

# ФІЗИКО-ХІМІЧНІ МЕТОДИ ОБРОБКИ СИРОВИНИ І ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ



 **КОНДОР**

**Міністерство освіти і науки України  
Національний університет харчових технологій**

**А.І. Соколенко, В.А. Піддубний, В.М. Гіджеліцький,  
О.Ю. Шевченко, К.В. Васильківський**

**ФІЗИКО-ХІМІЧНІ МЕТОДИ  
ОБРОБКИ СИРОВИНИ І  
ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ**

**Затверджено Міністерством освіти і науки України як  
підручник для студентів вищих навчальних закладів**



УДК 664.8.03  
ББК 36-1+36-9  
Ф 48

*Гриф надано Міністерством освіти і науки України  
(лист № 1/11-16155 від 13.10.2012 р.)*

Рецензенти:

д-р техн. наук, проф. Сукманов В.О.

д-р техн. наук, проф. Хомічак Л.М.

**Соколенко А.І.**

**Ф 48 Фізико-хімічні методи обробки сировини і харчових продуктів:** підруч. для студ. ВНЗ / Соколенко А.І., Піддубний В.А., Гіджеліцький В.М. та ін. - К. : Кондор-Видавництво, 2015. - 324 с. - іл., табл.  
ISBN 978-617-7278-05-3

Викладено поняття про енергетичні поля впливу, оброблення харчових продуктів опроміненням, змінним електричним струмом, магнітними полями, акустичними методами, а також засоби стерилізації, консервування, хімічного оброблення продукції тощо, спрямовані на забезпечення подовження терміну зберігання і зменшення втрат готової продукції, збереження її якісних показників. Викладено матеріали, які стосуються новітніх досліджень вакуумної обробки середовищ, обробки рідинних або вологонасичених середовищ в умовах технологій різкого зниження тисків та впливів осмотичних тисків на стабілізацію продуктів харчування. Наводяться методи, технології та обладнання для оброблення продукції, прогноуються напрями удосконалення методів оброблення.

Видання призначено для студентів вищих навчальних закладів, а також може бути використано інженерно-технічними працівниками харчових виробництв, конструкторських бюро, науковими співробітниками.

ББК 36-1+36-9

ISBN 978-617-7278-05-3

© Колектив авторів, 2015

© Кондор-Видавництво, 2015

## ЗМІСТ

|  |    |
|--|----|
| <b>ВСТУП</b> .....   | 7  |
| <b>Глава 1. Основні складові сировини і харчової продукції</b> .....                                 | 10 |
| <b>Глава 2. Мікроорганізми і вплив на них різних факторів</b> .....                                  | 20 |
| 2.1. Фізіологія мікроорганізмів.....   | 22 |
| 2.2. Вплив факторів зовнішнього середовища<br>на мікроорганізми.....                                 | 25 |
| 2.3. Поширення мікроорганізмів у природі.....  | 34 |
| 2.4. Розвиток і розмноження мікроорганізмів.....   | 36 |
| <b>Глава 3. Теоретичні основи технологій довгострокового<br/>зберігання харчових продуктів</b> ..... | 41 |
| 3.1. Вплив низької температури на мікроорганізми.....  | 43 |
| 3.2. Зневоднювання заморожуванням.....   | 48 |
| 3.3. Утворення високих концентрацій осмотично активних<br>речовин.....                               | 49 |
| 3.4. Висушування.....  | 49 |
| 3.5. Зберігання в регульованій атмосфері.....  | 50 |
| 3.6. Маринування, спиртування, квашення і спиртове<br>бродіння.....                                  | 53 |
| <b>Глава 4. Теплова стерилізація і пастеризація</b> .....  | 59 |
| 4.1. Загальні положення.....   | 59 |
| 4.2. Фактори, що визначають час стерилізації.....  | 63 |
| 4.3. Стерилізація під час нагрівання і охолодження.....  | 65 |
| 4.4. Псування продуктів під час теплового оброблення.....  | 68 |
| 4.5. Теоретичне обґрунтування високотемпературної<br>короткочасної стерилізації ВТКС.....            | 69 |
| 4.6. Режими стерилізації та пастеризації.....  | 72 |
| 4.7. Пастеризація нива.....  | 76 |
| 4.8. Визначення динаміки тиску в пляшках у процесі<br>пастеризації.....                              | 80 |
| 4.9. Пастеризація пива в потоці.....   | 86 |
| 4.10. Гаряче фасування пива.....   | 93 |
| 4.11. Асептичне консервування харчових продуктів.....  | 96 |

|  |            |
|--|------------|
| <b>Глава 5. Хімічні і мікробіологічні методи оброблення ...</b>          | <b>102</b> |
| 5.1. Основні напрямки підвищення стійкості<br>безалкогольних напоїв..... | 103        |
| 5.1.1. Способи підвищення колоїдної стійкості напоїв.....                | 104        |
| 5.1.2. Способи підвищення біологічної стійкості напоїв.....              | 110        |
| 5.1.3. Мікрофлора безалкогольних напоїв.....                             | 111        |
| 5.1.4. Використання консервантів.....                                    | 114        |
| 5.2. Технологія виробництва стійкого пива.....                           | 120        |
| 5.2.1. Вимоги до сировини та матеріалів.....                             | 120        |
| 5.2.2. Солодовирощування.....  | 121        |
| 5.2.3. Приготування сусла.....   | 122        |
| 5.2.4. Бродіння та доброджування (витримка).....                         | 124        |
| 5.2.5. Фільтрування і фасування пива.....                                | 126        |
| 5.2.6. Оброблення пива адсорбентами.....                                 | 127        |
| 5.2.7. Запобігання окисним процесам у пиві.....                          | 128        |
| 5.2.8. Стабілізація пива.....  | 130        |
| 5.2.9. Знепліднення пива.....  | 132        |
| 5.2.10. Карбонізація пива.....   | 136        |
| 5.3. Фізико-хімічне оброблення м'яса і м'ясопродуктів.....               | 142        |
| 5.3.1. Копчення.....   | 142        |
| 5.3.1.1. Склад коптильного диму.....                                     | 147        |
| 5.3.1.2. Зміна якісних характеристик м'яса під час<br>копчення.....      | 148        |
| 5.3.1.3. Консервувальні ефекти копчення.....                             | 152        |
| 5.3.2. Сушіння.....  | 153        |
| 5.3.3. Консервувальна дія хлористого натру.....                          | 156        |
| 5.3.4. Зміни морфологічної структури тканин.....                         | 159        |
| 5.3.5. Хімічні зміни.....  | 160        |
| 5.4. Знезараження води.....  | 161        |
| 5.4.1. Знезараження води хлором.....                                     | 161        |
| 5.4.2. Знезараження води озоном.....                                     | 165        |
| 5.4.2.1. Розчинність озону у воді і стійкість його розчинів . . . .      | 168        |
| 5.4.2.2. Умови масовіддачі озону з газової фази у воду.....              | 170        |
| 5.4.2.3. Конструкції обладнання.....                                     | 172        |
| 5.4.3. Знезараження води іонами срібла.....                              | 175        |
| 5.4.3.1. Бактерицидні властивості препаратів срібла.....                 | 175        |

|  |            |
|--|------------|
| 5.4.3.2. Методи знезараження води сріблом.....   | 177        |
| <b>Глава 6. Фізичні методи оброблення.....</b>   | <b>180</b> |
| 6.1. Оброблення іонізуючим опроміненням.....   | 181        |
| 6.1.1. Дія на мікроорганізми.....  | 182        |
| 6.1.2. Дія опромінення на складові частини м'ясо-<br>продуктів.....  | 183        |
| 6.1.3. Опромінення м'ясопродуктів та інших продуктів<br>харчування.....  | 186        |
| 6.2. Оброблення ультрафіолетовим опроміненням.....   | 189        |
| 6.3. Ультразвукове оброблення.....   | 195        |
| 6.3.1. Загальні положення.....   | 195        |
| 6.3.2. Кавітаційні явища.....  | 203        |
| 6.4. Оброблення харчових продуктів змінним<br>електричним струмом.....   | 206        |
| 6.4.1. Загальні положення.....   | 206        |
| 6.4.2. Особливості нагрівання білково-електролітних<br>систем і тканин струмами високої частоти.....                           | 212        |
| 6.4.3. Нагрівання опором.....  | 214        |
| 6.5. Імпульсні методи оброблення харчових продуктів.....   | 215        |
| 6.5.1. Загальні положення.....   | 215        |
| 6.5.2. Хімічна і біологічна дія імпульсного розряду.....   | 218        |
| <b>Глава 7. Вакуумна обробка середовищ.....</b>  | <b>223</b> |
| 7.1. Основні положення.....  | 223        |
| 7.2. Виливи вакууму на біологічні середовища.....  | 226        |
| 7.3. Вакуумне пакування, кавітація і визначення основних<br>закономірностей, що стосуються вакуумної<br>обробки середовищ..... | 228        |
| 7.4. Особливості і методи розрахунку вакуумних систем.....   | 236        |
| 7.4.1. Загальні положення.....   | 236        |
| 7.4.2. Визначення параметрів вакуумних систем в режимах<br>адиабатного кипіння середовищ.....                                  | 240        |
| 7.4.3. Визначення часу перехідних процесів вакуумування . . . .  | 246        |
| <b>Глава 8. Обробка середовищ в умовах технологій<br/>різкого зниження тиску.....</b>  | <b>257</b> |
| 8.1. Аналіз особливостей і переваг перехідних процесів   |            |

|  |            |
|--|------------|
| у харчових технологіях.....  | 257        |
| 8.2. Особливості масообміну в умовах ТРЗТ.....   | 268        |
| 8.3. Використання ТРЗТ для знешкодження<br>мікроорганізмів.....                                    | 275        |
| 8.4. Визначення швидкості десорбції CO <sub>2</sub> при ТРЗТ.....                                  | 279        |
| 8.5. Опис схем по впровадженню ТРЗТ.....   | 281        |
| <b>Глава 9. Наукове підґрунтя технологій стабілізації<br/>продукції.....</b>                       | <b>291</b> |
| 9.1. Загальні положення.....   | 291        |
| 9.2. Активність води.....  | 295        |
| 9.2. Активність води і стабільність харчових продуктів.....  | 298        |
| 9.4. Протекторні властивості середовищ.....  | 304        |
| 9.5. Особливості температурних впливів в технологіях<br>довготермінового зберігання продукції..... | 317        |
| <b>Література.....</b>   | <b>322</b> |