджень у даному напрямку. Метою роботи стало визначення напрямів підвищення якості процесу обробки харчової сировини ІЧ-випромінюванням в умовах відкритого робочого простору на підставі кількісної комплексної оцінки (ККО).

Методи. У роботі застосовані теоретичні методи системного аналізу виробництва харчової продукції, кваліметрії, управління якістю продукції ресторанного господарства, математичної статистики, а також загальноприйняті сучасні методи визначення фізичних, хімічних, мікробіологічних та органолептичних характеристик кулінарної продукції.

Результати. Визначено основні напрями удосконалення процесу обробки харчової сировини ІЧ-випромінюванням, які полягають у підвищенні якості кінцевих продуктів і зниженні витрат енергії за рахунок інтенсифікації дії ІЧ-випромінювання та скорочення часу на обробку. Виходячи з цього як параметри оптимізації взяті: втрати маси продуктом у процесі обробки, питомі витрати енергії на весь цикл обробки та органолептична оцінка готового продукту. Досліджено вплив на хід процесу обробки таких чинників, як потужність генераторів ІЧ-випромінювання, товщина і початкова температура продукту, відстань між продуктом і джерелом випромінювання. Для реалізації поставленого завдання розроблено методику для диференційної та комплексної оцінки якості процесу теплової обробки харчової сировини в ІЧ-апаратах з відкритим робочим простором.

Ключові слова: показник якості, системний аналіз, кваліметрія, ієрархічна структура, кількісна комплексна оцінка якості, харчова сировина, ІЧ-випромінювання, відкритий робочий простір.

Постановка проблеми. Заклади ресторанного господарства та харчової промисловості широко використовують апарати, засновані на дії ІЧ-випромінювання [1, 2]. Таке обладнання застосовується для приготування м'ясних, рибних, овочевих страв, хлібобулочних та кондитерських виробів тощо.

Надійшла до редакції 31.03.2019 р.

© Ю. М. Коренець, С. М. Коржов,
Ю. В. Єріс, 2019

Для розроблення практичних рекомендацій щодо ефективної реалізації вже існуючих способів ІЧ-обробки харчової сировини та/або пошуку нових, визначення оптимальних вимог до технічних характеристик ІЧ-апаратів необхідне дослідження комплексу параметрів, що мають безпосередній вплив на хід процесу.

Особливістю технологічної обробки харчової сировини є те, що у ній найбільше виявляється взаємозв'язок початкової сировини, технологічного обладнання та готової продукції. Цей зв'язок настільки значний, що в деяких технологічних дослідженнях контрольовані в них показники і закономірності змін, які встановлюються, є характеристиками властивостей не власне обробки, а оброблюваного продукту, технологічних властивостей обладнання, готової продукції. У цих випадках ми володіємо лише опосередкованими (побічними) результатами закономірностей процесу, на яких лежить вантаж конкретних (специфічних) умов і які важко відтворити за інших умов.

Більш цінну наукову інформацію можна отримати, встановивши загальні (універсальні) закономірності, придатні для застосування в різних умовах — контролюючи параметри, що характеризують безпосередньо технологічну обробку. Вони можуть бути виділені із сукупності параметрів, що характеризують властивості початкового, кінцевого продукту і умови обробки, які створюються обладнанням.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Багатьма вченими та фахівцями у сфері ресторанного бізнесу й харчових виробництв неодноразово доведено, що ІЧ-випромінювання має низку переваг порівняно з традиційними видами теплової обробки [3], а саме:

- завдяки використанню ІЧ-випромінювання з великою щільністю теплового потоку тривалість процесу скорочується на 24–42 %, що зменшує загальні енерговитрати на 20–60 % та сприяє підвищенню якості кінцевого продукту за рахунок збереження харчової та біологічної цінності, отримання високої органолептичної оцінки;

- менша тривалість ІЧ-теплової обробки порівняно з традиційними способами та швидке утворення скоринки на поверхні зумовлюють зменшення втрат вологи, жиру та маси продукту взагалі, вихід готової продукції підвищується на 10–16 %;

- обмежується або цілком відпадає необхідність використання жирів, як допоміжного продукту для смаження, що дозволяє отримати продукцію з меншою калорійністю та, навіть, дієтичними властивостями;

- бактерицидна дія ІЧ-випромінювання, що проникає в глибину продукту, сприяє цілковитому знищенню шкідливих мікроорганізмів, що особливо важливо для м'ясних і рибних продуктів;

- поєднання теплового впливу зі зміною відстані між продуктом і генератором ІЧ-випромінювання (обертання продукту, зміна положення продукту або джерела ІЧ-випромінювання) — так званий імпульсний режим нагрівання — дає можливість готувати великі продукти (курчат, м'ясні і рибні напівфабрикати великими шматками), випікати хлібобулочні вироби і т. п.;

- є можливість використання комбінованих способів теплової обробки в закритій робочій зоні з використанням атмосфери водяної пари або двоокису вуглецю, або з використанням мікрохвиль, що дозволяє інтенсифікувати процеси тепломасоперенесення;

- існує альтернатива вибору джерела енергії, залежно від можливостей і специфіки підприємства (електроенергія, газ, тверде паливо);

- грилювання, як додаткова функція, входить до окремих моделей універсального теплового обладнання (мікрохвильові печі, пароконвектомати);

- окрім функцій смаження харчових продуктів, ІЧ-обладнання використовується для підігріву столового посуду і зберігання готових страв і кулінарних виробів підігрітому стані (грилі конструкції «саламандра», курячі грилі з тепловими шафами).

Перелічені чинники зумовлюють стабільний попит споживачів на продукцію, виготовлену з використанням ІЧ-обробки, завдяки чому активно розвивається відповідний сегмент ринку технологічного обладнання. Кожен заклад ресторанного господарства середнього і високого рівня включає до меню страви-гриль та використовує у виробництві відповідне обладнання, а для окремих підприємств це стає основною концепцією [2].

Пропозицію на ринку технологічного обладнання переважно складають моделі ІЧ-обладнання імпортного виробництва. Залежно від функціональних і конструктивних особливостей використовують різні класифікації такого обладнання [4].

Велику групу в ній становить ІЧ-обладнання з відкритим робочим простором [5]. Характерною його ознакою є те, що продукт готується на решітці або шампурі і тому за властивостями кінцевого продукту наближається до страв, виготовлених на класичному мангалі або барбекю і тому користуються великим споживчим попитом.

Проте виробництво гриль-продукції на обладнанні такого типу до сьогодні потребує від кухаря певної кваліфікації та практичних навичок, бо воно, як правило, позбавлене будь-яких приладів контролю або регулювання, і єдиним способом контролю за ходом технологічного процесу є візуальне спостереження [6].

До того ж ІЧ-обладнання з відкритим робочим простором має низку недоліків, пов'язаних з певними конструктивними особливостями [5]:

— оскільки робочий простір апарата не обмежений, під час смаження відбуваються значні втрати енергії в повітря;

— на першому етапі теплової обробки нагрівається лише один бік продукту, а другий має значно нижчу температуру, унаслідок чого відбуваються великі втрати маси;

— у разі недотримання технології на решітці можуть залишатися частинки продукту, які можуть потрапити на нову партію продукту та на ІЧ-генератори, що потребує постійного очищення як робочої поверхні, так і генераторів.

Саме тому виробництво гриль-продукції в ІЧ-апаратах з відкритим робочим простором потребує розроблення системи контролю якості процесу через оцінювання і регулювання його параметрів.

Мета статті — розроблення методики диференційної та комплексної оцінки якості процесу ІЧ-смаження харчової сировини в апаратах з відкритим робочим простором з метою подальшого визначення оптимальних параметрів процесу та розроблення практичних рекомендацій до проведення такого оброблення та удосконалення відповідного ІЧ-обладнання.

Виклад основного матеріалу дослідження. З урахуванням особливості технологічної обробки, наведемо систему властивостей ІЧ-смаження харчової сировини у вигляді трьох підсистем [7, 8]:

— технологічні властивості оброблюваного продукту;

— технологічні властивості технічних засобів, що здійснюють оброблення;

— властивості, що характеризують енергетичний вплив технічних засобів на оброблюваний продукт (власне обробки).

У підсистемі технологічних властивостей обладнання виокремимо дві групи властивостей:

1) властивості технічних засобів (або зовнішнього середовища), за допомогою яких здійснюється енергетичний вплив на оброблюваний продукт;

2) властивості технічних засобів (або зовнішнього середовища), що характеризують ступінь або інтенсивність цього впливу.

У підсистемі технологічних властивостей оброблюваного продукту виділимо такі групи властивостей:

— властивості, які беруть участь у передаванні зовнішнього технологічного впливу;

— властивості, на які спрямований енергетичний вплив;

— властивості, зміна яких супроводжує цілеспрямовану зміну властивостей продукту;

— властивості, що характеризують ступінь (глибину) змінності оброблюваного продукту в результаті технологічного зовнішнього впливу.

На етапі теплової обробки система властивостей містить групи такого складу:

1) безпосередньо обробки:

— природа впливу (фізична, теплового і масообмінного вигляду);

— цілеспрямоване перетворення хімічного складу, структурно-механічних, органолептичних і санітарно-гігієнічних властивостей;

— ефективність обробки (характеризується рівнем органолептичних і мікробіологічних показників, втратами маси і харчових речовин, питомими витратами матеріальних і енергетичних ресурсів);

2) технічних засобів:

— властивості середовища, параметри робочого простору теплового обладнання;

— стійкість технологічних параметрів, діапазон їх регулювання, тривалість температурного впливу, витрати енергії на виробництво і передавання теплоти;

3) оброблюваного продукту:

— теплофізичні та геометричні властивості оброблюваних продуктів;

— харчові, фізико-хімічні (структурно-механічні, органолептичні, хімічні) та мікробіологічні властивості;

— масообмінні та хімічні властивості;

— структурно-механічні, органолептичні, мікробіологічні властивості, втрати маси, їх відповідність чинній нормативній документації;

— величина втрат харчових речовин, питомі витрати матеріальних і енергетичних ресурсів.

Побудуємо систему параметрів теплової обробки харчової сировини з використанням ІЧ-нагрівання (табл. 1–3).

Таблиця 1 — Підсистема властивостей (показників якості) енергетичного впливу ІЧ-випромінювання на сировинні продукти, що піддаються обробці

Найменування показників	Одиниці виміру
1. Властивості, які відображають природу технологічного впливу на оброблюваний продукт:	
температура генератора ІЧ-випромінювання	К
довжина хвилі випромінювання	м
густина променистого потоку	Вт/м ²
2. Властивості, які характеризують цілеспрямоване перетворення властивостей матеріального потоку:	
органолептичні характеристики продукту: — смак — запах — зовнішній вигляд — консистенція	балів балів балів балів
структурно-механічні властивості продукту: — пружність	Па
фізико-хімічні властивості продукту: — поточна температура — масова частка сухих речовин (або вологи) — масова частка ліпідів (жиру)	К % %
мікробіологічні властивості продукту: — санітарно-показові — потенційно патогенні — патогенні	КУО/г маса продукту, г, у якій не допускається
3. Властивості, які характеризують ефективність досягнення мети:	
— продуктивність обладнання	кг/с
— площа робочої поверхні	м ²
— тривалість циклу обробки	с
— енергія, витрачена джерелом ІЧ-випромінювання	Дж
— коефіцієнт корисної дії процесу теплової обробки (ККД)	%
— питомі витрати електроенергії	Дж/кг
— втрати маси продукту	%

Таблиця 2 — Підсистема технологічних властивостей (показників якості) технічних засобів, що генерують ІЧ-випромінювання

Найменування показників	Одиниці виміру
4. Властивості, за допомогою яких здійснюється енергетичний вплив на продукт, що піддається обробці:	
температура генератора ІЧ-випромінювання	К
температура повітря в робочому просторі	К
відстань продукту від генератора ІЧ-випромінювання	м
температура робочої поверхні (за наявності)	К
площа поверхні генератора ІЧ-випромінювання	м ²
5. Властивості, які характеризують ступінь або інтенсивність енергетичного впливу на продукт, що піддається обробці:	
тривалість циклу теплової обробки	с
продуктивність апарата	кг/с
номінальна потужність	Вт
відхилення температури від заданого значення	%

Таблиця 3 — Властивості, що характеризують ступінь зміни оброблюваного продукту в результаті технологічного впливу

Найменування показників	Одиниці виміру
6. Властивості, що беруть участь у передаванні впливу (теплофізичні та геометричні властивості харчової сировини):	
— початкова температура продукту	К
— вологість продукту	%
— коефіцієнт теплопровідності продукту	Вт/(м·К)
— питома теплоємність продукту	Дж/(кг·К)
— товщина продукту	м
7. Властивості, на які спрямований енергетичний вплив:	
органолептичні характеристики продукту: — смак — запах — зовнішній вигляд — консистенція	балів балів балів балів
структурно-механічні властивості продукту: — пружність	Па
фізико-хімічні властивості продукту: — поточна температура — масова частка сухих речовин (або вологи) — масова частка ліпідів (жиру)	К % %
мікробіологічні властивості продукту: — потенційно патогенні — патогенні	маса продукту, г, в якій не допускається
8. Властивості, які характеризують ступінь змін продукту, що піддається обробці, в результаті технологічного впливу	
органолептичні характеристики продукту: — смак — запах — зовнішній вигляд — консистенція	балів балів балів балів
структурно-механічні властивості продукту: — пружність	Па

Продовження таблиці 3

Найменування показників	Одиниці виміру
фізико-хімічні властивості продукту: — поточна температура — масова частка сухих речовин (або вологи) — масова частка ліпідів (жиру)	К % %
мікробіологічні властивості продукту: — потенційно патогенні — патогенні	маса продукту, г, у якій не допускається
9. Властивості, які характеризують ступінь (глибину) змінності продукту	
органолептичні характеристики продукту: — смак — запах — зовнішній вигляд — консистенція	балів балів балів балів
структурно-механічні властивості продукту: — пружність	Па
фізико-хімічні властивості продукту: — поточна температура — масова частка сухих речовин (або вологи) — масова частка ліпідів (жиру)	К % %

Під час розробки методичних питань комплексної оцінки якості продуктів харчування і процесів їх виробництва будемо виходити із загальних принципів кваліметрії [9, 10]:

— окремі властивості процесу складають ієрархічну структуру його якості; властивості i -го рівня визначаються відповідними властивостями $(i+1)$ -го рівня ($i = 0, 1, 2, 3, \dots$); шляхом вимірювання або обчислення ці властивості можуть отримувати числові характеристики — абсолютні показники (P_{ij});

— вимірювання окремих властивостей або якості процесу в підсумку повинне закінчуватись обчисленням відносного показника (оцінки) якості $K_{ij} = (P_{ij}, P_{ij}^{\text{баз}})$, де $P_{ij}^{\text{баз}}$ — базовий показник, який обрано за вихідний при порівняльних оцінках якості;

— кожна властивість якості визначається двома числовими параметрами: відносним показником K та вагомістю M ;

— сума коефіцієнтів вагомості властивостей одного рівня є сталою величиною ($\sum M_{ij} = \text{const}$); коефіцієнт вагомості даного показника якості є кількісною характеристикою його значущості серед інших показників при комплексній оцінці якості.

Комплексна оцінка якості процесу, що вивчається — це двоетапний процес, який складається з оцінки простих властивостей та оцінки складних властивостей, представлених відповідною ієрархією.

Алгоритм цього процесу передбачає такі процедури:

— вибір параметрів, які характеризують різні корисні властивості процесу, що розглядається, і формування номенклатури показників його якості;

— розробку ієрархічної структури показників якості процесу;

— визначення числових значень показників якості;

— вибір базового (еталонного зразка) для процесу, що досліджується;

— зіставлення показників якості процесу, що оцінюється, з базовими показниками якості;

— визначення (призначення) коефіцієнтів вагомості одиничних показників в обраній сукупності;

— вибір методу зведення одиничних оцінок показників якості до комплексної оцінки;

— обчислення комплексної оцінки якості процесу, що досліджується.

Для комплексної оцінки якості процесу обробки харчової сировини ІЧ-випромінюванням розроблено ієрархічну структуру властивостей (показників якості) процесу, яку наведено на рис. 1.



Рисунок 1 – Ієрархічна структура показників якості процесу обробки харчової сировини ІЧ-випромінюванням

Основою для її складання стала номенклатура властивостей процесу, побудована на методах системного аналізу [8].

Під час розроблення ієрархічної структури керувалися такими принципами:

— урахували лише ті показники, які мають безпосередній вплив на якість процесу та можуть бути виражені у числовій формі (тобто існують методики для їх вимірювання та (або) визначення);

— показники, які неодноразово фігурують у складі різних підсистем властивостей, залишаються лише у підсистемах, в яких вони мають найбільше значення (впливають на якість процесу);

— показники якості повинні володіти певною мірою універсальністю, оскільки обробці ІЧ-випромінюванням піддається харчова сировина різної природи (тваринного, рослинного походження, гідробіонти).

Залежно від способу визначення показники було розділено на чотири категорії (табл. 4): довідкові дані, безпосередньо виміряні, розрахункові, експертні.

Базові значення показників якості, які використовують для зіставлення, повинні дорівнювати реально досяжним перспективним значенням параметрів, що оцінюються. Базові значення основної частини показників були визначені апіорі (табл. 5), базове значення пружності потребує експериментального визначення.

Під час розрахунку відносних показників властивостей використано найбільш просту залежність (лінійну) [10]:

$$K_i = \left(\frac{P_i}{P_i^{\text{баз}}} \right)^Z, \quad (1)$$

де P_i — значення i -го показника якості процесу, що оцінюється; $P_i^{\text{баз}}$ — значення i -го еталонного (базового) показника якості; Z — показник, що залежить від зв'язку між зміною значення показника і якості процесу ($Z = 1$ за прямого зв'язку, коли з підвищенням показника рівень якості об'єкта підвищується; $Z = -1$ за зворотного зв'язку, коли з підвищення показника рівень якості об'єкта знижується).

Таблиця 4 – Категорії показників якості процесу обробки харчової сировини ІЧ-випромінюванням залежно від способу їх визначення

Показники, які є довідковими даними	Показники, які визначаються шляхом безпосереднього вимірювання	Показники, які визначаються шляхом вимірювань і розрахунків	Показники, які визначаються шляхом експертної оцінки
Номінальна потужність апарата, Вт Коефіцієнт теплопровідності продукту, Вт/(м·К).	Тривалість циклу обробки, с Температура ІЧ-генератора, К Відстань між продуктом і ІЧ-генератором, м Товщина продукту, м Кінцева температура усереднені продукту, К Пружність, Н/м ² .	Довжина хвилі випромінювання, м Щільність променистого потоку, Вт/м ² Мікробіологічні показники, КУО/г ККД процесу теплової обробки, % Продуктивність апарата, кг/г Масова частка сухих речовин, %.	Органолептична оцінка, бали.

Таблиця 5 — Пропоновані базові значення показників якості процесу обробки біфштекса в ІЧ-апаратах нахштат «барбекю»

Показники якості	Базові значення показників
Довжина хвилі випромінювання, м	0,5·10 ⁻³
Щільність променистого потоку, Вт/м ²	8·10 ³
Тривалість циклу обробки, с	600,00
ККД процесу теплової обробки, %	80,00
Продуктивність апарата, кг/г	12,00
Номінальна потужність апарата, Вт	3,00·10 ³
Середня температура поверхні ІЧ-генератора, К	1025,00
Відстань між продуктом і ІЧ-генератором, м	0,10
Товщина продукту, м	0,02
Кінцева температура усередині продукту, °С	76,65
Органолептичні властивості, балів	5,00 (за 5-бальною шкалою)
Мікробіологічні показники, КУО/г	10 ²
Коефіцієнт теплопровідності продукту, Вт/(м·К)	0,48
Пружність, Н/м ²	Потребує експериментального визначення
Втрати маси, %	10

Для отримання комплексних оцінок використано більш поширений метод — адитивності (додавання) [10]. Оскільки властивості (показники) об'єднуються в групи та підгрупи, то математична модель комплексного показника як середньозваженої арифметичної величини має вигляд:

$$K_o = \sum_{k=1}^z M_k \cdot \sum_{j=1}^{t_k} M_{kj} \cdot \sum_{i=1}^{n_{kj}} m_{kji} \cdot K_{kji}, \quad (2)$$

де z — кількість підсистем більш високого рівня, що об'єднують підсистеми нижнього рівня (групи показників якості);

M_k — коефіцієнт вагомості k -ї групи показників якості (підсистеми більш високого рівня, що об'єднують підсистеми елементів);

t_k — кількість підсистем нижнього рівня, що утворюють k -у підсистему (кількість підгруп, що входять у k -у групу показників якості);

M_{kj} — коефіцієнт вагомості j -ї підгрупи k -ї групи показників якості (підсистеми елементів нижнього рівня);

n_{kj} — кількість показників якості, що утворюють j -у підгрупу k -ї групи;

m_{kji}, K_{kji} — коефіцієнт вагомості й оцінки i -го показника j -ї підгрупи k -ї групи.

Цей метод потребує призначення коефіцієнтів вагомості як окремим показникам якості, так і підсистемам (групам) показників.

Для визначення коефіцієнтів вагомості окремих показників та їх угруповань, які наведені в табл. 6, застосували експертний метод.

Було визначено, що найбільш впливовою на якість процесу є підсистема технологічних властивостей енергетичного впливу ІЧ-випромінювання на оброблювані сировинні продукти (саме оброблювання).

Таблиця 6 — Коефіцієнти вагомості показників якості процесу обробки харчової сировини ІЧ-випромінюванням

Показники якості	Коефіцієнти вагомості показників		
	одиничних	групових	
		2-го рівня	1-го рівня
Підсистема технологічних властивостей енергетичного впливу ІЧ-випромінювання на оброблювані сировинні продукти			0,4
Природа технологічного впливу		0,2	
Довжина хвилі випромінювання, м	0,7		
Щільність променистого потоку, Вт/м ²	0,3		
Цілеспрямоване перетворення		0,3	
Органолептичні властивості, бал	0,6		
Мікробіологічні показники КУО/г	0,4		
Досягнення мети оброблення		0,5	
Тривалість циклу обробки, с	0,2		
ККД процесу теплової обробки, %	0,8		
Підсистема технологічних властивостей технічних засобів, які генерують ІЧ-випромінювання			0,3
Здійснення енергетичного впливу		0,4	
Температура ІЧ-генератора, К	0,5		
Відстань між продуктом і ІЧ-генератором, м	0,5		
Інтенсивність енергетичного впливу		0,2	
Номинальна потужність апарата, Вт	0,4		
Продуктивність апарата, кг/г	0,6		
Передача енергетичного впливу		0,4	
Коефіцієнт теплопровідності продукту, Вт/(м·К)	0,5		
Товщина продукту, м	0,5		

Продовження таблиці 6

Показники якості	Коефіцієнти вагомості показників		
	одиничних	групових	
		2-го рівня	1-го рівня
Підсистема технологічних властивостей матеріального потоку, що піддається обробці			0,30
Спрямованість енергетичного впливу		0,2	
Кінцева температура усередині продукту, °С	1,0		
Ступінь змін		0,5	
Органолептичні властивості, бал	0,7		
Пружність, Н/м ²	0,3		
Глибина змін		0,3	
Масова частка сухих речовин, %	1,0		

Застосовуючи відповідні технічні засоби і методики, можна визначити числові значення властивостей (які нас цікавлять) з метою використання їх і надалі, як показники якості процесу.

Висновки. Розроблена методика кількісного визначення якості процесу теплової ІЧ-обробки харчової сировини дозволяє оцінювати доцільність вибору напрямів для удосконалення процесу обробки, а також при комплексному оцінюванні якості роботи закладів ресторанного господарства. Подальші дослідження плануються у напрямку експериментального визначення та теоретичного обґрунтування оптимальних параметрів-показників якості процесу для різних конструкцій ІЧ-обладнання та різної харчової сировини (м'яса, риби, морепродуктів, овочів). На підставі отриманої інформації можливе удосконалення існуючих конструкцій ІЧ-апаратів та оснащення їх сучасними приладами автоматики та контролю параметрів процесу.

Список літератури / References

1. Киреева Д. Запахло жареным. *Ресторатор*. 2004. № 1–2. С. 33–37.
Kireeva, D. (2004). *Zapahlo zharenyim* [There was a smell of fried]. *Restorator* [Restaurateur], no. 1–2, pp. 33–37.
2. Киреева Д. Выбираем гриль. *Ресторатор*. 2005. № 5. С. 34–37.
Kireeva, D. (2005). *Vyibiraem gril* [Select the grill]. *Restorator* [Restaurateur], no. 5, pp. 34–37.
3. Ефимова В. Искусство кулинарии — и современное оборудование. *Питание и общество*. 2006. №5. С. 24–25.
Efimova, V. (2006). *Iskusstvo kulinarii — i sovremennoe oborudovanie* [Art of cooking — and modern equipment]. *Pitanie i obshchestvo* [Food and society], no. 5, pp. 24–25.
4. Кирпичников В. П., Ботов М. И. Тепловое оборудование предприятий общественного питания : справочник. Москва : Издательский центр «Академия», 2005. 352 с.
Kirpichnikov, V. P., Botov, M. I. (2005) *Teplovoe oborudovanie predpriyatij obschestvennogo pitaniya* [Thermal equipment of public catering enterprises]. Moscow, Publishing center «Akademija» Publ., 352 p.
5. Топольник В. Г., Коренец Ю. М. Порівняльний аналіз сучасного ІЧ-обладнання з відкритою робочою зоною. *Обладнання та технології харчових виробництв* : темат. зб. наук. пр. 2007. Вип. 17, т. 1. С. 53–59.
Topolnik, V. G., Korenets, Yu. M. (2007) *Porivnyalniy analiz suchasnogo ICh-obladnannya z vidkritoju robochoyu zonoju* [Comparative analysis of modern IR-equipment with open working area]. *Obladnannya ta tehnologiyi harchovih virobnitstv* [Equipment and technologies of food production]. no. 17, vol. 1, pp. 53–59.
6. Тормосов Ю. М. Геометричне моделювання та оптимізація процесу теплової променевої обробки харчових продуктів : автореферат на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук. Київ, 2004.

Tormosov, Y. M. (2004). *Geometrichne modelyuvannya ta optimizatsiya protsesu teplovoyi promenevoyi obrobki harchovih produktiv* [Geometric modeling and process optimization of thermal radiation processing of food products. Abstract of PhD in Engineering sciences dissertation]. Kiev.

7. Аюшеева Р. Б., Качанина Л. М., Щёктова А. В., Хазагаева С. Н. Системный анализ качества пищевых продуктов: учебно-методическое пособие. Улан-Удэ : Изд-во ВСГУТУ, 2015. 130 с.

Ayusheeva, R. B., Kachanina, L. M., Schyokotova, A. V., Hazagaeva, S. N. (2015). *Sistemnyy analiz kachestva pischevyih produktov* [System analysis of food quality]. Ulan-Ude, VSGUTU Publ., 130 p.

8. Топольник В. Г., Коренец Ю. М. Системный анализ теплової обробки харчової сировини в гриль-апаратах. *Вісник ДонНУЕТ. Сер.: Техн. науки*. 2007. № 1 (33). С. 149–154.

Topolnik, V. G., Korenets, Yu. M. (2007). *Sistemnyy analiz teplovoyi obrobki harchovoyi sirovini v gril-aparatah* [System analysis of heat treatment of food raw materials in the grill apparatus]. *Visnik DonNUET. Ser.: Tehn. nauki* [Newsletter DonNUET. Ser. Tech. science], no. 1 (33), pp. 149–154.

9. Азгальдов Г. Г., Костин А. В., Садовов В. В. Квалиметрия для всех : учеб. пособие. Москва : ИД ИнформЗнание, 2012. 165 с.

Azgal'dov, G. G., Kostin, A. V., Sadovov, V. V. (2012). *Kvalimetriya dlya vseh* [Qualimetry for all]. Moscow, ID InformZnanie Publ., 165 p.

10. Рожков Н. Н. Квалиметрия и управление качеством. Математические методы и модели : учебник и практикум для академического бакалавриата. Москва : ЮРАЙТ, 2016. 167 с.

Rozhkov, N. N. (2016) *Kvalimetriya i upravlenie kachestvom. Matematicheskie metody i modeli* [Qualimetry and quality management. Mathematical methods and models]. Moscow, YuRAYT Publ., 167 p.

Цель — поиск направлений усовершенствования процесса тепловой обработки пищевого сырья инфракрасным излучением в условиях открытого рабочего пространства. На основании анализа разработок ученых и априорной информации сформулированы целесообразность и перспективность исследований в данном направлении. Целью данной работы стало определение направлений повышения качества процесса обработки пищевого сырья ИК-излучением в условиях открытого рабочего пространства на основании количественной комплексной оценки (ККО).

Методы. В работе применены теоретические методы системного анализа производства продуктов питания, квалиметрии, управления качеством продукции ресторанного хозяйства, математической статистики, а также общепринятые современные методы определения физических, химических, микробиологических и органолептических характеристик кулинарной продукции.

Результаты. Определены основные направления усовершенствования процесса обработки пищевого сырья ИК-излучением, которые заключаются в повышении качества конечных продуктов и снижении затрат энергии за счет интенсификации действия ИК-излучения и сокращение времени на обработку. Исходя из этого параметрами оптимизации приняты: потери массы продуктом в процессе обработки, удельные затраты энергии на весь цикл обработки и органолептическая оценка конечного продукта. Исследовано влияние на ход процесса обработки таких факторов, как мощность генераторов ИК-излучения, толщина и начальная температура продукта, расстояние между продуктом и источником излучения. Для реализации поставленной задачи разработана методика для дифференциальной и комплексной оценки качества процесса тепловой обработки пищевого сырья в ИК-аппаратах с открытым рабочим пространством.

Ключевые слова: показатель качества, системный анализ, квалиметрия, иерархическая структура, количественная комплексная оценка качества, пищевое сырье, ИК-излучение, открытое рабочее пространство.

Objective. The research is devoted to the search for ways to improve the process of heat treatment of food raw materials by infrared radiation in an open workspace. Based on the analysis of the developments of scientists and a priori information, the expediency and prospects of research in this direction are formulated. The purpose of this work was to determine the directions of improving the quality of the processing of food raw materials by IR-radiation in an open workspace on the basis of quantitative integrated assessment (QA).

Methods. The paper uses theoretical methods of system analysis of food production, qualimetry, quality management of restaurant products, mathematical statistics, as well as conventional modern methods for determining the physical, chemical, microbiological and organoleptic characteristics of culinary products.

Results. The main directions of improving the process of processing food raw materials by IR radiation, which are to improve the quality of final products and reduce energy costs by intensifying the action of IR-radiation and reduce the processing time. Based on this optimization parameters are taken: weight loss product during processing, specific energy costs for the entire processing cycle and organoleptic evaluation of the final product. The influence of such factors as the power of IR-radiation generators, the thickness and initial temperature of the product, the distance between the product and the radiation source on the course of the processing is studied. To implement this task, a method for differential and comprehensive assessment of the quality of the process of heat treatment of food raw materials in IR-devices with open working space is developed.

Key words: quality indicator, system analysis, qualimetry, hierarchical structure, quantitative comprehensive quality assessment, food raw materials, IR-radiation, open working space.

DOI : 10.33274/2079-4827-2019 -38-1-46-52

УДК 664.6:[663.4–024.42:664.644](045)

Назаренко І. А., канд. техн. наук¹

Сімакова О. О., канд. техн. наук, доцент¹

Світлична О. О., студентка¹

¹ Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського, м. Кривий Ріг, Україна, e-mail: nazarenko@donnuet.edu.ua

ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БОРОШНА З ПИВНОЇ ДРОБИНИ У ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ

UDC 664.6:[663.4–024.42:664.644](045)

Nazarenko I. A., PhD in Engineering sciences¹

Simakova O. O., PhD in Engineering sciences,

Associate Professor¹

Svitlychna O. O., Student¹

¹ Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhailo Tugan-Baranovsky, Kryvyi Rih, Ukraine, e-mail: nazarenko@donnuet.edu.ua

EXSPEDIENCY SUBSTANTIATION OF THE USE OF FLOUR FROM BEER PELLETT IN BAKERY PRODUCTS TECHNOLOGY

Мета — обґрунтувати доцільність використання борошна з пивної дробини у технології хлібобулочних виробів.

Методи. У роботі використано метод аналізу, синтезу, системний та порівняльний аналіз.

Результати. Встановлено, що перспективним напрямом у збагаченні хлібобулочних виробів є використання харчових добавок рослинного походження. Визначено, що практичний

Надійшла до редакції 22.03.2019 р.

© І. А. Назаренко, О. О. Сімакова,
О. О. Світлична, 2019