

664  
3-14

# ЗАГАЛЬНА ТЕХНОЛОГІЯ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

У ПРИКЛАДАХ І ЗАДАЧАХ

(ІННОВАЦІЙНІ ЗАХОДИ)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Л. Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, С. І. БУЖКАЛО,  
А. Є. ДЕНИСОВА, І. М. ДЕМІДОВ, П. О. КАПУСТЕНКО,  
О. П. АРСЕНЬЄВА, О. В. БІЛОУС, О. І. ОЛЬХОВСЬКА

# ЗАГАЛЬНА ТЕХНОЛОГІЯ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ У ПРИКЛАДАХ І ЗАДАЧАХ (ІННОВАЦІЙНІ ЗАХОДИ)

ПІДРУЧНИК

*2-ге видання, перероблене*

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

Видавництво  
«Центр учбової літератури»  
Київ - 2017

УДК 664(075.8)  
ББК 36.81я73  
3-14

*Гриф надано  
Міністерством освіти і науки України  
(Лист №1/11-10708 від 23.11.2010 р.)*

**Рецензенти:**

**В. М. Михайлов** - доктор технічних наук, професор, проректор з наукової роботи ХДУХТ:

**Л. В. Кінтела** - доктор технічних наук, професор кафедри процесів, апаратів та автоматизації харчових виробництв ХДУХТ:

**І. М. Демідов** - доктор технічних наук, завідувач лабораторії ДХЖОЖВ Українського НДІ олій та жирів Української академії аграрних наук.

**3-14 Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і заходах (інноваційні заходи). 2-ге вид. доп.** [текст] підручник. / Л. Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, С. І. БУХКАЛО, А. Є. ДЕНИСОВА І. М., ДЕМІДОВ, П. О. КАПУСТЕНКО, О. П. АРСЕНЬЄВА, О. В. БІЛОУС, О. І. ОЛЬХОВСЬКА - К. : «Центр учбової літератури», 2017. - 470 с.

**ISBN 978-611-01-1018-1**

Викладено основи комплексних інноваційних заходів у загальній технології харчової промисловості і за основними положеннями болонської системи навчання з урахуванням фізико-хімічних, біохімічних та технологічних закономірностей на прикладі ресурсо- та енергозбереження. Подані характеристики надають можливість ознайомлення зі складовими курсового та дипломного проектування. Приведені основні розрахункові формули для інноваційних заходів, норм витрат сировини і допоміжних матеріалів, зниження витрат і відходів при виробництві, а також формули, що необхідні для розв'язання прикладів, тестів і контрольних задач.

Призначено для студентів харчових спеціальностей технічних вищих навчальних закладів, викладачів, інженерно-технічних та наукових, працівників.

Іл. 184. Табл. 44. Вібліогр. 379.

УДК 664(075.8)  
ББК 36.81 я73

ISBN 978-611-01-1018-1

© ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л. Л., БУХКАЛО С. І., ДЕНИСОВА А. Є., ДЕМІДОВ І. М., КАПУСТЕНКО П. О., АРСЕНЬЄВА О. П., БІЛОУС О. В., ОЛЬХОВСЬКА О. І., 2017

© Видавництво «Центр учбової літератури», 2017.

## ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	7
ГЛАВА 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РИБИ ТА МОРЕПРОДУКТІВ	7
1.1. Загальна характеристика та ознаки сировини водного походження	7
1.2. Загальна характеристика води як частини сировини водного походження	9
1.3. Загальна характеристика складових сировини водного походження	11
ГЛАВА 2. КЛАСИФІКАЦІЯ СИРОВИНИ ТА ПРОДУКЦІЇ РИБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ	13
2.1. Загальна класифікація рибної сировини	13
2.2. Класифікація рибної сировини за родинними ознаками	15
2.3. Класифікація рибної сировини за окремими видами	18
ГЛАВА 3. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА МОРЕПРОДУКТІВ	21
3.1. Загальна характеристика морепродуктів	21
3.2. Класифікація водної рослинної сировини	23
3.3. Особливості класифікації продукції рибної промисловості	26
ГЛАВА 4. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ОХОЛОДЖЕНОЇ, ПІДМОРОЖЕНОЇ І МОРОЖЕНОЇ РИБИ	30
4.1. Загальні положення для виробництва	30
4.2. Технологія охолодженної рибної продукції	31
4.3. Технологія охолодження і охолодження риби та морепродуктів	34
4.4. Особливості виробництва мороженої риби та морепродуктів	36
ГЛАВА 5. ТЕХНОЛОГІЯ МОРОЖЕНОЇ РИБИ ТА МОРЕПРОДУКТІВ	39
5.1. Загальні положення технології	39
5.2. Основні складові виробництва мороженої риби	40
5.3. Технологія обробки риби	41
ГЛАВА 6. ВИРОБНИЦТВО СОЛОНОЇ РИБОПРОДУКЦІЇ	47
6.1. Загальні положення технології солонної, пряної, маринованої риби та рибних пресервів	47
6.2. Особливості технології рибних продуктів	48
6.3. Операції розморожування і оброблення риби	50
6.4. Операції посолу і маринування риби	51
6.4.1. Види та методи посолу риби	52
6.4.2. Особливості для різновидів посолу	56
6.5. Технологія виробництва пресервів	59
ГЛАВА 7. ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ ТА СПОСОБИ КОНСЕРВУВАННЯ	61
7.1. Загальні можливості консервування гідробіонтів	61
7.2. Класифікація способів консервування гідробіонтів	61
7.3. Можливості сучасних методів консервування гідробіонтів	69
7.4. Особливості асортименту рибних консервів	71
ГЛАВА 8. ВИРОБНИЦТВО РИБНИХ КОНСЕРВІВ	74
8.1. Класифікація консервів натуральних, закусочних рибних та з морепродуктів	74
8.2. Основні стадії виробництва різновидів консервів	74
8.3. Основні вимоги до сировини та допоміжних матеріалів	75
8.4. Основні стадії виробництва рибних консервів	78
8.5. Способи попередньої термічної обробки сировини	81
8.6. Спеціальні процеси виробництва консервів	87
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ до ГЛАВ 1-8	93
ГЛАВА 9. ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕГРАЦІЇ ДЛЯ ТЕПЛООБМІННОЇ СИСТЕМИ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ	97
9.1. Стан та проблеми використання теплонасосних енергозберігаючих технологій	97
9.2. Загальні відомості про теплові насоси	98
9.2.1. Компресійні теплові насоси	100
9.2.2. Сорбційні теплові насоси	100
9.2.3. Термоелектричні теплові насоси	101
9.3. Аналіз ефективності використання теплонасосних систем енергозабезпечення	101
9.4. Аналіз світового досвіду використання вторинних та альтернативних джерел енергії як джерела енергії теплонасосних систем енергопостачання	104
9.5. Шляхи підвищення ефективності альтернативних систем теплопостачання	110
9.6. Особливості застосування теплових насосів. Класифікація теплових насосів. Обґрунтування доцільності їх впровадження в харчовій промисловості	110
9.6.1. Класифікація теплових насосів	112

9.6.2. Области застосування ТН в харчовій промисловості.....	112
9.6.3. Обґрунтування доцільності впровадження ТН на харчових підприємствах.....	114
9.7. Розвиток ТН в Україні та в світі. Досвід використання теплових насосів в енергозберігаючих технологіях харчових підприємств.....	120
9.7.1. Розвиток ТН в Україні та в світі.....	120
9.7.2. Парокомпресійні ТН для харчових технологій.....	121
9.8. Приклади використання ТНУ в харчовій промисловості.....	126
9.8.1. Пастеризаційно-охолоджувальні установки на базі теплових насосів для пастеризації і охолодження молока.....	127
9.8.2. Пастеризаційно-охолоджувальні установки для молочних продуктів з тепловими насосами діоксиду вуглецю.....	130
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ до ГЛАВИ 9.....	141
ГЛАВА 10. ПЕРСПЕКТИВИ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ДЛЯ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ.....	145
10.1. Загальні відомості та проблеми відновлювальної енергетики.....	145
10.2. Позаземне сонячне випромінювання.....	147
10.3. Характеристика сонця та сонячного випромінювання.....	150
10.4. Поглинання в атмосфері та процеси, що пов'язані з цим явищем.....	154
ГЛАВА 11. СОНЯЧНЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ПОВЕРХНІ ЗЕМЛІ.....	156
11.1. Основні поняття та визначення.....	156
11.2. Змінення позаземного випромінювання.....	156
11.3. Ослаблення прямого сонячного випромінювання.....	157
11.4. Дифузне випромінювання на поверхні Землі.....	159
11.5. Напрямок розповсюдження прямого сонячного випромінювання.....	160
11.6. Сонячний час та рівняння часу.....	163
ГЛАВА 12. ВИМІРЮВАННЯ ТА РОЗРАХУНКИ ГУСТИНИ ПОТОКУ СОНЯЧНОЇ РАДІАЦІЇ.....	166
12.1. Прямі вимірювання сонячної радіації.....	166
12.2. Оцінка середньої густини потоку сонячної радіації.....	167
12.3. Визначення сонячної радіації за годину на основі добових даних.....	172
12.4. Геліотехнічні можливості регіонів України.....	177
ГЛАВА 13. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КЛІМАТИЧНИХ УМОВ РІЗНИХ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ.....	180
13.1. Відношення потоків прямої радіації на нахилений і горизонтальній поверхні.....	182
13.2. Відношення потоків сумарної сонячної радіації на нахилену і горизонтальну поверхню R.....	183
13.3. Вплив орієнтації приймальної поверхні геліоколектора.....	185
13.4. Оптимізація кута нахилу плоского геліоколектора.....	187
ГЛАВА 14. ПРИНЦИПОВІ СХЕМИ СИСТЕМ СОНЯЧНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ.....	190
14.1. Загальна характеристика систем сонячного теплопостачання.....	190
14.2. Конструкції сонячних колекторів.....	192
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ до ГЛАВ 10-14.....	196
ГЛАВА 15. ПРОПУСКАННЯ ВИПРОМІНЮВАННЯ ПРОЗОРИМ ПОКРИТТЯМ ГЕЛІОКОЛЕКТОРУ.....	197
15.1. Відбивання на границі розділу середовищ.....	198
15.2. Пропускна здатність скляного покриття геліоколектора.....	201
ГЛАВА 16. ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК ПЛОСКИХ СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ.....	206
16.1. Основне рівняння балансу енергії сонячного колектора.....	206
16.2. Основні характеристики геліоколекторів.....	207
16.3. Повний коефіцієнт теплопередачі геліоколектора.....	209
16.4. Розподіл температури між трубами і ефективність колектора.....	220
16.5. Розподіл температури у напрямку потоку.....	224
16.6. Коефіцієнт відведення тепла від колектора $F_k$ і коефіцієнт витрати $F''$ .....	225
16.7. Приклад теплового розрахунку сонячного колектора.....	227
ГЛАВА 17. ОСНОВНІ МОЖЛИВОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МІКСУ В ХАРЧОВІЙ ТЕХНОЛОГІЇ.....	231
17.1. Загальні положення енергетичного міксу.....	231
17.2. Аналіз актуальності та своєчасності дослідження.....	232
17.3. Основні теоретичні та практичні складові дослідження.....	233
17.4. Основні напрямки дослідження енергетичного міксу.....	234
17.5. Матеріали та результати дослідження.....	238
17.6. Перспективи подальших досліджень в даному напрямку.....	242
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ до ГЛАВИ 17.....	244

CHAPTER 18. SELECTION OF EVIDENCE-BASED METHODS FOR EFFECTIVE USE OF WIND AND SOLAR ENERGY.....	249
18.1. Introduction.....	249
18.2. A review of the literature solar and wind power.....	250
18.3. A review of the experimental research solar and wind power.....	262
18.4. A review of the experimental research solar and wind power together with the students.....	266
BIBLIOGRAFY FOR CHAPTER 18.....	279
CHAPTER 19. CURRENT STATE OF OIL STABILIZATION TECHNOLOGY AGAINST OXIDATIVE SPOILAGE.....	283
19.1. General provisions of the study for innovation object.....	283
19.2. General information about the oxidation of fats.....	284
19.3. Methods for protection fats from oxidation. Oxidation inhibitors.....	285
19.4. Features of synthetic oxidation inhibitors.....	287
CHAPTER 20. FEATURES OF OXIDATION PLANT INHIBITORS .....	289
20.1. General information and classification.....	289
20.2. The antioxidant activity of tocopherols.....	290
20.3. Analysis of antioxidant properties of plant raw material.....	292
20.4. Analysis of antioxidant properties for Walnut leaves.....	293
20.5. Analysis of antioxidantil properties of calendula flowers.....	295
20.6. Synergism of oxidative inhibitors.....	295
CHAPTER 21. DETERMINATION OF RATIONAL CONDITIONS EXTRACTION AND APPLICATION OF OXIDATION INHIBITORS.....	297
21.1. General characteristic of the experiment plan choice.....	297
21.2. Analysis of calculations of extraction rational parameters.....	298
21.3. Cleaning materials from tocopherols.....	299
21.4. Receipt of extract from calendula flowers.....	301
21.5. Investigation of synergy between sunflower oil tocopherols and oxidation inhibitors of plant extracts.....	301
21.6. Check by antioxidant activity of the antioxidant for oils of different fatty acid content.....	305
21.7. Technology of oil production, saturated by developed vegetable complex antioxidant.....	308
ГЛАВА 22. СУЧАСНИЙ СТАН ТЕХНОЛОГІЇ СТАБІЛІЗАЦІЇ ОЛІЙ ДО ОКИСНОВАЛЬНОГО ПСУВАННЯ.....	311
22.1. Загальні положення дослідження інноваційного об'єкту.....	311
22.2. Загальні відомості про окиснення жирів.....	312
22.3. Способи захисту жирів від окиснення. Інгібітори окиснення.....	313
22.4. Особливості синтетичних інгібіторів окиснення.....	315
ГЛАВА 23. ОСОБЛИВОСТІ ДІЇ РОСЛИННИХ ІНГІБІТОРІВ ОКИСНЕННЯ .....	317
23.1. Загальні відомості та класифікація.....	317
23.2. Антиоксидантна активність токоферолу.....	318
23.3. Аналіз антиоксидантних властивостей рослинної сировини.....	320
23.4. Аналіз антиоксидантних властивостей листя горіху волоського.....	321
23.5. Аналіз антиоксидантних властивостей квітів календули.....	323
23.6. Синергізм інгібіторів окиснення.....	323
РОЗДІЛ 24. ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ УМОВ ЕКСТРАГУВАННЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ІНГІБІТОРІВ ОКИСНЕННЯ.....	325
24.1. Загальна характеристика вибору плану експерименту.....	325
24.2. Аналіз розрахунків раціональних параметрів екстракції.....	326
24.3. Очищення сировини від токоферолів.....	328
24.4. Отримання екстракту із квітів календули.....	329
24.5. Дослідження синергізму між токоферолами соняшникової олії та інгібіторами окиснення рослинних екстрактів.....	329
24.6. Перевірка за антиоксидантною активністю антиоксиданту на оліях різного жирнокислотного складу.....	334
24.7. Технологія виробництва олії, насиченої роздробленим комплексним рослинним антиоксидантом.....	337
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ до ГЛАВ 19-24.....	334
ГЛАВА 25. РОЗРАХУНКИ ТА ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ В ТЕХНОЛОГІЇ ЖИРІВ. КИСЛОТНЕ ЧИСЛО І ЧИСЛО НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ.....	351
25.1. Загальні відомості про кислотне число і число нейтралізації.....	351
25.2. Особливості визначення кислотного числа і числа нейтралізації у харчовій промисловості.....	354

25.3. Приклади визначення кислотного числа і числа нейтралізації у харчовій промисловості.....	354
25.4. Задачі для самостійного вирішування.....	354
<b>ГЛАВА 26. РОЗРАХУНКИ ТА ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ В ТЕХНОЛОГІЇ ЖИРІВ. ЕФІРНЕ ЧИСЛО І ЧИСЛО ОМИЛЕННЯ.....</b>	<b>361</b>
26.1. Загальні відомості про ефірне число і число омилення .....	361
26.2. Особливості визначення ефірного числа і число омилення у харчовій промисловості.....	363
26.3. Задачі для самостійного вирішування.....	371
<b>ГЛАВА 27. РОЗРАХУНКИ ТА ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ В ТЕХНОЛОГІЇ ЖИРІВ. ЙОДНЕ ЧИСЛО.....</b>	<b>372</b>
27.1. Загальні відомості про визначення йодного числа.....	372
27.2. Загальні відомості про розрахунки з використанням значення йодного числа.....	374
27.3. Задачі для самостійного вирішування.....	379
<b>ГЛАВА 28. РОЗРАХУНКИ ТА ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ В ТЕХНОЛОГІЇ ЖИРІВ. ПЕРОКСИДНЕ ЧИСЛО.....</b>	<b>381</b>
28.1. Загальні відомості про визначення пероксидного числа.....	381
28.2. Загальні відомості про визначення гідропероксидів.....	382
28.3. Приклади визначення пероксидного числа.....	384
28.4. Задачі дня самостійного вирішування.....	389
<b>CHAPTER 29. LOW GRADE HEAT UTILIZATION.....</b>	<b>391</b>
29.1. Waste heat from industry.....	391
29.2 Waste heat from buildings.....	393
29.2.1. Sewage waters.....	393
29.2.2. Ventilation air exhaust.....	394
29.3. Waste to energy.....	395
29.4. Renewable sources of heat energy.....	397
29.4.1. Solar heating.....	397
29.4.2. Geothermal heat.....	400
29.5. Heat pumps to increase heat potential.....	401
29.5.1. Vapour-compression heat pumps.....	402
29.5.2. Chemical heal pumps.....	409
29.6. Storage and transport of thermal energy.....	412
29.7. Low grade heat to power.....	416
29.7.1. Organic Rankine cycle (ORC) temperature heat source.....	417
29.7.2. Supercritical Rankine cycle (SRC).....	418
29.7.3. Kalina cycle.....	419
29.8. Requirements for heat transfer equipment when utilizing low grade heat.....	420
29.8.1. Small temperature differences.....	421
29.8.2. Close temperature approach.....	421
29.8.3. Fouling mitigation.....	422
29.8.4. Compactness and limited cost when using expensive materials for heat transfer surface.....	422
<b>CHAPTER 30. INTEGRATION OF INTENSIFIED COMPACT HEAT EXCHANGERS IN HEAT EXCHANGER NETWORK.....</b>	<b>426</b>
30.1. Process Integration for synthesis of energy efficient HEN.....	426
30.2. Superstructure approach for energy efficient HEN design.....	435
30.3. A hybrid approach for HEN design.....	437
30.4. HEN design with the compact and enhanced heat exchangers.....	438
30.5. Estimation of enhanceed heat transfer area targets.....	441
<b>CHAPTER 31. INDUSTRIAL EXAMPLES.....</b>	<b>444</b>
31.1. Food industry Integration of a heat pump into theeal supply system of a cheese production plant.....	444
31.1.1. System description.....	445
31.1.2. Data extraction.....	446
31.1.3. Heat integration.....	447
31.1.4. Heat integration with additional compression.....	450
31.1.5. Economic efficiency.....	454
31.1.6. Conclusion.....	455
31.2. Heat Integration of Ammonia Refrigeration Cycle into Buildings Heating System.....	455
31.2.1. System description and modelling.....	456
31.2.2. Heat integration of existing refrigeration cycle.....	458
31.2.3. The system with additional compression of ammonia.....	459
31.2.4. Conclusion.....	463