

УДК664.9.03: 637.528

Дейниченко Г.В., д.т.н., проф.,
Постнов Г.М., к.т.н., проф., (oborud.hduht@google.com)
Червоний В.М., асист., Нечипоренко Д.А., асп., Медяник В.В., студ. ©
Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків, Україна

КІНЕТИКА ВПЛИВУ ГІДРОДИНАМІЧНОГО МОДУЛЮ СИСТЕМИ «ВОДА-М'ЯСНА СИРОВИНА» НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЦЕСУ СТЕРИЛІЗАЦІЇ УЛЬТРАЗВУКОВИМИ ХВИЛЯМИ

У статті досліджено вплив гідродинамічного модуля на ефективність процесу стерилізації м'ясної сировини ультразвуковими хвилями. Вивчені зміни показника відносної кількості КУО/г за обробки м'ясної сировини.

Ключові слова: ультразвук, стерилізація, м'ясна сировина.

Вступ. Головною причиною псування м'ясних продуктів є наявність небажаної активності мікроорганізмів, які входять до складу продукту. Перспективним методом зі знезараження м'ясної сировини є використання нетрадиційних фізичних методів обробки, серед яких особливо виділяється використання ультразвукової обробки [1]. У зв'язку з тим, що на даний час відсутні дані про вплив гідродинамічного модуля системи «вода-м'ясна сировина» на ефективність процесу стерилізації ультразвуковими хвилями, були проведені дослідження, що підтверджують перспективність даного напрямку.

Матеріал і методи. На ефективність процесу стерилізації істотною мірою впливає кількість рідини, що є проміжним середовищем для проходження ультразвукових хвиль до м'ясної сировини. Зменшення співвідношення кількості рідини до м'ясної сировини може призвести до локального підвищення його температури і навпаки – збільшення зазначеного співвідношення зменшить ефективність процесу стерилізації або навіть зробить його неможливим. Таким чином в роботі вводимо поняття гідродинамічного модуля, що є співвідношенням об'єму рідини до об'єму м'ясної сировини. Об'єм рідини визначався за стандартною методикою, об'єм м'ясної сировини визначався із розрахунку того, що щільність м'ясної сировини за даними [2] складає $\rho = 900 \dots 1100 \text{ кг/м}^3$, а масу визначали за допомогою лабораторних ваг.

Для визначення впливу гідродинамічного модуля для системи «вода-м'ясна сировина» на ефективність процесу стерилізації були проведені дослідження за обробки ультразвуковими хвилями з частотою 22 кГц.

Результати дослідження. Значна кількість факторів, що вплинули на отриманні дані, не дають можливості використовувати їх на практиці. Тому для визначення функціональної залежності впливу показника гідромодуля системи «вода-м'ясна сировина» пропонується ввести показник відносної зміни кількості МАФАНМ за різної експозиції:

$$K = \frac{N_\tau}{N_0}, \quad (1)$$

де K – показник відносної кількості МАФАНМ, відн. од.; N_τ – значення МАФАНМ в момент часу τ , КУО/см²; N_0 – початкове значення МАФАНМ, КУО/см².

Значення показника відносної кількості МАФАНМ K за різних значень гідромодуля наведена на рис. 1 – рис.3.

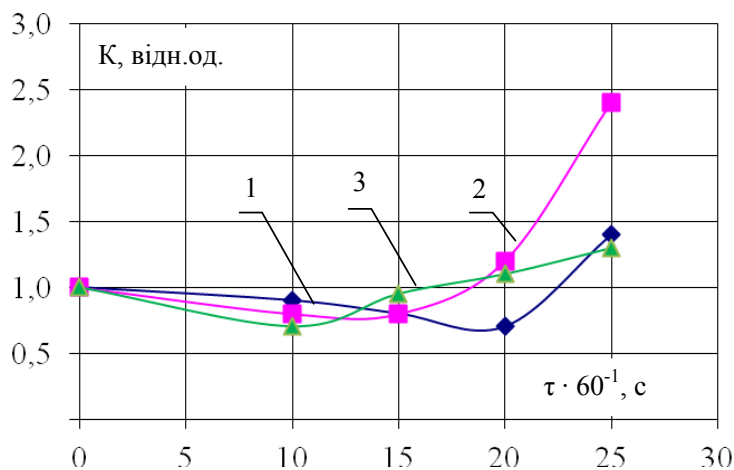


Рис. 1. Кінетика відносної кількості МАФАНМ K за гідромодулю 1:1 і обробки ультразвуковою хвилями частотою 22 кГц: 1 – після обробки УЗ; 2 – після 2-х діб зберігання; 3 – після 5-ти діб зберігання

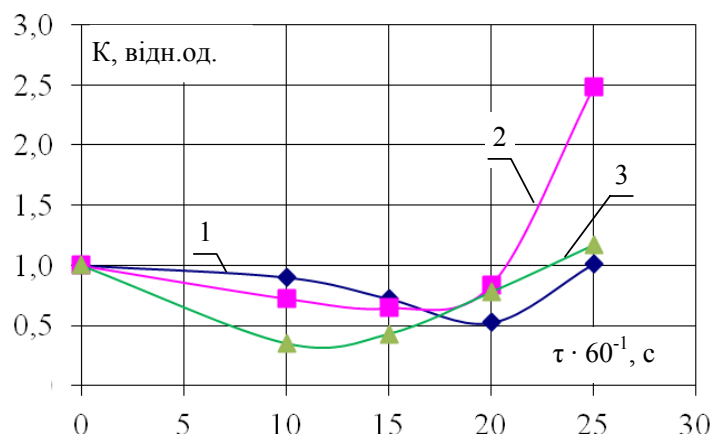


Рис. 2. Кінетика відносної кількості МАФАНМ K за гідромодулю 2:1 і обробки ультразвуковою хвилями частотою 22 кГц: 1 – після обробки УЗ; 2 – після 2-х діб зберігання; 3 – після 5-ти діб зберігання

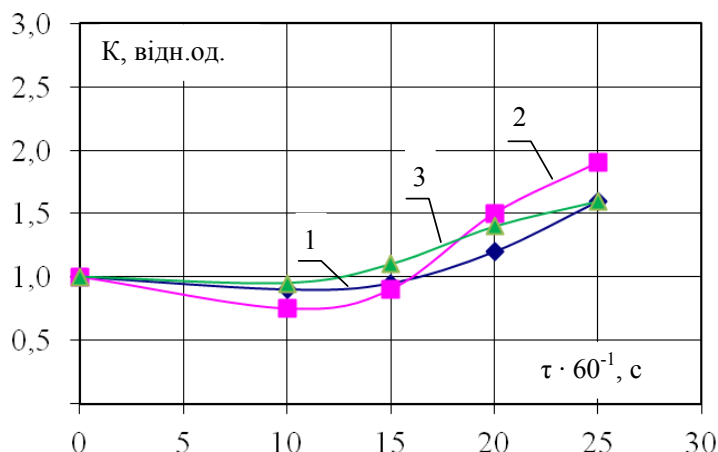


Рис. 3. Кінетика відносної кількості МАФАНМ К за гідромодулю 4:1 і обробки ультразвукової хвилями частотою 22 кГц: 1 – після обробки УЗ; 2 – після 2-х діб зберігання; 3 – після 5-ти діб зберігання

Аналіз рис.1 – рис.3.х свідчить про те, що показник відносної кількості МАФАНМ на протязі тривалості експозиції до 10 хвилин зменшується на 9...11% за всіх значень гідромодуля. Проте за показника гідромодуля 2:1 за проміжком тривалості експозиції 10...20 хвилин відбувається подальше зменшення кількості МАФАНМ на 32...51% в порівнянні з початковими даними. Значення показника кількості МАФАНМ за експозицією проміжку 20...25 хвилин збільшується до початкового стану обсіменіння сировини, що свідчить про недоцільність обробки ультразвуковими хвилями м'ясної сировини за даною тривалістю. Крім цього показник кількості МАФАНМ при обробці за експозицією 25 хв. має найменше значення K=1 за гідромодулем 2:1, а за значень гідромодулів 1:1 та 4:1 показник K дорівнює 1,4 та 1,6 відповідно, що свідчить про більш раціональне використання ультразвукової енергії, яка підведена до системи з гідромодулем 2:1.

Для системи з гідромодулем 1:1 та 4:1 при безпосередній обробці ультразвуковими хвилями частотою 22 кГц показник кількості МАФАНМ дорівнює одиниці та збільшується при експозиції 15...23 хв.

Математична обробка результатів експериментів свідчить, що функції, які описують значення (1-3), представлені на рис.1 – рис.3 і їх результати можна описати у вигляді апроксимуючої функції:

$$K(\tau) = A\tau^2 + B\tau + C, \tag{2}$$

де K(τ) – функція кривої загибелі мікроорганізмів; τ – тривалість обробки ультразвуковими хвилями, с; А, В, С – коефіцієнти апроксимуючої функції K(τ).

Після проведення розрахунків значення коефіцієнтів А, В, С при безпосередній обробці ультразвуковими хвилями частотою 22 кГц та в процесі зберігання 2 та 5 діб при значеннях гідромодулю 1:1, 2:1, 4:1 наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Числові значення коефіцієнтів А, В, С, апроксимуючої функції К(τ) для кривих загибелі мікроорганізмів для безпосередньої обробки ультразвуковими хвилями частотою 22 кГц та в процесі зберігання 2 та 5 діб при значеннях гідромодулю 1:1, 2:1, 4:1

Гідро-модуль	Безпосередньо після обробки			На другий день після обробки			На п'ятий день після обробки		
	А	В	С	А	В	С	А	В	С
1:1	0,002	-0,056	1,048	0,006	-0,106	1,052	0,002	-0,038	0,976
2:1	0,001	-0,045	1,046	0,007	-0,141	1,088	0,004	-0,105	0,987
4:1	0,002	-0,039	1,008	0,004	-0,061	0,986	0,001	-0,018	0,988

Висновки. Таким чином, для теоретичного моделювання залежності загибелі МАФАНМ від тривалості дії ультразвукових хвиль на систему «вода-м'ясна сировина» при постійному значенні частоти ультразвукових хвиль отримано залежність, яка дозволяє описувати інактивацію мікроорганізмів за функцією (2) при різних значеннях гідромодулю. Експериментально доведено, що раціональним є застосування гідромодулю 2:1 для ультразвукових хвиль з частотою 2:1. Проте невирішеним є питання з визначення раціональної тривалості обробки ультразвуковими хвилями.

Література

1. Хмелёв В. Н. Многофункциональные ультразвуковые аппараты и их применение в условиях малых производств, сельском и домашнем хозяйстве: научная монография / В. Н. Хмелёв, О. В. Попова. – Барнаул : АлтГТУ, 1997. – 160 с.
2. Винникова Л. Г. Технология мяса и мясных продуктов / Л. Г. Винникова. – К.: Фирма «ИНКОС», 2006. – 600 с.

Summary

This article explores the influence of hydrodynamic module of the effectiveness of the sterilization of raw meat ultrasonic waves

Рецензент - д.т.н., проф. Білонога Ю.Л.