

збільшення глибини вакуумування в межах  $(1,0...0,1) \cdot 10^5$  Па приводить до скорочення тривалості процесу до 4,3...5,4% та 7,7...8,3% відповідно.

3. Збільшення глибини вакуумування дає позитивний результат не лише з напрямку інтенсифікації та енергоефективності під час концентрування та сушіння, але й з точки зору зниження температурних параметрів процесу, що дозволить більш повно зберегти харчову та біологічну цінність сировини. Раціональним можна вважати діапазон глибини вакуумування  $(0,4...0,6) \cdot 10^5$  Па, за якого температура концентрування та сушіння дорівнюватиме  $76...86^\circ\text{C}$ .

#### *Список літератури*

1. Рогов И. А. Электрофизические методы обработки пищевых продуктов / И. А. Рогов. – М. : Агропромиздат, 1988. – 272 с.

2. Черевко О. І. Процеси і апарати харчових виробництв : підручник / О. І. Черевко, А. М. Поперечний. – Х. : ХДУХТ, 2002. – 420 с.

3. Пат. 45999 Україна, МПК А23L 1/01. Спосіб приготування пасти з пряно-ароматичних овочів / О. І. Черевко, Ю. І. Єфремов, В. М. Михайлов, С. В. Михайлова, В. П. Волошин, Р. В. Голуб ; заявник і патентовласник ХДУХТ. – № u200903539 ; заявл. 13.04.2009 ; опубл. 10.12.2009, Бюл. № 23.

4. Пат. 58158 Україна, МПК А23L 1/01. Спосіб приготування порошкоподібного напівфабрикату на основі прямих овочів / О. І. Черевко, Ю. І. Єфремов, В. М. Михайлов, С. В. Михайлова, К. В. Кострова ; заявник і патентовласник ХДУХТ. – № u201008082 ; заявл. 29.06.2010 ; опубл. 11.04.2011, Бюл. № 7.

Отримано 01.02.2013. ХДУХТ, Харків.

© С.В. Михайлова, 2013.

УДК 637.528

**Ю.Д. Храмичка**, магістрант

### **АНАЛІЗ КІНЕТИКИ ВПЛИВУ ГІДРОДИНАМІЧНОГО МОДУЛЯ СИСТЕМИ «ВОДА–М'ЯСНА СИРОВИНА» НА ПРОЦЕС ЗНЕЗАРАЖЕННЯ УЛЬТРАЗВУКОВИМИ ХВИЛЯМИ**

*Досліджено вплив гідродинамічного модуля на ефективність процесу знезараження м'ясної сировини ультразвуковими хвилями. Вивчено зміни показника відносної кількості КУО/г під час обробки м'ясної сировини.*

*Исследовано влияние гидродинамического модуля на эффективность процесса обеззараживания мясного сырья ультразвуковыми волнами. Изучены изменения показателя относительного количества КОЕ/г при обработке мясного сырья.*

*Studied the effect of hydrodynamic module efficiency of decontamination of raw meat ultrasonic waves. The changes of the relative rate of CFU/g in the processing of meat.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Головною причиною псування м'ясних продуктів є наявність небажаної активності мікроорганізмів у складі продукту. Перспективним методом зі знезараження м'ясної сировини є використання нетрадиційних фізичних методів обробки, серед яких особливо виділяється використання ультразвукової обробки [1].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У зв'язку з тим, що на цей час відсутні дані про вплив гідродинамічного модуля системи «вода–м'ясна сировина» на ефективність процесу знезараження ультразвуковими хвилями, були проведені дослідження, що підтверджують перспективність цього напрямку.

На ефективність процесу знезараження істотно впливає кількість рідини, що є проміжним середовищем для проходження ультразвукових хвиль до м'ясної сировини. Зменшення співвідношення кількості рідини до м'ясної сировини може привести до локального підвищення температури і навпаки – збільшення зазначеного співвідношення зменшить ефективність процесу знезараження або навіть зробить його неможливим. Таким чином, у 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 з розрахунку, що щільність м'ясної сировини за даними [2] складає  $\rho = 0,9...1,1 \text{ г/см}^3$ , а масу визначали за допомогою лабораторних ваг.

**Мета та завдання статті.** Мета статті – визначення впливу гідродинамічного модуля системи «вода–м'ясна сировина» на ефективність процесу знезараження під час обробки ультразвуковими хвилями з частотою 22 кГц.

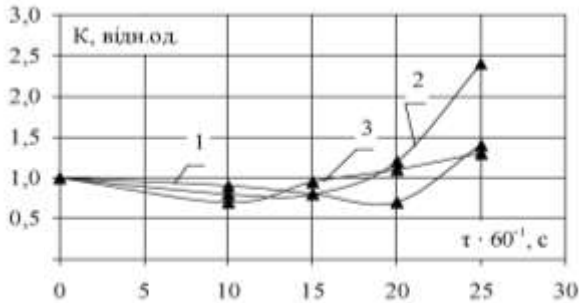
**Виклад основного матеріалу дослідження.** Значна кількість чинників, що вплинули на отримані дані, не дають можливості використовувати ці дані на практиці. Тому для визначення функціональної залежності впливу показника гідромодуля системи «вода–м'ясна сировина» пропонується ввести показник відносної

зміни кількості МАФАНМ за різної експозиції:

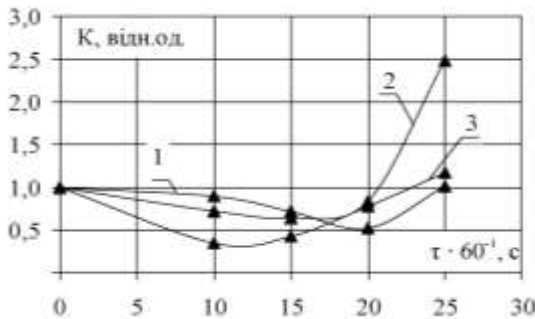
$$K = \frac{N_{\tau}}{N_0}, \quad (1)$$

де  $K$  – показник відносної кількості МАФАНМ, відн. од.;  $N_{\tau}$  – значення МАФАНМ у момент часу  $\tau$ , КУО/см<sup>2</sup>;  $N_0$  – початкове значення МАФАНМ, КУО/см<sup>2</sup>.

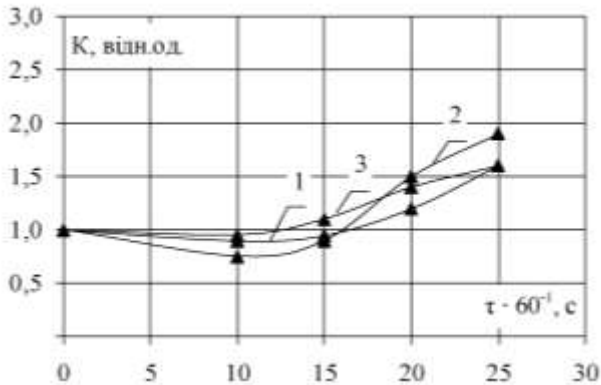
Значення показника відносної кількості МАФАНМ ( $K$ ) при обробці ультразвуком (УЗ) за різних значень гідромодуля наведено на рис. 1–3.



**Рисунок 1** – Кінетика відносної кількості МАФАНМ ( $K$ ) за гідромодуля 1:1 і обробки ультразвуковими хвилями частотою 22 кГц: 1 – після обробки УЗ; 2 – після двох діб зберігання; 3 – після п'яти діб зберігання



**Рисунок 2** – Кінетика відносної кількості МАФАНМ ( $K$ ) за гідромодуля 2:1 і обробки ультразвуковими хвилями частотою 22 кГц: 1 – після обробки УЗ; 2 – після двох діб зберігання; 3 – після п'яти діб зберігання



**Рисунок 3 – Кінетика відносної кількості МАФАНМ (K) за гідромодуля 4:1 і обробки ультразвуковими хвилями частотою 22 кГц: 1 – після обробки УЗ; 2 – після двох діб зберігання; 3 – після п'яти діб зберігання**

Аналіз рис. 1–3 свідчить про те, що показник відносної кількості МАФАНМ протягом експозиції до 10 хвилин зменшується на 9...11% за всіх значень гідромодуля. Проте, якщо показник гідромодуля 2:1, то під час експозиції 10...20 хвилин відбувається подальше зменшення кількості МАФАНМ на 32...51% порівняно з початковими даними. Значення показника кількості МАФАНМ з експозицією 20...25 хвилин збільшується до початкового стану обсіменіння сировини, що свідчить про недоцільність обробки ультразвуковими хвилями м'ясної сировини з даною тривалістю. Крім цього, показник кількості МАФАНМ в разі обробки з експозицією 25 хвилин має найменше значення  $K=1$  за гідромодулем 2:1, а за значень гідромодуля 1:1 та 4:1 показник  $K$  дорівнює 1,4 та 1,6 відповідно, що свідчить про раціональніше використання ультразвукової енергії, яка підведена до системи з гідромодулем 2:1.

Для систем з гідромодулем 1:1 та 4:1 за безпосередньої обробки ультразвуковими хвилями частотою 22 кГц показник кількості МАФАНМ дорівнює одиниці та збільшується за експозиції 15...23 хв.

Математична обробка результатів експериментів свідчить, що функції, які описують криві (1-3), подані на рис. 1–3 можна описати у вигляді апроксимуючої функції типу:

$$K(\tau) = A\tau^2 + B\tau + C, \quad (2)$$

де  $K(\tau)$  – функція кривої загибелі мікроорганізмів;  $\tau$  – тривалість

обробки ультразвуковими хвилями, с; А, В, С – коефіцієнти апроксимуючої функції К(τ).

Після проведення розрахунків значення коефіцієнтів А, В, С за умов безпосередньої обробки ультразвуковими хвилями частотою 22 кГц та в процесі зберігання 2 та 5 діб при значеннях гідромодуля 1:1, 2:1, 4:1 наведені в табл.

**Таблиця – Числові значення коефіцієнтів А, В, С, апроксимуючої функції К(τ) для кривих загибелі мікроорганізмів**

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

Отримані результати свідчать, що найбільш ефективно процес знезараження м'ясної сировини ультразвуковими хвилями відбувається за значень гідромодуля 2:1.

**Висновки.** Таким чином, для теоретичного моделювання залежності загибелі МАФАНМ від тривалості дії ультразвукових хвиль на систему «вода–м'ясна сировина» за постійного значення частоти ультразвукових хвиль отримано залежність, яка дозволяє описувати інактивацію мікроорганізмів за функцією (2) при різних значеннях гідромодуля. Експериментально доведено, що раціональним є застосування гідромодуля 2:1 для ультразвукових хвиль з частотою 22 кГц. Проте невирішеним є питання з визначення раціональної тривалості обробки ультразвуковими хвилями.

#### *Список літератури*

1. Хмелёв В. Н. Многофункциональные ультразвуковые аппараты и их применение в условиях малых производств, сельском и домашнем хозяйстве : 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. : ИНКОС, 2006. – 600 с.

Отримано 01.02.2013. ХДУХТ, Харків.  
© Ю.Д. Храмика, 2013.