



Буценко Л.М., Пирог Т.П.

БІОТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ЗАХИСТУ РОСЛИН



УДК 632.93/.95:571(075.8)

Б946

Рецензенти:

Григорюк І.П., член-кор. НАН України, проф., д.б.н.,
Національний університет біоресурсів і природокористування
України;

Пасічник Л.А., ст.н.с., д.б.н., Інститут мікробіології і
вірусології ім.Д.К.Заболотного НАН України;

Щербак О.В., ст.н.с., доц., к.с-г.н., Харківська державна
зооветеринарна академія.

*Рекомендовано Вченою радою Національного університету харчових
технологій як підручник для студентів вищих навчальних закладів.*

Протокол №3 від 31 жовтня 2017 р.

Буценко Л.М., Пирог Т.П.

Б946 Біотехнологічні методи захисту рослин: підручник – К.:
Видавництво Ліра-К, 2024. – 346 с.

ISBN 978-617-7507-56-6

У підручнику висвітлено питання щодо виробництва та застосування біотехнологічних препаратів для захисту рослин від збудників хвороб та шкідників і підвищення врожайності рослин, а також використання методів біотехнології рослин для оздоровлення посадкового матеріалу та створення сортів, стійких до збудників хвороб, шкідників й абіотичних стресів. Проаналізовано історію розвитку біотехнологічних методів захисту рослин, наведено дані про сучасний стан виробництва й застосування біотехнологічних препаратів в Україні. Приділено увагу використанню поверхнево-активних речовин у рослинництві, виробництву та застосуванню стимуляторів росту та мікробних добрив для підвищення продуктивності рослин. Охарактеризовано методологію мікроклонального розмноження рослин та біотехнології отримання безвірусного посадкового матеріалу рослин, методологію генетичної трансформації рослин та описано методи отримання рослин, стійких до комах-шкідників, збудників бактеріальних, грибних та вірусних хвороб рослин.

Для студентів спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» та споріднених спеціальностей (091 «Біологія», 101 «Екологія», 201 «Агрономія», 202 «Захист і карантин рослин», 203 «Садівництво та виноградарство», 208 «Агроінженерія» та ін.), а також для спеціалістів, які працюють у галузі біотехнології та сільського господарства.

ISBN 978-617-7507-56-6

© Буценко Л.М., Пирог Т.П., 2018

© Видавництво Ліра-К, 2018

ЗМІСТ

Передмова	9
Список скорочень	12
РОЗДІЛ 1. Рослиництво як споживач біотехнологічної продукції	13
1.1. Напрями застосування біотехнологій у рослинництві	13
1.2. Класифікація біотехнологічних препаратів для рослинництва	16
1.3. Стан виробництва біотехнологічних препаратів в Україні	17
<i>Контрольні запитання</i>	<i>20</i>
РОЗДІЛ 2. Організми, що завдають шкоди рослинництву, та їхня біологія	21
2.1. Шкідники рослин	22
2.2. Основи фітопатології	28
2.3. Збудники хвороб рослин	32
2.3.1. Віруси	32
2.3.2. Бактерії	38
2.3.3. Мікоплазми	40
2.3.4. Мікроміцети	40
2.4. Чинники патогенності та стійкості	44
2.5. Взаємозв'язок організмів у біоценозі. Природна регуляція чисельності шкідливих організмів	45
<i>Контрольні запитання</i>	<i>49</i>
РОЗДІЛ 3. Методи контролю поширення шкідників та збудників хвороб рослин	50
3.1. Агротехнічні заходи контролю поширення шкідників і збудників хвороб рослин	51
3.2. Хімічний захист рослин	53
3.2.1. Класифікація пестицидів	54
3.2.2. Екологічні проблеми використання пестицидів	55
3.3. Історія розвитку біологічного захисту рослин	58
3.4. Біоконтроль патогенних мікроорганізмів та комах-шкідників	61
3.5. Використання біотехнологічних препаратів в інтегрованому захисті рослин	63
3.6. Препаративні форми біотехнологічних препаратів	65
3.7. Оцінювання якості біотехнологічних препаратів	68
3.8. Безпечність біотехнологічних препаратів для захисту рослин	69
<i>Контрольні запитання</i>	<i>72</i>

РОЗДІЛ 4. Вірусні препарати для захисту рослин та біотехнологічні основи їх виробництва	74
4.1. Віруси, які використовують у захисті рослин	74
4.2. Технологічні особливості виробництва інсектицидних вірусних препаратів.....	76
4.3. Виробництво та використання препаратів для захисту рослин на основі бакуловірусів	77
4.4. Використання фітовірусів для імунізації рослин	81
4.5. Бактеріофаги в захисті рослин	82
<i>Контрольні запитання</i>	<i>84</i>
РОЗДІЛ 5. Препарати на основі біомаси мікроорганізмів для захисту рослин та біотехнологічні основи їх виробництва	85
5.1. Бактерії, що спричиняють хвороби комах, та інсектицидні препарати на їх основі	86
5.1.1. Препарати на основі <i>Bacillus thuringiensis</i>	86
5.2. Бактеріальні препарати фунгіцидної дії.....	93
5.2.1. Виробництво препарату Гаупсин	93
5.3. Бактерії, що спричиняють хвороби гризунів, та родентицидні препарати на їхній основі	94
5.3.1. Препарати на основі <i>Salmonella enteritidis</i> var. <i>Isachenko</i>	95
5.4. Мікроміцети, що спричиняють хвороби комах, та інсектицидні препарати на їхній основі	99
5.4.1. Препарати на основі <i>Beauveria bassiana</i>	102
5.5. Мікроміцетні препарати фунгіцидної дії.....	105
5.5.1. Виробництво препарату Триходермін	105
<i>Контрольні запитання</i>	<i>107</i>
РОЗДІЛ 6. Мікробні метаболіти як препарати для захисту рослин ...	109
6.1. Авермектини.....	109
6.1.1. Загальна характеристика авермектинів	110
6.1.2. Вітчизняний препарат Аверком	111
6.1.3. Інтенсифікація технологій біосинтезу авермектинів	115
6.1.3.1. Оптимізація умов культивування продуцентів.....	115
6.1.3.2. Мутагенез.....	116
6.1.3.3. Метаболічна інженерія.....	117
6.1.3.4. Методи синтетичної біології.....	123
6.2. Антибіотики в захисті рослин.....	125
6.3. Еліситори в захисті рослин	127
6.3.1. Технологічні особливості виробництва та використання препарату Мікосан.....	129
<i>Контрольні запитання</i>	<i>130</i>

РОЗДІЛ 7. Мікробні поверхнево-активні речовини	132
7.1. Перспективи використання мікробних поверхнево-активних речовин у рослинництві	133
7.1.1. Біоремедіація сільськогосподарських угідь.....	134
7.1.1.1. Роль поверхнево активних речовин <i>Acinetobacter calcoaceticus</i> IMB B-7241, <i>Rhodococcus erythropolis</i> IMB Ac-5017 і <i>Nocardia vaccinii</i> IMB B-7405 у біоремедіації ґрунтів.....	136
7.1.1.2. Фіторемедіація.....	139
7.1.1.3. Обмеження та перспективи використання мікробних поверхнево-активних речовин.....	140
7.1.2. Контроль чисельності фітопатогенів.....	146
7.1.2.1. Ліпопептиди.....	146
7.1.2.2. Рамноліпіди.....	151
7.1.2.3. Софороліпіди	154
7.1.2.4. Дія поверхнево-активних речовин <i>Acinetobacter calcoaceticus</i> IMB B-7241, <i>Rhodococcus erythropolis</i> IMB Ac-5017 і <i>Nocardia vaccinii</i> IMB B-7405 на фітопатогенні бактерії	155
7.1.3. Регуляція рослинно-мікробної взаємодії	158
7.1.4. Стимуляція росту рослин	159
7.1.5. Мікробні поверхнево-активні речовини і виробництво пестицидів	160
7.2. Біотехнологічні аспекти одержання мікробних поверхнево-активних речовин.....	161
7.2.1. Використання олійвмісних субстратів для синтезу мікробних поверхнево-активних речовин.....	162
7.2.1.1. Олії як субстрати для синтезу поверхнево-активних речовин	163
7.2.1.2. Синтез поверхнево-активних речовин на відходах виробництва олій	163
7.2.1.3. Використання пересмажених олій для синтезу поверхнево-активних речовин.....	165
7.2.2. Мікробний синтез поверхнево-активних речовин на відходах виробництва біодизелю.....	168
7.2.2.1. Загальна характеристика технології виробництва біодизелю.....	168
7.2.2.2. Технічний гліцерин як субстрат для синтезу мікробних поверхнево-активних речовин.....	169
7.2.3. Оптимізація умов культивування та створення рекомбінантних продуцентів рамноліпідів	171
7.2.4. Інтенсифікація біосинтезу поверхнево-активних речовин на суміші ростових субстратів	173

7.2.5. Фізіологічні основи інтенсифікації синтезу поверхнево-активних речовин <i>Acinetobacter calcoaceticus</i> IMB B-7241, <i>Rhodococcus erythropolis</i> IMB Ac-5017 і <i>Nocardia vaccinii</i> IMB B-7405.....	176
Контрольні запитання	179

РОЗДІЛ 8. Регулятори росту рослин	181
8.1. Класифікація регуляторів росту рослин.....	181
8.2. Загальна характеристика регуляторів росту рослин	183
8.2.1. Гібереліни.....	183
8.2.2. Ауксини	184
8.2.3. Цитокініни.....	185
8.2.4. Абсцизини	186
8.2.5. Етилен	186
8.2.6. Механізми дії фітогормонів на рослини.....	187
8.3. Синтез фітогормонів мікроорганізмами	188
8.3.1. Мікробний синтез ауксинів	191
8.3.2. Мікробний синтез цитокінінів.....	193
8.3.3. Мікробний синтез гіберелінів	194
8.3.4. Синтез фітогормонів дріжджами	197
8.3.5. Узагальнення щодо здатності мікроорганізмів синтезувати фітогормони.....	198
8.4. Синтез фітогормонів продуцентами поверхнево-активних речовин <i>Acinetobacter calcoaceticus</i> IMB B-7241, <i>Rhodococcus erythropolis</i> IMB Ac-5017 і <i>Nocardia vaccinii</i> IMB B-7405.....	200
8.5. Фітогормони як складові комплексних мікробних препаратів.....	205
8.6. Інтенсифікація синтезу мікробних гіберелінів.....	208
8.6.1. Вплив умов культивування на синтез гіберелінової кислоти.....	209
8.6.2. Шляхи підвищення ефективності технологій мікробного синтезу гіберелінів.....	211
8.6.2.1. Удосконалення штамів-продуцентів.....	211
8.6.2.2. Імобілізація клітин-продуцентів	213
8.6.2.3. Синтез гіберелінової кислоти на промислових відходах ...	215
8.7. Створення штамів-надсинтетиків індоліл-3-оцтової кислоти.....	217
Контрольні запитання	219

РОЗДІЛ 9. Біотехнологічні препарати для поліпшення мінерального живлення рослин	221
9.1. Мінеральне живлення рослин та добрива.....	221
9.1.1. Значення азоту для рослин та забезпечення азотного живлення.....	223
9.1.2. Значення фосфору для рослин та забезпечення фосфатного живлення.....	224

9.2. Ефективність використання мікроорганізмів для поліпшення мінерального живлення рослин	225
9.3. Азотні бактеріальні добрива.....	229
9.3.1. Симбіотичні та вільноживучі азот фіксатори.....	232
9.3.2. Препарати азотфіксувальних бактерій та біотехнологічні основи їх виробництва	235
9.4. Фосфатмобілізувальні бактерії та препарати на їхній основі.....	238
9.5. Носії для виготовлення бактеріальних добрив	242
9.6. Комплексні бактеріальні добрива	245
<i>Контрольні запитання</i>	248

РОЗДІЛ 10. Ентомопатогенні найпростіші, нематоди, членистоногі в захисті рослин	249
10.1. Препарати на основі паразитичних найпростіших	249
10.2. Безхребетні фіто- та зоофаги. Ентомопатогенні нематоди	250
10.3. Членистоногі фіто- та зоофаги	252
10.3.1. Особливості масового розмноження членистоногих фіто- та зоофагів.....	258
10.3.2. Масове виробництво трихограми.....	260
<i>Контрольні запитання</i>	263

РОЗДІЛ 11. Мікроклональне розмноження рослин	265
11.1. Культура тканин та клітин рослин як об'єкт біотехнології.....	265
11.2. Етапи клонального мікророзмноження	271
11.3. Методи оздоровлення посадкового матеріалу від вірусної інфекції.....	273
11.3.1. Метод апікальних меристем.....	277
11.3.2. Термотерапія	277
11.3.3. Хіміотерапія.....	278
11.4. Технологія отримання оздоровленого посадкового матеріалу картоплі	280
11.5. Отримання оздоровленого посадкового матеріалу плодово-ягідних культур	283
11.6. Оздоровлення посадкового матеріалу хмелю	285
<i>Контрольні запитання</i>	288

РОЗДІЛ 12. Генетична інженерія для рослинництва	289
12.1. Генетично модифіковані мікроорганізми для використання в рослинництві	289
12.2. Напрями створення генетично модифікованих рослин	291
12.3. Методологія генетичної модифікації рослин.....	297
12.3.1. Основні етапи генетичної модифікації рослин	297
12.3.2. Векторні системи для перенесення генів у рослинні клітини.....	299

12.3.3. Методи перенесення нуклеїнових кислот у рослину	302
12.3.4. Основні етапи агробактеріальної модифікації рослин	306
12.3.5. Гени-маркери для відбору модифікованих клітин та регенерація біотехнологічних рослин	309
12.4. Створення стійких до комах-шкідників біотехнологічних рослин	310
12.4.1. Перенесення гена синтезу інсектицидного протоксину <i>Bacillus thuringiensis</i>	310
12.5. Створення стійких до вірусних хвороб біотехнологічних рослин	312
12.6. Створення стійких до грибних хвороб біотехнологічних рослин	313
12.7. Створення стійких до бактеріальних хвороб біотехнологічних рослин	315
12.8. Створення стійких до гербіцидів біотехнологічних рослин	317
12.9. Створення стійких до абіотичних стресів біотехнологічних рослин	317
12.10. Створення трансгенних рослин з підвищеною продуктивністю та поліпшеними споживчими властивостями	319
12.11. Біобезпека створення та комерційного використання біотехнологічних організмів	319
12.12. Ідентифікація генетично модифікованих рослин	323
Контрольні запитання	326
Список літератури	328
Базові терміни	341

ПЕРЕДМОВА

За даними Організації з сільського господарства і продовольства ООН (FAO), загальні світові втрати рослинництва, спричинені шкідливими організмами, становлять близько 35% потенційної урожайності. Тому заходи щодо захисту сільськогосподарських рослин від шкідників, збудників хвороб, абіотичних стресів та поліпшення живлення рослин набувають першочергового значення. Задля вирішення цих завдань об'єднуються зусилля спеціалістів багатьох галузей. А останнім часом неабиякого значення набуває застосування біотехнології для вирішення проблем рослинництва.

Практика довела, що вирішити завдання контролю шкідливих організмів лише масовим застосуванням пестицидів неможливо. За надмірного використання пестицидів зростають витрати на виробництво рослинної продукції, порушується біологічна рівновага в природі, з'являються раси (штами) патогенів, стійкі до пестицидів, збільшується забруднення середовища та рослинної продукції токсичними речовинами. Тому зростає значення та обсяги застосування біотехнологічних препаратів і методів захисту рослин. Згідно з постановою Ради Європи № 834/2007 від 28 червня 2007 року, біотехнологічні препарати є основним стратегічним еколого-біологічним заходом контролю шкідливих організмів у посівах сільськогосподарських культур органічного землеробства.

Цей підручник є першим в Україні виданням, адресованим студентам, які навчаються на біотехнологічних спеціальностях університетів, та спеціалістам-біотехнологам. Більшість видань з питань біологічного (біотехнологічного) захисту рослин адресовані спеціалістам та студентам аграрного сектора – агрономам, спеціалістам із захисту рослин, селекціонерам. Тому в них висвітлюється лише використання біотехнологічних препаратів та біотехнологічних рослин і залишається поза увагою одержання таких препаратів та рослин.

Автори підручника поставили собі за мету показати, як, одержують біотехнологічні препарати для рослинництва (від