

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ  
ДЕПАРТАМЕНТ НАУКИ І ОСВІТИ  
ДЕПАРТАМЕНТ ЕКОНОМІКИ І МІЖНАРОДНИХ ВІДНОСИН  
ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ХАРЧУВАННЯ ТА ТОРГІВЛІ

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

***Тези доповідей  
VI Всеукраїнської науково-практичної  
конференції***

*6–7 червня 2019 р.*

Харків  
ХДУХТ  
2019

УДК 64.011.5:664.8.047

ББК 36.814.4

П78

Редакційна колегія:

*О.І. Черевко*, д-р техн. наук, проф.  
(відпов. редактор);

*М.І. Погожих*, д-р техн. наук, проф.  
(заст. відпов. редактора);

*І.В. Бабкіна*, канд. техн. наук, проф.  
(заст. відпов. редактора);

*В.М. Михайлов*, д-р техн. наук, проф.;

*Т.М. Афоніна*, керівник ВОІР;

*Д.О. Торяник*, канд. техн. наук, доц.;

*О.А. Маяк*, канд. техн. наук, доц.;

*О.К. Кухарьонко*, начальник НН ЦНІТ, доц.;

*А.О. Пак*, д-р техн. наук, доц.;

*М.А. Чеканов*, канд. техн. наук, доц.;

*Б.В. Ляшенко*, канд. техн. наук, доц.;

*О.Є. Загорулько*, канд. техн. наук, доц.;

*А.М. Загорулько*, канд. техн. наук, ст. викл.;

*О.М. Жданович*, начальник видавництва  
університету

Рекомендовано до видання вченою радою Харківського державного університету харчування та торгівлі, протокол № 8 від 24.12.2018 р.

**Проблеми енергоефективності та якості в процесах сушіння харчової сировини : VI Всеукр. наук.-практ. конф., 6–7 червня 2019 р. : [тези] / редкол. : О. І. Черевко [та ін.]. – Х. : ХДУХТ, 2019. – 73 с.**  
ISBN 978-966-405-481-9

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 і практичних працівників, викладачів вищої школи, здобувачів вищої освіти.

УДК 64.011.5:664.8.047

ББК 36.814.4

**За достовірність інформації відповідає автор публікації.**

**Видається в авторській редакції.**

© Харківський державний  
університет харчування  
та торгівлі, 2019

ISBN 978-966-405-481-9

**С.С. Орлова**, канд. техн. наук (*ОНАХТ, Одеса*)  
**Л.К. Овсянникова**, канд. техн. наук (*ОНАХТ, Одеса*)

## **ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ СПОСОБІВ ПІДВЕДЕННЯ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНОВИХ ПРОДУКТІВ**

В даний час для нагрівання, сушіння та інших способів вологотеплової обробки зерна використовуються різноманітні види підведення енергії, але не завжди наводяться докази їх ефективності. У зв'язку з цим викладемо теоретичні основи і практичне використання цих методів обробки зерна.

Випромінювання в широкому розумінні розглядають як один із способів впливу на зернові продукти, до яких відносять терморе-радіаційну обробку інфрачервоним (ІЧ) і ультрафіолетовим (УФ) полями, випромінюванням з високою (ВЧ) і надвисокою (НВЧ) частотою, а іноді з частотами рентгенівського діапазону. До випромінювання можна віднести і ультразвукову обробку з частотою більше  $20 \cdot 10^3$  Гц (за рахунок поглинання енергії звуку в середовищі виділяється теплота, яка призводить до підвищення температури продукту).

Відповідно до міжнародних угод для промислових і наукових робіт певні частоти 915, 2450, 5800, 22500 МГц. Наприклад, при обробці в НВЧ-полі використовують частоту  $(2450 + 50)$  МГц при ККД генератора 55–60% і потужності 2,5...100 кВт, в ІЧ-полі може бути застосована частота 915 МГц ККД досягає 80–86% при потужності 25...30 кВт. Ефективність процесу теплової обробки в НВЧ-полі характеризують коефіцієнтом поглинання енергії поля, швидкістю поширення електромагнітної хвилі, що залежить від властивостей середовища, в якій вона поширюється. Якщо середовище, крім властивостей діелектрика (здатність до електричної поляризації), має ще і властивості магнетика (здатність до магнітної поляризації), то магнітна проникність її також впливає на швидкість поширення електромагнітної хвилі, як і діелектрична проникність.

При обробці НВЧ-полем, основою якої є розповсюдження електромагнітної хвилі і поглинання її продуктом, необхідно адаптувати НВЧ-генератори згідно з технічними можливостями, технологічними показниками якості обробки відповідно до умов функціонування зернозаготівельних підприємств, а також забезпечити дотримання екологічних вимог і економічну привабливість методу порівняно з традиційними (наприклад, конвективним). Крім того, обробку НВЧ-полем успішно використовують для дезінсекції,

дезінфекції та інших методів знезараження зерна, а також для підвищення енергії проростання і схожості насіння.

Загальним виглядом поляризації для всіх діелектриків є електронна поляризація, при якій електронні оболонки атомів під дією зовнішнього електричного поля трохи зміщуються щодо ядра. При дипольній поляризації потрібні витрати енергії. З підвищенням температури продукту дипольні молекули важче орієнтувати, проте це компенсується ослабленням міжмолекулярної взаємодії, яка полегшує процес орієнтування.

Іонна поляризація має багато спільного з електронною. Електричне поле в іонних кристалах зміщує іони в кристалічних решітках, покращуючи їх рівновагу. Ці зрушення також відбуваються миттєво слідом за зміною електричного поля, тому втрати енергії зовнішнього поля дуже незначні. При збільшенні температури продукту сила взаємодії між іонами слабшає і, як наслідок, іонна поляризація збільшується. Процес теплової обробки в електричному полі зводиться до визначення витрат теплоти на нагрівання продукту і випарювання з нього певної кількості вологи. При обробці необхідно враховувати електрофізичні властивості зернового продукту, які визначаються хімічним складом, вологістю, щільністю, температурою, частотою електромагнітного поля, а також враховувати кількісний вміст перерахованих компонентів продукту, часу релаксації або часу зміщення електронів та іонів і питому провідність компонентів під дією електричного поля.

Треба відрізнити два підходи до визначення втрат енергії в генераторах: електричний ККД генератора – як відношення потужності на виході з генератора до потужності, споживаної з електричних мереж і теплової ККД – як відношення енергії теоретично необхідної для теплової обробки продукту до енергії, відданої генератором в процесі теплової обробки.

Отже, використання різних способів теплової обробки в електромагнітних полях для нагрівання і зневоднення дозволяє запобігти контакту продуктів згоряння органічного палива (при традиційних методах теплової обробки) з зерновим матеріалом, проте їх практичне застосування утруднене через значну вартість генераторів, необхідність охолодження генераторів, ускладнення експлуатації таких установок.

У більшості публікацій про використання мікрохвильових процесів відзначаються в основному позитивні сторони, а про значні витрати енергії, вартість обладнання, техніку безпеки як правило, не згадують.

## ЗМІСТ

|                                                                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Білецький Е.В., Петренко О.В.</b> Кріоконцентрування харчової сировини гранульованим діоксидом вуглецю.....                                                                    | 3  |
| <b>Горелков Д.В., Дмитревський Д.В., Журавльов С.В.</b><br>Перспективи розробки апаратурного оформлення процесів обробки шлунка яловичого перед сушінням.....                     | 5  |
| <b>Дмитренко Н.В., Пазюк В.М.</b> Витрати теплоти при сушінні насіння гарбуза.....                                                                                                | 7  |
| <b>Дьяков О.Г., Іштван Є.О., Даниленко О.Ф.</b> Застосування вимірювальних підсилювачів для проведення досліджень у продуктах харчування.....                                     | 9  |
| <b>Загорулько О.Є., Загорулько А.М., Гордієнко І.О., Мирошник К.В.</b><br>Удосконалення способу виробництва плодоовочевих порошків.....                                           | 11 |
| <b>Ляшенко Б.В., Загорулько О.Є., Загорулько А.М., Ібасв Е.Б.</b><br>Спосіб виробництва оздоровчих м'ясних виробів.....                                                           | 13 |
| <b>Малафасв М.Т.</b> Тороїдальний потенціал двочастотних коливань молекули води.....                                                                                              | 15 |
| <b>Маяк О.А., Сардаров А.М.</b> Удосконалення тепломасообмінного обладнання для виробництва концентратів з овочевої сировини.....                                                 | 17 |
| <b>Михайлик В.А.</b> Фазові переходи в цукровмісних матеріалах при сушінні.....                                                                                                   | 19 |
| <b>Михайлов В.М., Бабкіна І.В., Прасол С.В., Шевченко А.О.</b><br>Концентрування та сушіння сумішей подрібнених пряних овочів за умов НВЧ-нагрівання з вакуумуванням.....         | 21 |
| <b>Михайлов В.М., Шевченко А.О., Козін С.М.</b> Апарат для варіння формованих шинкових виробів із підпресовуванням.....                                                           | 23 |
| <b>Овсянникова Л.К., Орлова С.С., Соколовська О.Г.</b><br>Гігроскопічні властивості дрібнонасіenneвої сочевиці.....                                                               | 25 |
| <b>Орлова С.С., Овсянникова Л.К.</b> Використання різних способів підведення енергії для теплової обробки зернових продуктів.....                                                 | 27 |
| <b>Осецький А.І., Гольцев А.М., Севастянов С.С.</b><br>Сушіння біологічної сировини в режимі кріосублимаційного фракціонування.....                                               | 29 |
| <b>Павлюк І.М.</b> Використання НВЧ у процесах сушіння.....                                                                                                                       | 31 |
| <b>Петрова Ж.О., Слободянюк К.С.</b> Дослідження водоутримуючої здатності білкових композиційних сумішей.....                                                                     | 33 |
| <b>Погожих М.І., Головки М.П., Головки Т.М., Геліх А.О.</b><br>Дослідження оптимальних параметрів процесу конвекційного сушіння м'якого тіла моллюсків роду <i>Anodonta</i> ..... | 35 |