



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ДЕПАРТАМЕНТ НАУКИ І
ОСВІТИ
ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ
ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ**

**ДЕРЖАВНИЙ
БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЯКОСТІ В ПРОЦЕСАХ СУШІННЯ ХАРЧОВОЇ СИРОВИНИ

***Тези доповідей
Всеукраїнської науково-практичної конференції
8 червня 2023 р.***



Харків

Редакційна колегія

В.М. Михайлов, д-р техн. наук, проф.
(відпов. редактор);
М.І. Погожих, д-р техн. наук, проф.;
А.О. Пак, д-р техн. наук, доц.;
М.О. Янчева, д-р техн. наук, проф.;
В.В. Євлаш, д-р техн. наук, проф.;
Н.Г. Гринченко, д-р техн. наук, доц.;
М.В. Сліпченко, канд. техн. наук, доц.;
О.І. Завгородній, д-р техн. наук, проф.;
Н.В. Сметанкіна, д-р техн. наук, с.н.с.;
І.П. Стороженко, д-р ф.-м. наук,
проф.;

Т.О. Сичова, канд. техн. наук, доц.;
Д.О. Торяник, канд.ф.-м. наук, доц.;
Д.І. Масленников, канд.ф.-м. наук, доц.;
В.О. Гаєвська, канд. техн. наук, доц.;
Д.А. Левкін, канд. техн. наук, доц.;
О.А. Мандражи, канд. пед. наук;
А.Ю. Гайдусь, канд. техн. наук, доц.;
О.М. Жданович, начальник редакційно-
видавничого відділу університету;
В.П. Яковлева, керівник відділу
організації наукової роботи

П78

Проблеми енергоефективності та якості в процесах сушіння харчової сировини : Всеукр. науково-практ. конф., 8 червня 2023р. : [тези] / редкол. : В. М. Михайлов [та ін.] ; Держ. біотехнол. ун-т. – Х. : ДБТУ, 2023. – 74 с.

Збірник містить тези доповідей із проблем сушіння харчових продуктів. Розглянуто такі питання: теоретичні аспекти й експериментальні дослідження процесів сушіння харчової сировини; розробка енергоефективних сушильних апаратів; технологія сушіння харчової сировини; формування якості продукції під час теплової обробки; тепломасообмінні процеси та обладнання харчових виробництв.

Збірник розраховано на наукових та практичних працівників, викладачів вищої школи, аспірантів, магістрантів та студентів вищих навчальних закладів.

**За достовірність інформації відповідає автор публікації.
Видається в авторській редакції.**

© Державний
біотехнологічний
університет, 2023

В.О. Скрипник, д-р техн. наук, проф. (ПДАУ, Полтава)

Б.Г. Пономаренко, асп. (ПДАУ, Полтава)

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ ТЕМПЕРАТУРИ ПІД ЧАС КОНДУКТИВНОГО СУШІННЯ М'ЯСА

Продукти харчування із тривалим терміном зберігання користуються попитом у населення України, особливо в районах бойових дій та тих, які постійно знаходяться під обстрілами. Перебої в постачанні електричної енергії, викликані руйнуванням об'єктів критичної інфраструктури внаслідок ракетних атак з боку РФ, лише сприяють збільшенню такого попиту в масштабах всієї України. Збільшення тривалості зберігання харчових продуктів можливе різними способами. Одним з таких способів є сушіння.

Особливо цінними є такі сушені продукти, вживання яких не потребує додаткового відновлення, нагрівання або розігрівання, тобто такі, які готові до вживання одразу. До них відносять картопляні чіпси, сиров'ялені ковбаси, м'ясо та ін. Як правило, такі продукти під час виробництва проходять або теплове оброблення для проведення певних біохімічних перетворень і надання певних смако-ароматичних властивостей, або тривале визрівання чи ферментацію. Виробництво таким продуктів є тривалим у часі і енергоємним.

Розробка процесу сушіння жареного м'яса, а також обладнання для його реалізації, за якого витрати енергії на процес будуть мінімальні, органолептичні показники будуть високими, а термін зберігання буде тривалим, є актуальним науково-технічним завданням.

Нами розглянуті усі відомі способи сушіння такого м'яса в окремій роботі, наслідком якої стали висновки щодо доцільності використання саме кондуктивного сушіння. Застосування такого способу дозволяє поєднати процес жарення м'яса і процес його сушіння. Обмежувальним фактором інтенсифікації такого процесу є невисока температура нагрівальної поверхні. Збільшення температури нагрівальної поверхні під час жарення призводить до утворення в поверхневих шарах м'яса канцерогенних речовин, а подальше сушіння лише прискорює їх утворювання через значний перегрів цих шарів. Висока температура сприяє ще і погіршенню органолептичних показників.

Нами пропонується використання двобічного підведення теплоти під час кондуктивного сушіння м'яса з температурою поверхонь нагрівання не вище 130°C, що значно зменшить утворення

небажаних смако-ароматичних сполук та покращить органолептичні показники висушеного м'яса.

Для досліджень був розроблений експериментальний стенд, в склад якого входив контактний гриль з гладкими поверхнями нагрівання, вкритими антипригарним покриттям. Виготовляли дослідні зразки з карбонату свинини, попередньо зрізавши плівки і жир, з розмірами і масою: зразок 1 $0,07 \times 0,04 \times 0,003$ м і 0,0082 кг; зразок 2 $0,07 \times 0,04 \times 0,005$ м і 0,0137 кг; зразок 3 з габаритами $0,07 \times 0,04 \times 0,007$ м і 0,0192 кг. В центр і поверхневий шар зразку вводили термопари ХК-0,5, сигнал від яких фіксувався приладом ТРЦ 0,2 з виводом на комп'ютер. Сушіння проводили в контактному грилі без додаткового стиснення за температури нагрівальних поверхонь 130°C , яка підтримувалася постійно за допомогою іншого приладу ТРЦ 0,2, до рівнозначного вологовмісту, момент настання якого фіксувався за температурою в центрі зразків 101°C .

У результаті досліджень отримані значення температури від початку процесу сушіння через кожні 120 с (таблиця 1).

Таблиця 1. Кінетика температури під час кондуктивного сушіння

$\tau, \text{с}$	Зразок 1		Зразок 2		Зразок 3	
	$t_u, \pm 0,05, ^{\circ}\text{C}$	$t_n, \pm 0,05, ^{\circ}\text{C}$	$t_u, \pm 0,05, ^{\circ}\text{C}$	$t_n, \pm 0,05, ^{\circ}\text{C}$	$t_u, \pm 0,05, ^{\circ}\text{C}$	$t_n, \pm 0,05, ^{\circ}\text{C}$
0	8	8	8	8	8	8
120	100	110	96	106	72	104
240	92	114	100	110	96	106
360	101	120	91	112	100	109
480			97	116	100	111
540			101	120	100	112
660					89	114
780					90	116
900					100	118
960					101	120

Характер кінетики температури поверхневих шарів під час сушіння був однаковий у всіх зразках. В центрі спостерігалось падіння температури у зразка 1 до 92°C , у зразка 2 до 91°C , у зразка 3 до 89°C . Падіння температури в центрі дослідних зразків після фази видалення вологи за постійної температури можна пояснити досягненням так званого першого критичного вологовмісту $W_{\text{кр}1}$.

Отримана кінетика температури має загальний характер, але стиснута у часі. Витрата електроенергії на випарування 1 кг води складала $1,15 \dots 1,21$ кВт·год./кг, що свідчить про перспективність подальших досліджень.

ЗМІСТ

Афанасьєва О.П., Упатова О.І. Дослідження процесу сушіння напівфабрикатів м'ясних снєків	3
Бакум М.В., Завгородній О.І., Сіняєва О.В., Крекот М.М. Вплив процесу сепарації на зниження вологості зернового матеріалу	5
Богомолів О.В., Ірклієнко В.І., Богомолів О.О., Михайлов Б.В., Ромашко А.М., Солдатенко Ю.І. До питання первинної обробки зернових сумішей	7
Большакова В.А., Дроменко О.Б., Онищенко В.М. Обґрунтування раціональних параметрів виробництва сушених виробів з м'яса птиці	9
Дмитренко Н.В., Гусарова О.В. Вплив мікрохвильової обробки на процес конвективного сушіння та якість чипсів із яблук	11
Євлаш В.В., Аксьонова О.Ф., Губський С.М., Мурикіна Н.В. Перспективи використання дієтичної добавки на основі SALICORNIA EUROPAEA L. в технологіях харчових продуктів	13
Євлаш В.В., Газзаві-Рогозіна Л.В., Головка М.П. Вивчення мікробіологічних показників зразків сушених вичавок з овочевої сировини	15
Загорулько А.М., Загорулько О.Є., Титаренко Н.В. Шнекова терморадіаційна сушарка для сушіння вичавок рослинного походження	17
Загорулько А.М., Титаренко Н.В. Апарат для низькотемпературної обробки м'ясних виробів ГЧ-випромінюванням	19
Загорулько А.М., Титаренко Н.В., Ібаєв Е.Б. Інтенсифікація процесів концентрування та ГЧ-сушіння рослинної сировини	21
Загорулько О.Є., Загорулько А.М., Лаврук В.В. Удосконалення обладнання для виробництва плодовоовочевих паст	23
Михайлов В.М., Загорулько А.М., Загорулько А.М. Терморадіаційна однобарабанна вальцєва сушарка	25

Михайлов В.М., Прасол С.В., Шевченко А.О. Вплив режимів мікрохвильової обробки на фізико-хімічні властивості продукції на основі рослинної сировини	27
Онищенко В.М., Пак А.О., Онищенко А.В., Інжиянц С.Т. Розробка апарата для сушіння плівки багатофункціонального призначення із кишкової сировини	29
Онищенко В.М., Янчева М.О., Пак А.О., Онищенко А.В. Дослідження процесу кондуктивного сушіння плівки багатофункціонального призначення із кишкової сировини	31
Пак А.В., Мандражи О.А., Пак А.О. Візуалізація розв'язку задачі про розподіл температури у внутрішньому об'ємі термостата паралелепіпедної форми	33
Петренко О.В., Потапов В.О. Дослідження кінетики сушіння продуктів переробки томатів	35
Пілюгіна І.С. Сучасний стан і перспективи використання рослинних порошків у технології пастильних виробів	37
Погожих М.І., Пак А.О. Енергоефективність процесів сушіння: шляхи вирішення	39
Потапов В.О., Мольський О.С. Вплив режиму тепло-масообмінної обробки на вміст доданої вологи у курячому м'ясі	41
Скрипник В.О., Пономаренко Б.Г. Результати дослідження кінетики температури під час кондуктивного сушіння м'яса	43
Сліпченко М.В. До питання самозігрівання зерна породженого пластивим осередком	45
Слободянюк К.С., Петрова Ж.О. Комбіноване сушіння антиоксидантної сировини	47
Smetankina N.V. Modeling of thermal stressed fields in multilayer plates	49
Снєжкін Ю.Ф. Теплові насоси в процесах сушіння	53
Станкевич Г.М., Кац А.К. Дослідження процесу тепло-масообміну при сушінні зерна спельти	55

Стороженко І.П., Сіренко П.О.	
Терагерцова спектроскопія харчових продуктів	57
Сукманов В.О.	
Дослідження процесів спінювання та сушіння рибної сировини	59
Торяник Д.О.	
Ентропія в процесі сушіння	61
Черевко О.І., Загорулько А.М., Постаджієв О.І.	
Удосконалення вакуум-випарного апарата	63
Шейко В.А., Щит Є.П.	
Математичні моделі процесу сушіння	65
Якушенко Є.М., Семенюк Д.П.	
Застосування теплового насосу як перспективного обладнання для зниження енерговитрат при сушінні зернової продукції	67
Якушенко Є.М., Семенюк Д.П.	
Ліофільна сушка харчових продуктів тривалого зберігання	69

Наукове видання

***ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ
ТА ЯКОСТІ В ПРОЦЕСАХ СУШІННЯ
ХАРЧОВОЇ СИРОВИНИ***

***Тези доповідей
Всеукраїнської науково-практичної конференції
8 червня 2023 р.***

Відповідальні за випуск: А.О. Пак
Техн. редактор О.М. Жданович
Комп'ютерна верстка: кафедра фізики та
математики ДБТУ

Підп. до друку 02.05.2023 р. Один електрон. оптичний диск (CD-ROM);
супровідна документація. Об'єм даних 2,3 Мб.

Державний біотехнологічний університет
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44