

# СУЧАСНІ МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ЗБУДНИКІВ

## бактеріальних хвороб зернових і овочевих культур виду *Pseudomonas syringae*

**Мета.** Вивчити вплив на фітопатогенні бактерії виду *P. syringae* мікробіологічних препаратів та речовин з елісаторною активністю, а також аналіз стійкості сортів рослин проти збудників бактеріальних хвороб цього виду. **Методи.** Антибактеріальну активність мікробіологічних препаратів, зареєстрованих в Україні на основі *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas aureofaciens*, *Azotobacter chroococcum*, визначали методом лунок на картопляному агарі. Для оцінки елісаторної активності хітозану обробляли вегетуючі рослини томатів розчином хітозану концентрації 0,4% у фазах 2—3 справжніх листки та квітвання. Через добу після другої обробки здійснювали штучну інокуляцію листків, стебел та зав'язі суспензією клітин *P. syringae* pv. *tomato* ІЗ-28 титром  $10^7$  КУО/мл та враховували симптоми штучного зараження. Для визначення стійкості сортів пшениці і томатів штучно інюлювали рослини в умовах вегетаційного будинку суспензією клітин *P. syringae* pv. *atrofaciens* УКМ В-1011 та *P. syringae* pv. *tomato* ІЗ-28 відповідно. **Результати.** Мікробіологічні препарати на основі бактерій *B. subtilis*, *P. fluorescens*, *P. aureofaciens* мали різну антибактеріальну активність щодо збудників базального бактеріозу пшениці *P. syringae* pv. *atrofaciens*, бактеріальної крапчастості томатів *P. syringae* pv. *tomato* та кутастої плямистості огірків *P. syringae* pv. *lachrymans*. Обробка низькомолекулярним хітозаном інфікованих рослин томатів призводила до незначного пригнічення розвитку бактеріальної крапчастості. **Висновки.** Ефективним і економічно виправданим є застосування мікробіологічних препаратів й вищеваних стійких проти збудників бактеріальних хвороб сортів зернових і овочевих культур.

**збудники бактеріальних хвороб, зернові, овочеві культури, заходи захисту, стійкість**

**<sup>1</sup>Л.М. БУЦЕНКО,**  
кандидат біологічних наук

**<sup>2</sup>Л.А. ПАСІЧНИК,**  
доктор біологічних наук  
<sup>1,2</sup>Інститут мікробіології і вірусології  
ім. Д.К. Заболотного НАН України  
вул. Академіка Заболотного, 154,  
м. Київ, 03680, Україна

**<sup>3</sup>Ю.В. КОЛОМІЄЦЬ,**  
доктор сільськогосподарських наук  
<sup>3</sup>Національний університет біоресурсів  
і природокористування України  
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ,  
03041, Україна  
e-mail: [julyja@i.ua](mailto:julyja@i.ua)

Бактеріальні хвороби рослин створюють серйозні проблеми для отримання продукції рослинництва і призводять до значних щорічних втрат у глобальному масштабі [1]. Зростання кількості бактеріальних хвороб у всьому світі має різні причини (зміни клімату, наслідки господарської діяльності людини) і їхнє розуміння є критично важливим для розроблення ефективних стратегій контролю фітопатогенних бактерій [1]. Враховуючи збільшення в останні роки кількості бактеріальних хвороб сільськогосподарських культур і, зокрема, зернових та овочевих культур, пошук перспективних методів контролю фітопатогенних бактерій представляє фундаментальний та практичний інтерес. Особливо зважаючи на те, що комерційних препаратів для захисту рослин від бактеріальних хвороб в Україні не зареєстровано. Одним з наукових напрямів забезпечення одержання високоякісної продукції рослинництва є використання мікробіологічних препаратів для оздоровлення і захисту культурних рослин від збудників бактеріальних хвороб [2]. В основі створення біопрепаратів різної функціональної спрямова-

ності для біоконтролю фітопатогенних бактерій лежить здатність мікроорганізмів проявляти антагоністичну активність проти фітопатогенів і стимулювати захисні механізми рослин. Для одержання мікробіологічних препаратів використовують мікроорганізми родів *Azotobacter*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Agrobacterium* та *Azospirillum*.

За визнанням багатьох дослідників найважливіші з економічної та наукової точок зору бактеріальні патогени зернових і овочевих культур належать до виду *Pseudomonas syringae* [3]. Фітопатогенні бактерії виду *P. syringae* є широкорозповсюдженими патогенами багатьох рослин. Беручи до уваги патогенні властивості бактерій, що віднесені до виду *P. syringae*, вони розділені на 60 патоварів [4]. Відомо, що серед патоварів виду *P. syringae* є як поліфаги, які спричиняють хвороби багатьох видів культурних рослин, так і вузькоспеціалізовані патогени. Зокрема, в Україні на зернових культурах поширені *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*, *Pseudomonas syringae* pv. *atrofaciens*, серед бактеріальних патогенів томатів поширений збудник бактеріальної крапчастості *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, значне поширення має збудник кутастої плямистості огірків *P. syringae* pv. *lachrymans* [5].

Раніше нами встановлено, що переважна більшість фунгіцидів, використовуваних у посівах і насадженнях зернових та овочевих культур, не мають антибактеріальної активності щодо фітопатогенних бактерій виду *P. syringae* [6]. Тому метою роботи було вивчення впливу на збудників бактеріальних хвороб виду *P. syringae* мікробіологічних препаратів та речовин з елісаторною активністю, а також аналіз стійкості сортів рослин проти *P. syringae*.

**Методика досліджень.** Для здійснення досліджень використано штами фітопатогенних бактерій,

які ми ізолювали та отримали із різних колекцій мікроорганізмів (табл. 1).

Антибактеріальну активність мікробіологічних препаратів, зареєстрованих в Україні на основі *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas aureofaciens*, *Azotobacter chroococcum*, визначали методом лунок на картопляному агарі [7]. Рівень антибактеріальної активності препаратів оцінювали за зонами відсутності росту фітопатогенних бактерій, які виражали в міліметрах. Обраховували середній діаметр зон відсутності росту фітопатогенних бактерій за дії препаратів. Якщо зон відсутності росту фітопатогенів не було або їхні розміри становили до 10 мм, то досліджені препарати вважали неактивними, за розмірів зон 10–20 мм — низька антибактеріальна активність, 20–40 — середня, понад 40 мм — висока.

Для дослідження використовували хітозан I (Chitosan from shrimp shells low-viscosity, фірми Sigma), хітозан II (Chitosan, molecular weight: 100,0–300,0; фірми Acros Organics), хітозан III (Chitosan high molecular weight, Deacetylated chitin, Poly (D-glucosamine, фірми Sigma-Aldrich). Для оцінки еліситорної активності хітозану обробляли вегетуючі рослини томатів розчином хітозану у концентрації 0,4%: у фазі 2–3 справжніх листків — 1 обробка, у фазі квітування — 2 обробки. Через добу після другої обробки здійснювали штучну інюкуляцію листків, стебел та зав'язі суспензією клітин *P. syringae* pv. *tomato* I3-28 титром  $10^7$  КУО/мл. Через 14 діб враховували симптоми штучного зараження за раніше розробленою шкалою [8].

Для визначення стійкості сортів пшениці і томатів штучно інюкулювали рослини в умовах вегетаційного будинку суспензією клітин *P. syringae* pv. *atrofaciens* УКМ В-1011 та *P. syringae* pv. *tomato* I3-28 відповідно. Об'єктами дослідження були сорти пшениці озимої Кубус, Патрас, Фаворитка, пшениці ярої Гренні, Печерянка, сорти томатів середньостиглі Зореслав, Фландрія, Легінг та ранньостиглі Оберіг, Атласний, Талан. Результати штучного ураження обліковували за раніше розробленою шкалою [7, 8].

Статистичну обробку результатів виконували за допомогою пакету прикладних програм STA-

### 1. Характеристика штамів фітопатогенних бактерій виду *P. syringae*

Бактеріальна хвороба	Збудник, патовар	Номер штаму	Походження штаму
Базальний бактеріоз пшениці	<i>P. syringae</i> pv. <i>atrofaciens</i>	УКМ В-1011	Українська колекція мікроорганізмів
	<i>P. syringae</i> pv. <i>atrofaciens</i>	9780	Ізольовано із ураженої базальним бактеріозом пшениці сорту Подольнка у Полтавській області України
Бактеріальна крапчастість томатів	<i>P. syringae</i> pv. <i>tomato</i>	140R	Колекція відділу фітопатогенних бактерій Інституту мікробіології і вірусології імені Д.К. Заболотного НАН України
	<i>P. syringae</i> pv. <i>tomato</i>	PstBB-9	Інститут пестицидів та захисту рослин (Сербія)
	<i>P. syringae</i> pv. <i>tomato</i>	I3-28	Ізольовано із уражених бактеріальною крапчастістю томатів у Київській області України
Кутаста плямистість огірків	<i>P. syringae</i> pv. <i>lachrymans</i>	УКМ В-1039	Українська колекція мікроорганізмів
Ореольний бактеріоз вівса	<i>P. syringae</i> pv. <i>coronafaciens</i>	УКМ В-1154	Українська колекція мікроорганізмів
Плямистість листя цукрових буряків	<i>P. syringae</i> pv. <i>aptata</i>	8544	Колекція відділу фітопатогенних бактерій Інституту мікробіології і вірусології імені Д.К. Заболотного НАН України
Типовий штам виду <i>P. syringae</i>		УКМ В-1027	Українська колекція мікроорганізмів

ТІСТІКА v.6.0., t-критерій Стьюдента використали для виявлення статистично значущих відмінностей між групами даних ( $p < 0,05$ ).

**Результати дослідження та їх обговорення.** До недавнього часу спеціалісти вважали бактеріальні хвороби другорядними і економічно неважливими. Однак зміни кліматичних умов і господарська діяльність людини змінюють ситуацію і хвороби рослин, які спричинені фітопатогенними бактеріями, набувають все більшого економічного значення, що зумовлює інтенсифікацію пошуку методів ефективного контролю збудників бактеріальних хвороб. Серед бактеріальних патогенів рослин значним розповсюдженням і шкідливістю визначається вид *P. syringae*. Хвороби, які спричинюють бактерії цього виду на зернових і овочевих культурах, характеризуються утворенням плямистостей на усіх частинах вегетуючих рослин і часто є причиною зниження урожайності та погіршення якості продукції рослинництва.

Здійснено тестування чутливості різних патоварів фітопатогенних бактерій виду *P. syringae* до фунгіцидів (табл. 2), які часто використовують для контролю бактеріальних хвороб рослин за відсутності належної діагностики. Визначено вплив пестицидів на *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* УКМ В-1027 — типовий штам виду; *Pseudomonas syringae* pv. *aptata* 8544 — збудник чорної плямистості листя буряків; *Pseudomonas syringae* pv. *coronafaciens* УКМ

В-1154 — збудник ореольного бактеріозу вівса; *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans* УКМ В-1039 — збудник кутастої плямистості листків огірка; *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* 140R — збудник бактеріальної крапчастості томатів. Встановлено, що чутливість представників різних патоварів виду *P. syringae* до фунгіцидів є однаковою (табл. 2). Фунгіциди беноміл (500 г/кг), тіофанат-метил (700 г/кг), флудіоксоніл (25 г/л), пенконазол (100 г/л) та дифеноконазол (250 г/л) не виявляють антибактеріальної активності стосовно штамів патоварів *P. syringae* ні у рекомендованій до застосування, ні у десятиразово збільшеній концентраціях. Фунгіцид на основі фосетилу алюмінію (800 г/кг) характеризується антибактеріальною дією щодо всіх штамів патоварів *P. syringae* лише у концентрації, що у 10 разів перевищує рекомендовану до застосування.

Антибактеріальну активність щодо штамів патоварів *P. syringae* виявив препарат, що містить у своєму складі манкоцеб (800 г/кг) (табл. 2). Оскільки препарати на основі цієї речовини проявляли найвищу антибактеріальну активність у попередніх дослідах, препарат на основі манкоцебу (800 г/кг) було також протестовано у нижчій за рекомендовану виробником концентрації. Встановлено, що препарат, який містить як активну речовину манкоцеб (800 г/кг), виявляє антибактеріальну активність навіть у десять разів меншій за ре-

## 2. Чутливість фітопатогенних бактерій патоварів *P. syringae* до фунгіцидів

Діюча речовина	Концентрація	Ріст штаму на середовищі з пестицидом				
		<i>P. syringae</i> pv. <i>syringae</i>	<i>P. syringae</i> pv. <i>corona-faciens</i>	<i>P. syringae</i> pv. <i>aptata</i>	<i>P. syringae</i> pv. <i>tomato</i>	<i>P. syringae</i> pv. <i>lachrymans</i>
		УКМ В-1027	УКМ В-1154	8544	140R	УКМ В-1039
Беномил, 500 г/кг	10*PB	+	+	+	+	+
	PB	+	+	+	+	+
Тіофанат-метил, 700 г/кг	10*PB	+	+	+	+	+
	PB	+	+	+	+	+
Флудіоксоніл, 25 г/л	10*PB	+	+	+	+	+
	PB	+	+	+	+	+
Пенконазол, 100 г/л	10*PB	+	+	+	+	+
	PB	+	+	+	+	+
Дифеноконазол, 250 г/л	10*PB	+	+	+	+	+
	PB	+	+	+	+	+
Фосетил алюмінію, 800 г/кг	10*PB	-	-	-	-	-
	PB	+	+	+	+	+
Манкоцеб, 800 г/кг	10*PB	-	-	-	-	-
	PB	-	-	-	-	-
	0,1*PB	-	-	-	-	-
Контроль	+	+	+	+	+	

**Примітки:** «PB» — рекомендована виробником концентрація; «10\*PB» — концентрація, що у 10 разів перевищує рекомендовану виробником; «+» — наявність росту бактерій на середовищі з пестицидом (відсутність впливу пестициду на бактерії), «-» — відсутність росту бактерій на середовищі з пестицидом (антибактеріальна дія пестициду).

комендовану концентрацію. Виходячи з результатів лабораторного вивчення комерційних пестицидів з метою контролю збудників бактеріальних хвороб можуть бути використані препарати, що містять як активну субстанцію манкоцеб. Препарати, які містять як основну діючу речовину беномил, флудіоксоніл, пенконазол, дифеноконазол, тіофанат-метил, не можна використовувати для захисту рослин від фітопатогенних бактерій, оскільки навіть в лабораторних умовах вони зовсім не пригнічують ріст збудників бактеріозів.

Отже, досліджені фітопатогенні бактерії, які уражують зернові й овочеві культури, переважно нечутливі до широкоживаних в сільському господарстві пестицидів.

Серед досліджених комерційних препаратів антимікробною активністю характеризувалися препарати на основі *B. subtilis*, *P. fluorescens* та *P. aureofaciens* (табл. 3). При цьому всі досліджені препарати на

основі *B. subtilis*, *P. fluorescens* та *P. aureofaciens* виявили низьку антибактеріальну дію. Мікробіологічні препарати на основі клітин азотфіксувальних бактерій *Azotobacter chroococcum* не проявляли активності до патоварів виду *P. syringae*, виділених із овочевих і зернових культур. Не встановлено достовірної різниці у чутливості різних патоварів *P. syringae* до мікробіологічних препаратів для контролю фітопатогенів. Наявність у комерційних біопестицидів антибактеріальної активності та численні дані літератури щодо антагоністичної активності бактерій роду *Bacillus* стосовно фітопатогенних бактерій дають підставу стверджувати перспективність застосування мікробних препаратів для контролю фітопатогенних бактерій патоварів *P. syringae*. Однак, низький рівень антибактеріальної активності свідчить і про відсутність спрямованого відбору біологічних агентів із антагоністичною дією стосовно

## 3. Антибактеріальна дія мікробіологічних препаратів для захисту рослин на патовару *P. syringae*

Штам	Діаметр (мм) зон відсутності росту <i>P. syringae</i> за дії препаратів на основі			
	<i>B. subtilis</i>	<i>P. fluorescens</i>	<i>P. aureofaciens</i>	<i>A. chroococcum</i>
<i>P. syringae</i> pv. <i>atrofaciens</i> УКМ В-1011	9,1±3,3	12,0±0,6	8,0±0,4	0
<i>P. syringae</i> pv. <i>atrofaciens</i> 9780	10,8±3,4	10,0±0,5	9,0±0,4	0
<i>P. syringae</i> pv. <i>tomato</i> 140R	12,7±2,2	15,6±3,5	13,2±4,2	0
<i>P. syringae</i> pv. <i>tomato</i> PstBB-9	12,6±2,3	15,5±3,5	14,6±3,8	0
<i>P. syringae</i> pv. <i>tomato</i> I3-28	12,1±2,5	16,1±3,1	13,7±4,1	0
<i>P. syringae</i> pv. <i>lachrymans</i> УКМ В-1039	13,8±2,6	12,0±0,7	9,0±0,5	0
<i>P. syringae</i> УКМ В-1027	11,9±3,2	13,0±0,7	8,0±0,5	0

широко розповсюджених патогенів патоварів *P. syringae*. У перспективі необхідно здійснювати цілеспрямований відбір серед штамів *B. subtilis* та підвищувати активність бактерій, які можуть бути використані у складі препаратів для контролю збудників бактеріальних хвороб овочевих і зернових культур виду *P. syringae*.

Для одержання екологічно безпечної продукції і зниження рівня навантаження пестицидами на зріла необхідність розробки систем захисту на основі біологічно активних речовин, механізм дії яких пов'язаний із стимуляцією природної імунної системи рослин. Широкого застосування набуває амінополісахарид хітозан, який характеризується різноманітною біологічною активністю, зокрема біоцидною, елісаторною, та безпечною для навколишнього середовища [9–11]. Біологічна активність хітозану як елісатора визначається його здатністю індукувати захисні реакції й стійкість рослин проти хвороб.

Встановлено, що препарати хітозану із різною молекулярною масою не мають прямого антибактеріального впливу на фітопатогенні бактерії виду *P. syringae*. За дворазового оброблення вегетуючих рослин томатів розчинами хітозанів встановлено підвищення стійкості рослин проти збудника бактеріальної крапчастості *P. syringae* pv. *tomato* I3-28 лише за використання препарату хітозан І. Зокрема, обробка рослин томатів розчином хітозану І з низькою молекулярною масою призводила до зменшення симптомів бактеріальної крапчастості на усіх вегетуючих органах томатів (табл. 4), що може бути пов'язано з індуквання синтезу захисних ферментів пероксидази, поліфенолоксидази, фенілаланінамміаклази і ліпоксигенази, які беруть участь у формуванні системної стійкості рослин проти бактеріальних хвороб [9]. Згідно з даними літератури ефективнішим щодо збудників бактеріальних хвороб є застосування хітозанів у складі мікробіологічних препаратів, які відзначаються вибірковою дією і високою активністю до фітопатогенів у низьких концентраціях, що дає змогу уникнути їхнього надлишкового накопичення в плодах овочевих культур. Вони інтенсивніше

проникають та метаболізуються в тканинах рослин через листову поверхню, стебла й корені. Визначено раннє підвищення активності антиоксидантних ферментів супероксиддисмутази, каталази, пероксидази і поліфенолоксидази й зниження вмісту малонового альдегіду, що відіграє ключову роль у зниженні окиснювального стресу та індукує системну стійкість рослин томатів проти бактеріальної крапчастості [12].

Вирощування стійких сортів зернових і овочевих культур є однією із перспективних систем біоконтролю фітопатогенних бактерій. Проблема комплексної стійкості генотипів проти найнебезпечніших хвороб до теперішнього часу не вирішена. Причинами цього є генетична складність ознаки, нестабільність генома і мікроеволюційні зміни в системі «господар-патоген», а також виникнення високостійких біотипів патогенів на фоні застосування підвищених обсягів пестицидів [13], поступового зростання тривалості середніх температур вегетаційного періоду, частки монокультури та генетичної однорідності сортів, які вирощують. Для забезпечення селекційних програм необхідною умовою є пошук нових джерел стійкості проти бактеріальних хвороб, що дозволить ефективно і мобільно оптимізувати, прискорити й підвищити результативність селекційного процесу, створити нові сорти та гібриди з високою стійкістю проти збудників хвороб [13].

За штучного ураження досліджуваних сортів пшениці збудником базального бактеріозу *P. syringae* pv. *atrofaciens* УКМ В-1011 спостерігали ураження у вигляді світло-коричневих чи бежевих плям з коричневою або коричнево-бурою облямівкою на лусочках і листках. Характер розвитку некрозів був різним — від окремих плям різного розміру до ураження всієї листової пластинки. Некрози були круглі або видовжені, поширювалися вздовж листової пластинки. Необхідно зауважити, що сорти озимої і ярої пшениці мали різну стійкість за штучної інюкаляції, зокрема розвиток симптомів для сорту Фаворитка дорівнював в середньому 1,5 бала (табл. 5). Меншою стійкістю характеризувалися сорти пшениці ярої Печерянка і Гренні, для яких середній

#### 4. Вплив хітозанів на стійкість рослин томатів сорту Карась проти збудника бактеріальної крапчастості *P. syringae* pv. *tomato* ІЗ-28

Варіант оброблення	Розвиток симптомів за штучної інюкаляції, середній бал			Середня ураженість томата, бал
	Листки	Пагони	Плоди	
Контроль	2,0	3,0	3,0	2,7
Хітозан I	1,5	1,5	1,0	1,3
Хітозан II	3,0	2,5	2,5	2,7
Хітозан III	2,0	3,0	3,0	2,7

бал розвитку симптомів штучного ураження становив 3,5 і 4 бали, за якого спостерігали поширення на поверхні листка та утворення хлоротичної ділянки навколо плями.

Штучне ураження досліджуваних сортів томатів *P. syringae* pv. *tomato* зумовлювало типові симптоми ураження — некрози на стеблі і пожовтіння листків, темно-коричневі плями, недорозвиненість рослин. Сорти Оберіг, Атласний і Зореслав відзначалися більшою стійкістю проти збудника бактеріальної крапчастості, при цьому середній бал розвитку симптомів штучного ураження становив 1,5; 2,0 і 2,0 відповідно. Меншою стійкістю характеризувалися сорти Фландрія, Легінь і Талан, для яких середній бал розвитку симптомів штучного ураження становив 4,0; 3,0 і 3,5, за якого спостерігали ураження до 2/3 поверхні на листках, стеблах та плодах, в'янення верхівки листків рослини, розм'якшення та загнивання плодів (табл. 6).

На теперішній час не створено комерційних сортів томатів, які стійкі проти *P. syringae* pv. *tomato*, хоча деякі види диких томатів мають таку генетично детерміновану стійкість. Показано наявність в досліджуваних лініях томатів високого рівня резистентності до ізолятів каліфорнійської раси R1 [14]. Індекс розвитку хвороби (DSI) стійких ліній варіював від 1,00 до 1,93 за п'ятибальною шкалою залежно від вірулентності ізоляту. Водночас DSI сприйнятливих контрольних сортів Chico III та ONT 7710 коливався в межах 4,70—5,00. Рівень стійкості рослин F1 дорівнював резистентності материнської лінії. З метою пошуку джерел стійкості до рас R0 та R1 *P. syringae* pv. *tomato* вивчено лінії томатів з плодами, які відмінні від традиційного червоного кольору [15]. Лінії L1078 і L1083 з коричнево-червоними (чорними) плодами й L1130 з фіолетово-червоними відзначалися високою стійкістю проти рас R0 та R1. Установлено, що дві лінії з рожевими плодами L1088

#### 5. Стійкість сортів пшениці проти збудника базального бактеріозу *P. syringae* pv. *atrofaciens* УКМ В-1011

Культура	Сорт	Розвиток симптомів штучного ураження на сходах, середній бал
Пшениця озима	Кубус	2,5
	Патрас	2,5
	Фаворитка	1,5
Пшениця яра	Гренні	4,0
	Печерянка	3,5

#### 6. Стійкість сортів томатів проти збудника бактеріальної крапчастості *P. syringae* pv. *tomato* ІЗ-28

Культура	Сорт	Розвиток симптомів штучного ураження на сходах, середній бал
Середньостиглі томати	Зореслав	2,0
	Фландрія	4,0
	Легінь	3,0
Ранньостиглі томати	Оберіг	1,5
	Атласний	2,0
	Талан	3,5

та L584, які стійкі проти раси R1 *P. syringae* pv. *tomato*, можна використовувати в комбінованій й гетерозисній селекції для виведення сортів томатів, що стійкі проти бактеріальної крапчастості.

#### ВИСНОВКИ

Встановлено, що більшість досліджених фунгіцидів не мають антибактеріальної активності, тому застосування цих препаратів для контролю збудників бактеріальних хвороб рослин не є ефективним. Незначну антибактеріальну активність стосовно збудників виду *P. syringae* проявляли препарати, які містять як активну субстанцію манкоцеб. Для контролю збудників бактеріальних хвороб більш перспективними є біологічні препарати з комплексною активністю. Підтверджено антагоністичну активність мікробіологічних препаратів на основі бактерій родів *Bacillus* і *Pseudomonas*, але потрібен

подальший пошук антагоністів, які матимуть спрямовану активність щодо фітопатогенних бактерій роду *P. syringae*. Обробка розчинами хітозану інфікованих рослин томатів призводила до незначного пригнічення розвитку бактеріальної крапчастості. Генетична стійкість набуває вагомого практичного інтересу в комплексному біоконтролі бактеріальних хвороб для зниження втрат врожаю зернових і овочевих культур. Генетична різноманітність, висока здатність до мутацій і подолання генетичних бар'єрів збудника є проблемою для селекціонерів у створенні сортів стійких проти бактеріальних хвороб. Альтернативною стратегією є використання джерел із частковою стійкістю, в якій задіяно кілька неспецифічних генів.

## ЛІТЕРАТУРА

- Sundin G.W., Castiblanco L.F., Yuan X., Zeng Q., Yang C.H. Bacterial disease management: challenges, experience, innovation and future prospects: Challenges in Bacterial Molecular Plant Pathology. *Mol Plant Pathol.* 2016. Vol. 17(9): P. 1506—1518. doi: 10.1111/mp.12436.
- Коломієць Ю.В., Григорюк І.П., Буценко Л.М., Білявська Л.О. Системна дія мікробних препаратів на збудника бактеріальних хвороб рослин томатів. *Агроекологічний журнал.* 2016. № 3. С. 83—89.
- Mansfield J., Genin S., Magori S., Citovsky V., Sriariyanum M., Ronald P., Dow M., Verdier V., Beer S.V., Machado M.A., Toth I., Salmond G., Foster G.D. Top 10 plant pathogenic bacteria in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology.* 2012. Vol. 13. P. 614—629.
- Young J.M. Taxonomy of *Pseudomonas syringae*. *Journal of Plant Pathology.* 2010. Vol. 92 (1). P. S1.5-S1.14.
- Гвоздяк Р.І., Пасічник Л.А., Яковлева Л.М., Мороз С.М., Литвинчук О.О., Житкевич Н.В., Ходос С.Ф., Буценко Л.М., Данкевич Л.А., Гриник І.В., Патики В.П. Фітопатогенні бактерії. Бактеріальні хвороби рослин; за ред. В.П. Патики. Київ: ТОВ «НВП «Інтерсервіс», 2011. 444 с.
- Patyka V., Buletsa N., Pasichnyk L., Zhitkevich N., Kalinichenko A., Gnatiuk T., Butsenko L. Specifics of pesticides effects on the phytopathogenic bacteria. *Ecol. Chem. Eng. S.* 2016. Vol. 23(2). P. 311—331.
- Патики В.П., Пасічник Л.А., Гвоздяк Р.І., Петриченко В.Ф., Корнійчук О.В., Буценко Л.М., Житкевич Н.В., Данкевич Л.А., Литвинчук О.А., Кириленко Л.В., Мороз С.М., Гуляева Г.Б., Гнатюк Т.Т., Калініченко А.В., Хархота М.А. Фітопатогенні бактерії. Методи досліджень. Монографія. Том 2; за ред. В.П. Патики. Вінниця: ВІНДРУК, 2017. 432 с.
- Григорюк І.П., Патики В.П., Коломієць Ю.В., Буценко Л.М., Пасічник Л.А., Теслюк В.В., Таргоня В.С. Виявлення та ідентифікація збудника бактеріальної крапчастості рослин томата *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*: [науково-методичні рекомендації]. Київ, 2016. 40 с.
- Попова Э.В., Домнина Н.С., Коваленко Н.М., Борисова Е.А., Колесников Л.Е., Тютерев С.Л. Биологическая активность хитозана с разной молекулярной массой. *Вестник защиты растений.* 2017. №3(93). С. 28—33.
- Тютерев С.Л. Природные и синтетические индукторы устойчивости растений к болезням. Санкт-Петербург, 2014. 212 с.
- El Hardrami A., Adam L.R., El Hadrami I., Daayf F. Chitosan in Plant Protection. *Marine Drugs.* 2010. Vol. 8(4). P. 968—987.
- Білявська Л.О. Актинобактерії роду *Streptomyces* і їхні метаболіти у біорегуляції рослин. Дис. на здобуття наук. ступеня доктора біол. наук: спец. 03.00.07 Мікробіологія Київ, 2018. 400 с.
- Халилуев М.Р., Шпаковский Г.В. Генно-инженерные стратегии повышения устойчивости томата к грибным и бактериальным патогенам. *Физиология растений.* 2013. Т.60, №6. С. 763—775.
- Stamova L. Resistance to *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* race 1. II International symposium on tomato diseases. *ISHS Acta Horticulturae* 808. 31 January 2009. P. 67—70.
- Ganeva D., Bogatzevska N. Sources of resistance to races R0 and R1 of *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* — agent of bacterial speck on tomato. *Genetika.* 2017. Vol. 49(1). P. 139—149.
- Буценко Л.Н., Пасичник Л.А., Коломиєць Ю.В.  
<sup>1,2</sup>Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, ул. Академіка Заболотного, 154, г. Київ, 03680, Україна  
<sup>3</sup>Національний університет біоресурсів і природопольовання України, ул. Героїв Оборони, 15, г. Київ, 03041, Україна, e-mail: julyja@i.ua

### Современные методы контроля возбудителей бактериальных болезней зерновых и овощных культур вида *Pseudomonas syringae*

**Цель работы** изучение влияния на фитопатогенные бактерии вида *P. syringae* микробиологических препаратов и веществ с элиситорной активностью, а также анализ устойчивости сортов растений против возбудителей бактериальных болезней этого вида. **Методы.** Антибактериальную активность микробиологических препаратов, зарегистрированных в Украине на основе *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas aureofaciens*, *Azotobacter chroococcum*, определяли методом лунок на картофельном агаре. Для оценки элиситорной активности хитозана осуществляли обработку вегетирующих растений томатов раствором хитозана в концентрации 0,4% в фазе 2—3 настоящих листьев и в фазе цветения. Через сутки после второй обработки осуществляли искусственную инокуляцию листьев, стеблей и завязей суспензией клеток *P. syringae* pv. *tomato* IZ-28 титром 10<sup>7</sup> КОЕ/мл и учитывали симптомы искусственного заражения. Для определения устойчивости сортов пшеницы и томатов осуществляли искусственную инокуляцию растений в условиях вегетационного дома суспензией клеток *P. syringae* pv. *atrofaciens* УКМ В-1011 и *P. syringae* pv. *tomato* IZ-28 соответственно. **Результаты.** Микробиологические препараты на основе бактерий *B. subtilis*, *P. fluorescens*, *P. aureofaciens* имели различную антибактериальную активность в отношении возбудителей базальной бактериоза пшеницы *P. syringae* pv. *atrofaciens*, бактериаль-

ной крапчатости томатов *P. syringae* pv. *tomato* и угловатой пятнистости огузцов *P. syringae* pv. *lachrymans*. Обработка низкомолекулярным хитозаном инфицированных растений томатом приводила к незначительному угнетению развития бактериальной крапчатости. **Выводы.** Эффективно и экономически оправдано применение микробиологических препаратов и выращивание устойчивых к возбудителям бактериальных болезней сортов зерновых и овощных культур.

### возбудители бактериальных болезней, зерновые, овощные культуры, меры защиты, устойчивость

<sup>1</sup>Butsenko L., <sup>1</sup>Pasichnyk L., <sup>2</sup>Kolomiets Y., <sup>1</sup>Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of the NAS of Ukraine, 154, Zabolotnoho str., Kiev, Ukraine, 03680  
<sup>2</sup>National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 15, Heroes of Defense str., Kiev, Ukraine, 03041, e-mail: julyja@i.ua

### Modern methods of control of pathogens of bacterial diseases of grain and vegetable crops of the species *Pseudomonas syringae*

**The aim of the work** is to study the effect on phytopathogenic bacteria of the species *P. syringae* of microbiological preparations and substances with aelisytor activity, as well as to analyze the resistance of plant varieties to the causative agents of bacterial diseases of this species. **Methods.** The antibacterial activity of microbiological preparations registered in Ukraine on the basis of *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas aureofaciens*, *Azotobacter chroococcum* was determined by the method of wells on potato agar. To assess the chitosan's helix activity, the vegetative tomato plants were treated with a solution of chitosan at a concentration of 0.4% in the phase of 2—3 true leaves and in the flowering phase. One day after the second treatment, it was carried artificial inoculation of the leaves, stalks, and ovaries with a suspension of cells *P. syringae* pv. *tomato* IZ-28 titer 10<sup>7</sup> CFU/ml and took into account the symptoms of artificial infection. To determine the resistance of wheat and tomato varieties, artificial inoculation of plants was performed in a vegetative house with a suspension of *P. syringae* pv. *atrofaciens* UKM B-1011 and *P. syringae* pv. *tomato* IZ-28, respectively. **Results.** Microbiological preparations based on bacteria *B. subtilis*, *P. fluorescens*, *P. aureofaciens* had different antibacterial activity against pathogens of basal bacteriosis of wheat *P. syringae* pv. *atrofaciens*, bacterial spot of *P. syringae* pv. *tomato* and angular cucumber spot *P. syringae* pv. *lachrymans*. Treatment of infected tomato plants with low-molecular chitosan resulted in a slight inhibition of the development of bacterial mottling. **Conclusions.** Effective and economically viable is the use of biotechnological preparations and the cultivation of the varieties resistant to pathogens of bacterial diseases in vegetable crops.

### pathogens of bacterial diseases, cereals, vegetables, protection measures, resistance

Рецензент:

Бойко А.Л., доктор біологічних наук, професор, академік НААН України  
Інститут агроелементної і природокористування НААН  
Надійшла 29.07.2019 р.