

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

*Присвячується 50-річчю  
започаткування інженерної  
біотехнологічної освіти в Україні*

**Т.П. ПИРОГ, М.М. АНТОНЮК,  
О.І. СКРОЦЬКА, Н.Ф. КІГЕЛЬ**

# **ХАРЧОВА БІОТЕХНОЛОГІЯ**

*Підручник*

Видавництво Ліра-К  
Київ 2016

УДК 573.6.086.83:664.022.3  
ББК 65.304  
Х 20

*Копіювання, сканування, запис на електронні носії тощо, будь-якої частини підручника без дозволу видавництва заборонено.*

**Рецензенти:**

**Г.О. Єресько** – академік НААН України, доктор технічних наук, професор, головний науковий співробітник, радник дирекції Інституту продовольчих ресурсів НААН України;

**Г.О. Іутинська** – член-кореспондент НАН України, доктор біологічних наук, професор, заступник директора Інституту мікробіології і вірусології НАН України;

**В.П. Новіков** – доктор хімічних наук, професор, завідувач кафедри технології біологічно активних сполук, фармації і біотехнології Національного університету «Львівська політехніка».

*Рекомендовано Вченою радою Національного університету харчових технологій як підручник для студентів вищих навчальних закладів.  
Протокол № 5 від 3 листопада 2015 р.*

Х 20 Пирог Т.П., Антонюк М.М., Скроцька О.І., Кігель Н.Ф.  
**Харчова біотехнологія:** підручник – К.: Видавництво Ліра-К, 2016. – 408 с.

**ISBN 978-617-7320-31-8**

У підручнику систематизовано та викладено всі аспекти харчової біотехнології: використання мікроорганізмів і продуктів їхнього метаболізму в харчових технологіях (молочні ферментовані продукти та промислові заквашувальні культури для їх одержання, ферментовані м'ясні вироби, хлібобулочні вироби, алкогольні та безалкогольні напої, ферментовані продукти рослинного походження, вільні від глютену харчові продукти); традиційні та нові продукти мікробного синтезу як харчові добавки (поліглутамінова кислота, лактулоза, лактобіонова кислота, лікопін, астаксантин, лютеїн, 2-фенілетанол, полісахариди гелан, пулудан, курдлан тощо) та сучасні біотехнології їх одержання; переваги та недоліки, а також законодавча база використання генно-модифікованих організмів у харчових виробництвах.

Призначений для студентів вищих навчальних закладів, що навчаються за напрямом «Біотехнологія», та споріднених напрямів («Харчові технології та інженерія», «Технологічна експертиза та безпека харчової продукції», «Біологія»), а також для спеціалістів, які працюють у галузі біотехнології та харчових технологій.

**УДК 573.6.086.83:664.022.3**  
**ББК 65.304**

**ISBN 978-617-7320-31-8**

© Т.П. Пирог, М.М. Антонюк,  
О.І. Скроцька, Н.Ф. Кігель, 2016  
© «Видавництво Ліра-К», 2016

## ЗМІСТ

---

---

<b>ПЕРЕДМОВА</b> .....	3
<b>СПИСОК СКОРОЧЕНЬ</b> .....	6
<b>РОЗДІЛ 1. ВИКОРИСТАННЯ МІКРООРГАНІЗМІВ У ТЕХНОЛОГІЯХ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ</b> .....	7
1.1. Молочні ферментовані продукти та промислові заквашу- вальні культури для їх одержання .....	7
1.1.1. Загальна характеристика ферментованих молочних продуктів .....	7
1.1.2. Мікробіота ферментованих молочних продуктів та її функції .....	12
1.1.3. Створення заквашувальних культур .....	22
1.1.4. Промислове виробництво та консервування комерційних заквашувальних культур .....	30
1.1.5. Особливості застосування заквашувальних культур .....	35
1.2. Ферментовані м'ясні вироби .....	40
1.2.1. Види ферментованих м'ясних виробів .....	40
1.2.2. Мікробіота ферментованих м'ясних продуктів та її властивості .....	47
1.2.3. Характеристика промислових стартових культур для ферментації м'яса .....	51
1.2.4. Біотехнології ферментованих м'ясних продуктів .....	58
1.3. Хлібобулочні вироби .....	69
1.3.1. Закваски та рідкі дріжджі як біологічні розпушувачі хліба .....	78
1.3.2. Рецептури і режими приготування напівфабрикатів хлібопекарського виробництва .....	86
1.4. Алкогольні та слабкоалкогольні напої .....	91
1.4.1. Спирт .....	91
1.4.1.1. Характеристика основних рас спиртових дріжджів .....	94

1.4.1.2. Особливості одержання виробничих дріжджів .....	97
1.4.2. Вино .....	98
1.4.2.1. Характеристика основних рас винних дріжджів .....	99
1.4.2.2. Особливості одержання виробничих дріжджів .....	105
1.4.3. Пиво .....	106
1.4.3.1. Характеристика основних рас пивних дріжджів .....	107
1.4.3.2. Особливості одержання виробничих дріжджів .....	111
1.4.4. Інші національні напої .....	115
1.5. Безалкогольні напої та соки .....	117
1.5.1. Квас .....	117
1.5.2. Соки .....	121
1.6. Ферментовані продукти рослинного походження .....	123
1.6.1. Квашені плоди та овочі .....	123
1.6.2. Чай .....	129
1.6.3. Кавові боби .....	131
1.6.4. Какао-боби .....	132
1.6.5. Продукти із сої .....	133
1.6.6. Інші національні продукти .....	134
1.7. Одержання вільних від глютену харчових продуктів .....	139
1.7.1. Характеристика безглютенових продуктів бродіння .....	140
1.7.2. Мікробіота безглютенових заквасок .....	141
1.7.3. Особливості технології безглютенових продуктів .....	143
<i>Контрольні запитання</i> .....	149

## **РОЗДІЛ 2. ВИКОРИСТАННЯ ФЕРМЕНТІВ МІКРОБНОГО ПОХОДЖЕННЯ В ТЕХНОЛОГІЯХ ХАРЧОВИХ**

<b>ВИРОБНИЦТВ</b> .....	153
2.1. Хлібопекарське виробництво .....	153
2.2. Пивоваріння .....	164
2.3. Виноробство .....	170
2.4. Виробництво спирту .....	175
2.5. Виробництво молочних продуктів .....	179
2.6. Технології м'ясо- та рибопродуктів .....	189
2.7. Перероблення плодів та овочів .....	193
<i>Контрольні запитання</i> .....	200

<b>РОЗДІЛ 3. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА КЛАСИФІКАЦІЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ ДОБАВОК .....</b>	<b>202</b>
3.1. Характеристика біологічно активних добавок .....	202
3.2. Світовий ринок біологічно активних добавок.....	204
3.3. Популярність біологічно активних добавок .....	205
3.4. Класифікація біологічно активних добавок.....	206
3.5. Нутрицевтики .....	206
3.6. Пробіотики .....	208
3.6.1. Загальна характеристика .....	208
3.6.2. Класифікація .....	209
3.6.3. Пребіотики .....	210
3.7. Парафармацевтики .....	214
3.7.1. Загальна характеристика .....	214
3.7.2. Класифікація .....	215
3.7.3. Фітодобавки та біокоректори в харчовій промисловості.....	217
3.8. Технологічні аспекти отримання біологічно активних добавок .....	218
3.9. Законодавче регулювання обігу біологічно активних добавок .....	221
3.9.1. Ключові проблеми у сфері обігу біологічно активних добавок .....	221
3.9.2. Регулювання обігу біологічно активних добавок до їжі в країнах Європейського Союзу .....	221
3.9.2.1. Наднаціональне регулювання обігу біологічно активних добавок у країнах ЄС .....	222
3.9.2.2. Визначення «біологічно активна добавка до їжі» .....	223
3.9.2.3. Вимоги до маркування біологічно активних добавок.....	228
3.9.2.4. Нотифікація.....	230
3.9.2.5. Максимально і мінімально допустимі рівні вмісту вітамінів і мінеральних речовин .....	231
<i>Контрольні запитання .....</i>	<i>232</i>
<b>РОЗДІЛ 4. ПРОДУКТИ МІКРОБНОГО СИНТЕЗУ ЯК ХАРЧОВІ ДОБАВКИ .....</b>	<b>234</b>
4.1. Класифікація харчових добавок.....	235

4.2. Підсолоджувачі.....	236
4.2.1. Характеристика деяких підсолоджувачів .....	236
4.3. Підсилювачі смаку та запаху .....	242
4.3.1. Загальна характеристика .....	243
4.4. Консерванти та регулятори кислотності.....	247
4.4.1. Загальна характеристика .....	252
4.4.2. Рецептатура харчових виробів з використанням консервантів та регуляторів кислотності .....	253
4.5. Антиоксиданти .....	255
4.5.1. Загальна характеристика.....	256
4.5.2. Рецептатура харчових виробів з використанням антиоксидантів.....	261
4.6. Стабілізатори, емульгатори та згущувачі .....	262
4.6.1. Загальна характеристика .....	263
4.6.2. Рецептатура харчових виробів з використанням стабілізаторів, емульгаторів та згущувачів.....	268
<i>Контрольні запитання</i> .....	269

## **РОЗДІЛ 5. БІОТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ОДЕРЖАННЯ**

<b>БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ СПОЛУК</b> .....	271
5.1. Олігосахариди та поліюли.....	271
5.1.1. Олігосахариди.....	271
5.1.2. Поліюли.....	274
5.2. Каротиноїди .....	281
5.2.1. Лікопін.....	281
5.2.2. Астаксантин .....	285
5.2.3. Лютеїн .....	287
5.3. Полімери .....	291
5.3.1. Полісахариди .....	291
5.3.2. Поліглутамінова кислота.....	299
5.4. Білок одноклітинних .....	301
5.4.1. Виробництво білка одноклітинних.....	301
5.4.2. Застосування і токсикологія білка одноклітинних.....	302
5.4.3. Білок одноклітинних на високоенергетичних субстратах .....	303

5.4.4. Білок одноклітинних на промислових і сільськогосподарських відходах .....	304
5.4.5. Білок одноклітинних із водоростей .....	305
5.4.6. Економічні аспекти застосування білка одноклітинних.....	305
5.5. Інші біологічно активні сполуки.....	306
5.5.1. Гібереліни.....	306
5.5.2. Мікробні поверхнево-активні речовини .....	308
5.5.2.1. Наноемulsії на основі поверхнево-активних речовин .....	315
5.5.3. 2-Фенілетанол .....	317
5.5.4. Глюконова кислота.....	320
5.5.5. Глутатіон .....	322
5.5.6. D-Тагатоza .....	323
5.5.7. n-Гідроксикорична кислота .....	325
<i>Контрольні запитання</i> .....	327

## **РОЗДІЛ 6. ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНІ ОРГАНІЗМИ**

<b>В ХАРЧОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ</b> .....	330
6.1. Визначення поняття ГМО.....	333
6.2. Досягнення сучасних біотехнологій для отримання модифікованих продуктів харчування .....	335
6.2.1. Жирні кислоти .....	342
6.2.2. Вуглеводи.....	343
6.2.3. Вітаміни.....	344
6.2.4. Мікро- та макроелементи .....	345
6.2.5. Видалення алергенів та антинутриєнтів.....	346
6.2.6. Стійкість до несприятливих факторів навколишнього природного середовища.....	347
6.2.7. Поліпшення поживних якостей худоби та риби.....	349
6.3. Трансгенні рослини як джерело біологічно активних білків ветеринарного та медичного призначення.....	350
6.4. Ринок харчових продуктів, які містять ГМО.....	352
6.5. Способи виявлення генетичної модифікації організмів .....	355
<i>Контрольні запитання</i> .....	360

<b>РОЗДІЛ 7. БІОБЕЗПЕКА ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНИХ ОРГАНІЗМІВ</b> .....	362
7.1. Позитивні та негативні аспекти використання ГМО .....	362
7.1.1. Переваги ГМО .....	363
7.1.2. Можливі ризики ГМО .....	368
7.2. Експертиза генетично модифікованих харчових продуктів .....	372
7.3. Українська законодавча база щодо регулювання ГМО .....	378
7.4. Практичне застосування законодавства щодо ГМО в Україні .....	386
<i>Контрольні запитання</i> .....	389
<b>ЛІТЕРАТУРА</b> .....	391

*Навчальне видання*

**Тетяна Павлівна ПИРОГ, Марія Миколаївна АНТОНЮК,  
Оксана Ігорівна СКРОЦЬКА, Наталія Федорівна КІГЕЛЬ**

# **ХАРЧОВА БІОТЕХНОЛОГІЯ**

*Підручник*

Керівник видавничого проекту *В. І. Зарицький*  
Дизайн обкладинки *О. О. Седих*.  
Комп'ютерна верстка *О. П. Базильчук*

Підписано до друку 03.02.2016. Формат 60×84 1/16.  
Папір офсетний. Друк офсетний. Гарнітура Times New Roman.  
Умовн. друк. аркушів — 23,71. Обл.-вид. аркушів — 17,49.  
Тираж 300.

«Видавництво Ліра-К»  
Свідоцтво № 3981, серія ДК.  
030179, м. Київ, вул. Прилужна 14, оф. 42  
тел./факс (044) 247-93-37; 450-91-96  
Сайт видавництва: [lira-k.com.ua](http://lira-k.com.ua),  
відділ збуту: [lira-k@ukr.net](mailto:lira-k@ukr.net), редакція: [zv\\_lira@ukr.net](mailto:zv_lira@ukr.net)