

ВІРУЛЕНТНІСТЬ ШТАМІВ *PSEUDOMONAS SYRINGAE* ІЗ СОРИЗУ (*SORGHUM ORYSOIDUM*) ТА ЇХНЯ СПЕЦІАЛІЗАЦІЯ

М. В. Решетніков¹, Л. М. Буценко², Л. А. Пасічник¹

¹Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України
вул. Академіка Заболотного, 154; м. Київ, 03143, Україна; e-mail: leose@ukr.net, imv_phyto@ukr.net

²Національний університет харчових технологій
вул. Володимирська, 68; м. Київ, 01033, Україна

Мета роботи. Дослідити вірулентні властивості ізольованих із соризу і різних представників соргових культур в Україні штамів *Pseudomonas syringae* та встановити коло чутливості рослин до цих патогенів. **Методи.** Для вивчення вірулентних властивостей використовували десять свіжоізольованих із соризу (*Sorghum orysoïdum*) штамів: *Pseudomonas syringae* 210342, 211141a, 211141, 210341, 21034, 210541b, 210541 та *Pseudomonas* sp. 210521, 21052, 21054, штами-патогени соргових культур із колекції відділу фітопатогенних бактерій Інституту мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України та колекційні штами фітопатогенів, які можуть бути потенційними збудниками бактеріальних хвороб соризу або є збудниками хвороб сільськогосподарських культур, що можуть використовуватись у сівозміні. Вірулентні властивості штамів, ізольованих із соргових, визначали на рослинах роду *Sorghum*. Для встановлення кола чутливих до цих патогенів культур тестували низку рослин, що належать до інших родів і родин, як культурних, так і бур'янів. Штучне зараження проводили в теплиці і в полі шприцом в листову поверхню і стебло бактеріальною суспензією 1×10^9 КУО/мл на всіх фазах розвитку соризу і соргових культур. Облік штучного зараження здійснювали за 7–14 днів за модифікованою нами 6-бальною шкалою. Агресивність бактерій оцінювали за розмірами некрозів, які утворились у місці введення бактеріальної суспензії. Агресивність розраховували як середнє арифметичне отриманих результатів. **Результати.** Встановлено, що штами *P. syringae*, виділені з соризу, були вірулентними для соризу та соргових культур, але гетерогенними за агресивністю. Найбільш агресивними виявилися штами *P. syringae* 211141a, 210341 та 21034. Деякі колекційні штами, виділені з різних культур, проявляли вищу агресивність на сорго цукровому і зерновому, ніж на соризі і суданській траві. Виявлено, що досліджені штами фітопатогенів уражували сегетальну рослинність, найбільш чутливими до досліджених штамів були хвоць польовий, берізка польова, золотарник. Високу агресивність вони виявляли щодо мишію, амброзії полинолистої, тонконога звичайного. Виявлено штами *P. syringae*, що уражують рослини картоплі, буряка, соняшника та томатів. **Висновки.** Штами *Pseudomonas syringae*, виділені з уражених рослин соризу, є вірулентними і здатні інфікувати широкий спектр рослин, зокрема рослини родини соргових, інші види сільськогосподарських культур та різні види сегетальної рослинності. Штами *Pectobacterium carotovorum*, *Xanthomonas vasicola* pv. *holcicola*, *Diskeya chryzanthemy*, *Pantoea agglomerans* можуть бути потенційними збудниками хвороб соргових культур.

Отримані дані свідчать про те, що сегетальна рослинність може слугувати резерватом бактеріальних інфекцій і відігравати певну роль у перенесенні бактеріальних патогенів.

Ключові слова: *Pseudomonas syringae*, бактеріальні хвороби, фітопатогени, агресивність, сориз, соргові культури, сегетальна рослинність.

Вступ. Сориз (*Sorghum orysoïdum*) — злакова сільськогосподарська культура, різновид сорго круп'яного призначення. Попри те, що сориз є однією з форм сорго, саме його основні харчові ознаки, схожі з харчовими ознаками рису, дозволили виділити сориз в окрему групу, що отримала назву сорго ризозерне (*Sorghum orysoïdum*) [1]. Сориз — жаро- та посухостійка культура з підвищеною солевитривалістю. Це дозволяє їй пристосовуватися до несприятливих високих температур довкілля [1–3].

Завдяки великій кількості сортів сориз характеризується значною генотиповою і фенотиповою різноманітністю, що зумовлює широкий спектр використання. Сориз — культура універсального використання, залежно від сорту та призначення. В харчовому виробництві сориз, як і соргові, використовується для виробництва дієтичних продуктів харчування, які набувають у наш час значної актуальності, враховуючи зростання генетичних та алергічних захворювань [1].

Оскільки зміни клімату вимагають перегляду сівозмін на користь посухостійких культур, соргові є одними з найперспективніших сільськогосподарських культур для вирощування в таких умовах на зерно та зелений корм [3; 4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Бактерії, гриби і віруси є основними факторами, які впливають на ріст, розвиток, урожайність сільськогосподарських культур. Попри те, що основними збудниками хвороб соргових культур є мікроміцети [5], фітопатогенні бактерії також завдають значної шкоди сільськогосподарському виробництву, знижуючи кількість і якість вирощеної продукції. Збудники бактеріальних хвороб уражують усі види сільськогосподарських культур, зокрема й рослини роду соргових — сорго цукрове (*Sorghum saccharatum* (L.) Moench.), сорго звичайне, зернове (*Sorghum bicolor*), суданську траву (*Sorghum bicolor* subsp. *drummondii*) [6–8]. На соргових культурах паразитують різні види бактерій: *Acidovorax avenae* subsp. *avenae* (Manns) Willems et al., *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* van Hall, *Xanthomonas vasicola* pv. *holcicola* (Elliott) Vauterin et al., *Paraburkholderia andropogonis* (Gillis et al.) Sawana et al., *Pseudomonas andropogonis* (Smith) Stapp), *Dickeya chrysanthemi* R. Samson et al. [8]. В Україні

виявлено ураження соризу збудником бактеріальної листової плямистості *Pseudomonas syringae* [9]. Цей збудник має дуже широке коло рослин-хазяїв і спричиняє захворювання понад 180 видів рослин, що належать як до однодольних, так і до дводольних [10]. Тому важливо визначити вірулентні властивості штамів, ізольованих в Україні, щодо соргових, інших культурних рослин і сегетальної рослинності, виявити стійкі до ураження культури, що можуть успішно використовуватися в сівозміні.

Мета роботи. Дослідити вірулентні властивості ізольованих із соризу і різних представників соргових культур в Україні штамів *Pseudomonas syringae* та встановити коло чутливості рослин до цих патогенів.

Матеріали та методи. Для вивчення вірулентних властивостей використовували десять свіжоізольованих із соризу штамів: *Pseudomonas syringae* 210342, 211141a, 211141, 210341, 21034, 210541b, 210541 та *Pseudomonas* sp. 210521, 21052, 21054; штамми патогенів соргових культур із колекції відділу фітопатогенних бактерій Інституту мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України: *P. syringae* 8300, 8299, 8301, *X. vasicola* pv. *holcicola* 8662; колекційні штамми фітопатогенів, які можуть бути потенційними збудниками бактеріальних хвороб соризу або є збудниками хвороб сільськогосподарських культур, що можуть використовуватися в сівозміні: *P. syringae* УКМ В-1027^T, *P. syringae* pv. *syringae* УКМ В-1021, *P. syringae* pv. *atrofaciens* УКМ В-1011^T, *P. syringae* pv. *coronafaciens* УКМ В-1154, *Pectobacterium carotovorum* УКМ В-1148, *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* УКМ В-1050, *Diskeya chrysanthemy* УКМ В-1087^T, *Pantoea agglomerans* 7460.

Вірулентні властивості штамів, ізольованих із соргових, визначали насамперед на рослинах роду *Sorghum*: соризу (*Sorghum orysoïdum* (L.) Moench, сорт Титан, сорго цукровому (*Sorghum saccharatum* (L.) Moench.), сорт Силосне 42, сорго звичайному, зерновому (*Sorghum bicolor* subsp. *bicolor*), сорт Свей, суданській траві (*Sorghum bicolor* subsp. *drummondii*), сорт Дніпровська 54. Для встановлення кола чутливих до фітопатогенів культур тестували низку рослин, що належать до інших родів, як культурних — картоплю (*Solanum tuberosum*), буряк столовий

(*Beta vulgaris*), соняшник звичайний (*Helianthus annuus* L.), томат їстівний (*Solanum lycopersicum*), так і бур'янів — плоскуху звичайну (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.), тонконіг звичайний (*Poa trivialis* L.), розрив-траву дрібноцвіту (*Impatiens parviflora* DC.), дикий виноград п'ятилистий (*Parthenocissus quinquefolia*), м'яточник чорний (*Ballota nigra*), осоку парвську (*Carex brevicollis*), золотушник канадський (*Solidago canadensis*), хвощ польовий (*Equisetum arvense* L.), злинку однорічну (*Erigeron annuus*), моркву дику (*Daucus carota* L.), щирицю білу (*Amaranthus albus* L.), осот польовий (*Cirsium arvense* (L.) Scop), щавель горобиний (*Rumex acetosella* L.), талабан польовий (*Thlaspi arvense*), амброзію полинолисту (*Ambrosia artemisiifolia* L.), берізку польову (*Convolvulus arvensis* L.), конюшину лучну (*Trifolium pratense*), лопух (*Arctium* L.).

Штучне зараження проводили в теплиці і полі шприцом у листову поверхню і стебло бактеріальною суспензією 1×10^9 КУО/мл на всіх фазах розвитку соризу і соргових культур. Облік штучного зараження здійснювали за 7–14 днів за модифікованою нами 6-бальною шкалою [11]. Агресивність бактерій оцінювали за розмірами некротичних зон, які утворилися в місці введення бактеріальної суспензії. Повторність дослідів — 3-разова. Агресивність розраховували як середнє арифметичне отриманих результатів.

Результати та їх обговорення. Досліджені десять штамів бактерій, виділені із рослин соризу, мали напівпрозорі колонії сірого кольору. Їхні клітини являли собою грам-негативні рухливі палички. Бактерії — окси-

дазонегативні, утворювали реакцію надчутливості в листках індикаторної культури тютюну (сорт Гавана), що свідчить про їхні патогенні властивості [9].

Виявлено, що основними симптомами ураження рослин соргових є бежеві плями зі світлим центром та бордовою або червоною облямівкою на листі та продовгуваті із щільним коричнево-червоним або темно-бордовим забарвленням на стеблі. Для обліку результатів проявлення штучної інокуляції бактеріями із соргових було модифіковано шкалу оцінювання розвитку патологічного процесу (табл. 1), яка базується на розмірі плям, що утворюються після введення бактеріальної суспензії.

У життєвому циклі та органогенезі соризу, як і сорго, виділено два основних періоди:

1) формування вегетативних органів (коренів, стебел і листя);

2) утворення генеративних органів (суцвіть, квіток, насіння).

Зі свого боку кожен із періодів охоплює кілька стадій (рис. 1), які характеризуються якісними змінами біохімічних реакцій, фізіологічних функцій і органотворювальних процесів. Тому штучне зараження соризу та інших соргових культур проводили на всіх стадіях для визначення оптимальної стадії для інфікування.

У підсумку проведених досліджень, в яких на кожній стадії розвитку рослин соризу проводили штучну інокуляцію ізольованими із соризу та колекційними штамми, нами визначено оптимальні фази для проявлення штучного зараження — стадія трьох листків за інокуляції листків і стадія прапор-

Таблиця 1. Шкала визначення агресивності патогенів соргових за штучного інокулювання різних органів рослин

Агресивність, бали	Симптоми ураження на:	
	листі	стеблі
0	сліди від ін'єкцій	сліди від ін'єкцій
1	бурі плями навколо місця уколу 2–7 мм	бурі плями навколо місця уколу 2–7 мм
2	бурі плями від 8 до 19 мм, ураження 1/3 ширини листка	бурі плями від 8 до 19 мм, ураження 1/3 міжвузля
3	бурі плями від 20 до 30 мм, ураження 1/2 ширини листка	бурі плями від 20 до 30 мм, ураження 1/2 міжвузля
4	некротичне ураження 2/3 листка	ураження всього міжвузля
5	листок уражено повністю, зів'яв, висох	стебло переломлюється у місці ураження

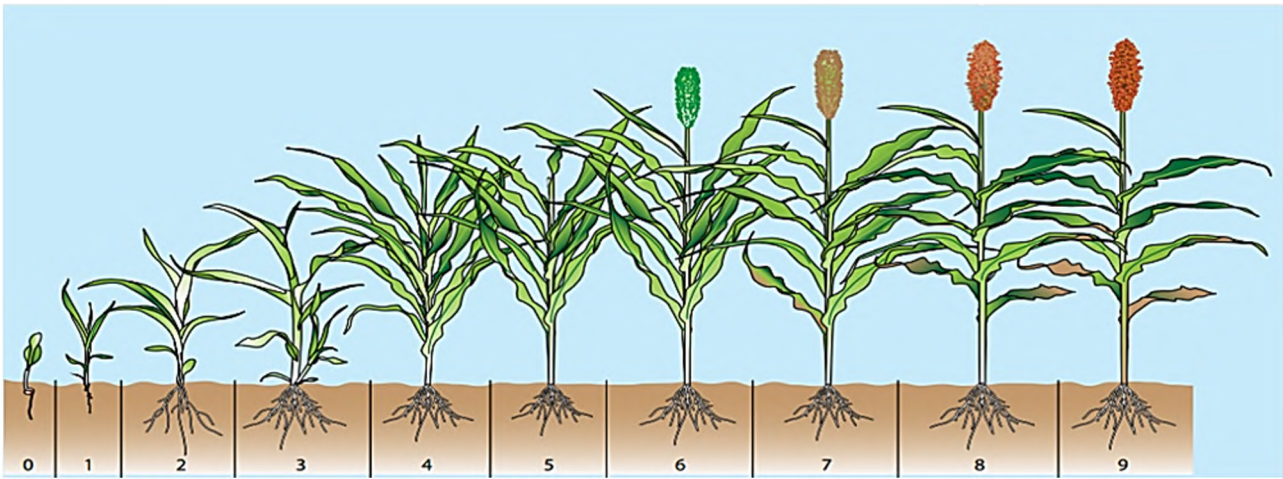


Рис. 1. Стадії розвитку соризу і сорго [12]:

0 — сходи, 1 — стадія трьох листків, 2 — стадія п'яти листків, 3 — стадія гілкування, 4 — стадія прапорцевого або верхівкового листка, 5 — стадія обгортки або зупинки росту, 6 — стадія цвітіння, 7 — стадія м'якого зерна або молочної стиглості, 8 — стадія твердого зерна, 9 — стадія повної фізіологічної стиглості.

цевого або верхівкового листка за інокуляції стебел (табл. 2). Виявлено вплив погодних умов на результати інфікування. Так, під час проходження рослинами 8-ї стадії органогенезу відбулося зниження температури повітря, що уповільнило розвиток інфекції, а підвищення вологості сприяло розвитку грибів, що може спотворити результати штучного зараження рослин.

Виявлено, що за штучного зараження соризу і соргових культур розвивалися симптоми уражень, притаманні збуднику бактеріальної листової плямистості [13; 14]. Встановлено, що виділені із соризу штами *P. syringae* вірулентні для рослин соризу і соргових культур, але гетерогенні за агресивністю. Найвищу агресивність серед свіжоізолюваних ізолятів на рослинах соризу виявили штами *P. syringae* 210541a, 210341, 21034 (рис. 2). Ці штами є високоагресивними і для соргових культур — сорго зернового, сорго цукрового, суданської трави (табл. 3).

Штам 211141 виявився слабоагресивним для соризу і сорго зернового, але сильніше

уражував сорго цукрове і суданську траву. Слабоагресивний штам *P. syringae* 210541 виявився високоагресивним (3 бали) за штучного зараження листків сорго зернового, сорго цукрового і суданської трави. На стеблі прояви штучної інокуляції були значно слабшими. Штам 21541b сильніше уражував сорго цукрове і суданську траву, ніж рослини соризу. Два штами *Pseudomonas* sp. (210521 і 21054) виявилися слабоагресивними для соризу і соргових культур. Штам *Pseudomonas* sp. 21052 — авірулений до всіх досліджених культур (табл. 3), але уражував за штучної інокуляції деякі бур'яни. Інші ізоляти показали низьку або середню агресивність. Про відмінності у патогенності серед різних штамів *P. syringae* повідомляли й інші дослідники [15].

Досліджено патогенні властивості колекційних штамів, ізолюваних із різних сільськогосподарських культур, які можуть бути потенційними збудниками хвороб соргових або інших культур, що використовуються у сівозміні. Деякі колекційні штами *P. syringae* та *P. syringae* pv. *syringae* показали вищу

Таблиця 2. Агресивність *P. syringae* щодо рослин соризу на різних стадіях розвитку

Номер штаму	Агресивність (у балах) за штучної інокуляції соризу на стадії:								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
21034	2	1	1	3	0	0	1	02	н/д
8300	2	1	н/д	н/д	н/д	0	1		н/д

Примітка: «н/д» — не досліджено

Таблиця 3. Агресивність патогенів соргових на рослинах родини соргових (у балах)

Види бактерій	№ штаму	Сориз		Сорго зернове		Сорго цукрове		Суданська трава	
		I	II	I	II	I	II	I	II
<i>P. syringae</i>	210342	1	1	2	1	3	2	3	1
	211141a	2,5	1	2,3	1,5	3	2	3,3	2,5
	211141	1	1	1	0	2,6	2,66	2,6	2,5
	210341	2	1,5	2,3	1,5	3,33	3	3,3	2
	21034	1	2,5	1	2,3	3,33	2,66	3,3	2,3
	210541b	1,3	1	1,66	1	2,6	3,66	2,66	1
	210541a	1	1	3	1	3	1	3	1
<i>Pseudomonas</i> sp.	210521	0	1	0	1	0	0	1	0
	21052	0	0	0	0	0	0	0	0
	21054	0,33	1	1,6	1	1	1	1	1
<i>P. syringae</i> (<i>P. holci</i>)	8300	0,66	1	2	2,5	2	4	2	2,3
	8299	0,3	1	1,33	2	1,66	2,3	2	3
	8301	0	2	0,3	1	0,66	0	0,66	3,5
<i>P. syringae</i>	УКМ В-1027 ^T		1	1	1	1	1	1	1
<i>P. syringae</i> pv. <i>syringae</i>	УКМ В-1021	0	1	1	1	1	0	1	0
<i>P. syringae</i> pv. <i>atrofaciens</i>	УКМ В-1011 ^T	1	3	1,6	1	1,3	3	2	1
<i>P. syringae</i> pv. <i>coronafaciens</i>	УКМ В-1154	0,66	1	0	0	0,66	1	0	0,3
<i>Pectobacterium</i> <i>carotovorum</i>	УКМ В- 1148	1	0,3	1	1	0	0	2	0
<i>X. vasicola</i> pv. <i>holcicola</i>	8662	0	1	0,3	0	0	0	0,66	0
<i>X. oryzae</i> pv. <i>oryzae</i>	УКМ В-1050	0,3	0,3	1	0	1	0	1	0,3
<i>Diskeya</i> <i>chrysanthemum</i>	УКМ В-1087 ^T	0	1	0	0,5	1	0	0,3	0
<i>P. agglomerans</i>	7460	1	0	1	1	1	0,5	1	0,3

Примітка: I — листок, II — стебло.

агресивність на сорго цукровому та сорго зерновому, ніж на соризі й суданській траві. Штам *P. syringae* pv. *atrofaciens* УКМ В-1013, який уражує зернові культури [6], є високоагресивним на рослинах соризу та сорго цукрового, менш агресивним — до інших соргових. Штам *X. oryzae* pv. *oryzae* УКМ В-1050, який уражує рис, за штучного зараження виявився слабоагресивним до всіх досліджува-

них соргових культур. Слабоагресивними до соризу і соргових культур виявилися штами *P. carotovorum*, *X. vasicola* pv. *holcicola*, *D. chrysanthemum*, *P. agglomerans*, які можуть бути потенційними збудниками хвороб.

Із сегетальної рослинності найбільш чутливими до досліджуваних штамів виявилися хвощ польовий, берізка польова, золотарник, розрив-трава (рис. 2), які уражували

більшість досліджуваних штамів, виділених із соризу, та колекційні штами бактерій. Високу агресивність на деяких бур'янах проявили штами 210342, 211141, 210341, 210541a (табл. 4).

Встановлено, що за штучного зараження всі досліджувані штами бактерій були не патогенними для м'яточника чорного та талабану. Лише авірулентний до соризу і соргових культур штам *Pseudomonas* sp. 210521

Таблиця 4. Вірулентні властивості досліджених штамів бактерій щодо бур'янів і культурних рослин

Бур'яни	Агресивність штамів (у балах)													
	1**	2**	3**	4**	5**	6**	7**	8**	9**	10**	11**	12**	13**	14**
Хвощ польовий	1	0	2	1	2	2	1	1	2	1	2	2	2	*
Розрив-трава	0	1	0,33	1	1,33	0	0,66	0	0,66	1,33	1	1	0	0
Осока парвська	0	0	0	2	0	0	0	0	*	*	*	2	*	0
Лопух	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,66	0,33
Золотушник канадський	1	1	3	2	3	2	1	3	1	0	1	1	0	0
Дика морква	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0	2	2	1	*
Щириця біла	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0	1	0	1	2
Щавель горобиний	1	1	0	2	1,5	1	1	*	1	1	1	*	*	*
Амброзія полинолиста	0	1	1	1	0	0	1	*	1	2	1	*	*	*
Берізка польова	0,5	0	2	0,5	1,5	2	1,5	*	1	0	1	1	0	2
Конюшина лучна	*	0	0	0	2,5	1	0	*	*	0	1	1	1	1
Злінка однорічна	*	0	0	0	2,5	1	0	*	*	0	1	1	1	1
Тонконіг звичайний	*	0	0,5	2	0	1	1	*	*	*	0	1	0	*
Плоскуха звичайна	*	*	*	*	*	1	1,5	*	0	2	3	1	1	*
Талабан польовий	0	0	*	0	0	0	*	*	0	*	*	*	*	*
Картопля	0	0	0	*	0	0	0	*	2	2	0	3	*	*
Буряк столовий	0	0	2	3	0	0	1	*	0	3	3	0	*	*
Соняшник звичайний	0	0	0	1	0	1	1	*	0	0	*	1	1	*
Томат їстівний	0	0	0	0	0,5	1	1	*	0	0	*	1	1	*

Примітки: «*» — дані інфікування відсутні, «**» — штами бактерій із соризу і сорго: 1 — 210521, 2 — 21054, 3 — 210342, 4 — 211141a, 5 — 211141, 6 — 210341, 7 — 21034, 8 — 22001, 9 — 210541b, 10 — 210541a, 11 — 8300, 12 — 8299, 13 — 8301, 14 — УКМ В — 1027^Т (типовий).

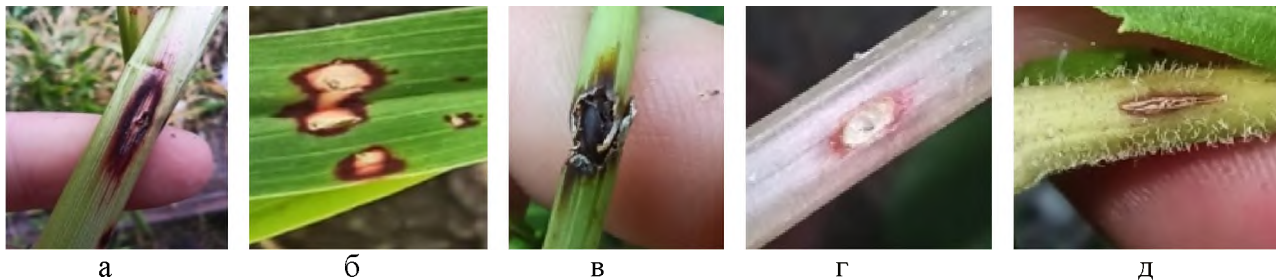


Рис. 2. Ураження штамами *P. syringae*: соризу, а — 21034, б — 210341; в — хвоща польового, 210541b, г — розрив-трави, 21034, д — золотарника, 210341.

виявився вірулентним для винограду дівочого. Деякі із досліджених фітопатогенів уражували рослини картоплі, буряка столового, соняшника й томату (табл. 4).

Висновки. Встановлено, що виділені з уражених рослин соризу штами *Pseudomonas syringae* є патогенними. Вони, крім соризу, уражують рослини родини соргових (сорго цукрове, сорго зернове, суданську траву), деякі інші сільськогосподарські культури, різні види бур'янів (хвощ польовий, берізку польову, золотарник та інші).

Штами *Pectobacterium carotovorum*, *X. vasicola* pv. *holcicola*, *Diskeya chrysanthemum*, *P. agglomerans* можуть бути потенційними збудниками хвороб соргових культур.

Сегетальна рослинність може бути резерватом бактеріальних інфекцій та переносником збудників бактеріальних хвороб. Отримані результати є основою для розроблення методів контролю бактеріальних інфекцій у посівах соргових культур.

ЦИТОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Макаров Л. Х., Скорий М. В. Сориз (технологія, селекція, насінництво, переробка): Монографія. Херсон : Айлант, 2009. 324 с.
2. Федорович Г. Т. Сориз — культура високих потенційних можливостей у посушливих умовах Степу України. *Наукові праці Чорноморського державного університету ім. П. А. Могили комплексу «Києво-Могилянська академія»*. Серія: Екологія. 2011. Т. 150, Вип. 138. С. 43–46.
3. Дремлюк Г. К., Гамандій Л. В., Яланський О. В., Самойленко О. Т., Каражбей Г. М., Безручко О. Обґрунтування стабільності виявлення морфологічних ознак та деяких біологічних особливостей сорго звичайного (двокольорового) (*Sorghum bicolor* L.) за проведення кваліфікаційної експертизи сортів на відмінність, однорідність і стабільність. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2012. № 3. С. 60–64.
4. Каражбей Г. Н., Грынив С. Н., Безручко О. И., Каминская Л. В. Исследование морфологических признаков ржи посевной (*Secale cere-*

ale L.) и сорго обычного (двухцветного) (*Sorghum bicolor* L.). *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2013. № 1(18). С. 69–73.

5. Prom L. K., Adamou H., Issa A., Abdoukadi A. A., Issa K., Bibata A. O., Magill C. Survey of the Prevalence and Incidence of Foliar and Panicle Diseases of Sorghum Across Production Fields in Niger. *Plant Pathology Journal*. 2020. Vol. 19, Is. 2. P. 106–113. <https://doi.org/10.3923/ppj.2020.106.113>

6. Гвоздяк Р. І., Пасічник Л. А., Яковлева Л. М., Мороз С. М., Литвинчук О. О., Житкевич Н. В. ... Патики В. П. Фітопатогенні бактерії. Бактеріальні хвороби рослин / за ред. В. П. Патики. К. : Інтерсервіс, 2011. Том 1. 444 с.

7. Prom L. K., Sarr M. P., Diatta C., Ngom A., Aïdara O., Cisse N., Magill C. The Occurrence and Distribution of Sorghum Diseases in Major Production Regions of Senegal, West Africa. *Plant Pathology Journal*. 2021. Vol. 20, Is. 1. P. 1–10. <https://doi.org/10.3923/ppj.2021.1.10>

8. Horne C. W., Frederiksen R. A. Diseases of Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). <https://www.apsnet.org/edcenter/resources/commonnames/Pages/Sorghum.aspx>

9. Буценко Л., Решетников М. Бактеріальні хвороби соргових культур. *Вісник аграрної науки*. 2022. Т.100, № 1. С. 20–25. <https://doi.org/10.31073/agroviznyk202201-03>

10. Ravindran A., Jalan N., Yuan J. S., Wang N., Gross D. C. Comparative genomics of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* strains B301D and HS191 and insights into intra pathovar traits associated with plant pathogenesis. *Microbiol Open*. 2015. № 4. P. 553–573. <https://doi.org/10.1002/mbo3.261>

11. Яковлева Л. М., Патики В. Ф., Гвоздяк Р. И., Щербина Т. Н. Фітопатогенні бактерії пырея ползучого в посевах пшениці. *Мікробиол. журн.* 2009. Т. 71, № 3. С. 30–37.

12. АРУС. <https://www.facebook.com/arus.com.ua>. URL: <https://www.facebook.com/arus.com.ua/photos/a.164032514409963/817682185711656/?type=3> (дата звернення: 25.04.2023).

13. Nyvall R. F. (1989). Diseases of Sorghum. R. F. Nyvall *Field Crop Diseases Handbook*. Boston, MA: Springer, 1989. P. 465–501. https://doi.org/10.1007/978-1-4757-5221-2_17

14. Anitha K., Das I. K., Holajjer P., Sivaraj N., Reddy Ch. R., Balijepalli S. B. Sorghum Diseases: Diagnosis and Management. V. A. Tonapi, H. S. Talwar, A. K. Are, B. V. Bhat, C. R. Reddy, T. J. Dalton (Eds.). *Sorghum in the 21st Century: Food — Fodder — Feed — Fuel for a Rapidly Changing World*. Singapore : Springer. 2020. P. 565–620.

https://doi.org/10.1007/978-981-15-8249-3_23

15. Gaudet D. A., Kokko E. G. Seedling disease of sorghum grown in southern Alberta caused by seedborne *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*. *Canadian Journal of Plant Pathology*. 1986. Vol. 8, № 2. P. 208–217. <https://doi.org/10.1080/07060668609501828>

Отримано 12.03.2023

<https://doi.org/10.35868/1997-3004.37.61-69>

UDC 579.84:632.35:633.17

VIRULENCE OF PSEUDOMONAS SYRINGAE STRAINS FROM SORIZ (*SORGHUM ORYSOIDUM*) AND THEIR SPECIALIZATION

M. V. Reshetnikov¹, L. M. Butsenko², L. A. Pasichnyk¹

¹D. K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, NAS of Ukraine
e-mail: leose@ukr.net, imv_phyto@ukr.net

²National University of Food Technologies

Objective. To study the virulence properties of *Pseudomonas syringae* strains isolated from soriz and various representatives of sorghum crops in Ukraine and to establish the sensitivity range of plants to these pathogens. **Methods.** Ten strains freshly isolated from soriz (*Sorghum oryzoidum*) were used to study virulence properties, namely: *Pseudomonas syringae* 210342, 211141a, 211141, 210341, 21034, 210541b, 210541, and *Pseudomonas* sp. 210521, 21052, 21054, pathogenic strains of sorghum crops from the collection of the Department of Phytopathogenic Bacteria of D. K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of the National Academy of Sciences of Ukraine and collection strains of phytopathogens that can be potential causative agents of bacterial diseases of soriz or are causative agents of diseases of agricultural crops that can be used in crop rotation. The virulence properties of strains isolated from sorghum were determined on plants of the genus *Sorghum*. To establish the range of crops sensitive to these pathogens, a number of plants belonging to other genera and families, both cultivated and weed, were tested. Artificial inoculation was carried out in the greenhouse and in the field as injection of bacterial suspension of 1×10^9 CFU/mL into the leaf surface and stem at all phases of the development of soriz and sorghum cultures. Accounting for artificial contamination was carried out in 7 to 14 days using a locally modified 6-point scale. Aggressiveness of bacteria was assessed by the size of necrosis that formed at the site of injection of the bacterial suspension. Aggressiveness was calculated as the arithmetic mean of the results. **Results.** *P. syringae* strains isolated from soriz were found to be virulent for soriz and sorghum crops, however, heterogeneous in aggressiveness. The most aggressive strains were *P. syringae* 211141a, 210341, and 21034. Some collection strains, isolated from different cultures, showed higher aggressiveness against sugar and grain sorghum than against soriz and Sudan grass. The studied strains of phytopathogens were found to affect segetal vegetation; the most sensitive to the studied strains were horsetail, field bindweed, goldenrod. They showed high aggressiveness against setaria, ragweed, and common sedge. Strains of *P. syringae* affecting potato, beet, sunflower and tomato plants were identified. **Conclusion.** *Pseudomonas syringae* strains isolated from contaminated sorghum plants are virulent and capable of infecting a wide range of plants, including plants of the sorghum family, other types of agricultural crops, and various types of segetal vegetation. Strains of *Pectobacterium carotovorum*, *Xanthomonas vasicola* pv. *holcicola*, *Diskeya chrysanthemae*, *Pantoea agglomerans* can be potential pathogens of sorghum crops.

The results indicate that segetal vegetation can serve as a reservoir of bacterial infections and play a role in the transfer of bacterial pathogens.

Key words: *Pseudomonas syringae*, bacterial diseases, phytopathogens, aggressiveness, soriz (*Sorghum oryzoidum*), sorghum cultures, segetal vegetation.

REFERENCES

1. Makarov, L. Kh., & Skoryi, M. V. (2009). *Soriz (tehnolohiia, selektsiia, nasinnitstvo, pererobka): Monohrafiia* [Soriz (technology, breeding, seed production, processing): Monograph]. Kherson: Ailant [in Ukrainian].
2. Fedorovych, H. T. (2011). Soriz — kultura vysokikh potentsiinykh mozhlyvostei u posushlyvykh umovakh Stepu Ukrainy [Soriz a crop with high potential in arid conditions of the Ukrainian Steppe]. *Naukovi Pratsi Chornomorskoho Derzhavnogo Universytetu im. P. A. Mohyly kompleksu "Kyievo-Mohylianska Akademiia"* — *Scientific works of the Petro Mohyla Black Sea State University of the complex "Kyiv-Mohyla Academy"*, 150(138), 43–46 [in Ukrainian].
3. Dremluk, H. K., Hamandii, L. V., Yalanskyi, O. V., Samoilenko, O. T., Karazhbei, H. M., & Bezruchko, O. (2012). Obgruntuvannia stabilnosti vyavleniia morfolohichnykh oznak ta deiakykh biolohichnykh osoblyvostei sorho zvychainoho (dvokol'orovoho) (*Sorghum bicolor* L.) za provedennia kvalifikatsiinoi ekspertyzy sortiv na vidmynnist', odnoridnist' i stabil'nist' [Substantiation of stability in identification of morphological traits and some biological features of common (bicolor) sorghum (*Sorghum bicolor* L.) during qualification expertise for distinctness, uniformity, and stability of varieties]. *Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn — Variety Testing and Plant Breeders' Rights Protection*, 3, 60–64 [in Ukrainian].
4. Karazhbei, H. N., Hryniv, S. N., Bezruchko, O. I., Kaminskaia, L. V. (2013). Issledovanie morfologicheskikh priznakov rzhí posevnoi (*Secale cereale* L.) i sorgo obyknovennogo (dvukhtsvetnogo) (*Sorghum bicolor* L.) [Study of morphological characteristics of rye (*Secale cereale* L.) and common (bicolor) sorghum (*Sorghum bicolor* L.)]. *Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn — Variety study and protection of plant variety rights*, 1(18), 69–73. [in Ukrainian].
5. Prom, L. K., Adamou, H., Issa, A., Abdoulkadri, A. A., Issa, K., Bibata, A. O., & Magill, C. (2020). Survey of the Prevalence and Incidence of Foliar and Panicle Diseases of Sorghum Across Production Fields in Niger. *Plant Pathology Journal*, 19, 106–113. <https://doi.org/10.3923/ppj.2020.106.113>.
6. Hvozdiak, R. I., Pasichnyk, L. A., Yakovleva, L. M., Moroz, S. M., Lytvynchuk, O. O., Zhytkevych, N. V. ... Patyka, V. P. (2011). *Fitopatogeni bacteria. Bacteriialni khvoroby roslyn*. [Phytopathogenic Bacteria. Bacterial Plant Diseases] V. P. Patyka (Ed.). Kyiv: Interservice". Vol. 1 [in Ukrainian].
7. Prom, L. K., Sarr, M. P., Diatta, C., Ngom, A., Aidara, O., Cisse, N., & Magill, C. (2021). The Occurrence and Distribution of Sorghum Diseases in Major Production Regions of Senegal, West Africa. *Plant Pathology Journal*, 20, 1–10. <https://doi.org/10.3923/ppj.2021.1.10>
8. Horne C. W., & Frederiksen R. A. (last update 2/12/16). Diseases of Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Retrieved from <https://www.apsnet.org/edcenter/resources/commonnames/Pages/Sorghum.aspx>
9. Butsenko, L., & Reshetnikov, M. (2022). Bacteriialni khvoroby sorgovykh kultur. [Bacterial diseases of sorghum crops]. *Visnyk agrarnoi nauky — Bulletin of Agrarian Science*, 100(1), 20–25 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk2022.01-03>
10. Ravindran, A., Jalan, N., Yuan, J. S., Wang, N., & Gros, D. C. (2015). Comparative genomics of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* strains B301D and HS191 and insights into intra pathovar traits associated with plant pathogenesis. *Microbiol Open*, 4, 553–573. <https://doi.org/10.1002/mbo3.261>
11. Yakovleva, L. M., Patyka, V. F., Hvozdiak, R. I., & Shcherbina T. N. (2009). Fitopatogenne bacterii pyreia polzuchego v posevakh pshe-nitsy. [Phytopathogenic bacteria of creeping thistle in wheat crop]. *Mikrobiolohichnyi zhurnal — Microbiological Journal*, 71(3), 30–37 [in Ukrainian].
12. ARUS. (2018). [Online]. [20 April 2023]. Available from: <https://www.facebook.com/arus.com.ua/photos/a.164032514409963/817682185711656/?type=3>.
13. Nyvall, R. F. (1989). Diseases of Sorghum. In R. F. Nyvall (Ed.) *Field Crop Diseases Handbook*. Boston, MA: Springer (pp. 367–379). https://doi.org/10.1007/978-1-4757-5221-2_17
14. Anitha, K., Das, I. K., Holajjer, P., Sivara-j, N., Reddy, Ch. R., & Balijepalli, S. B. (2020). Sorghum diseases: diagnosis and management. In V. A. Tonapi, H. S. Talwar, A. K. Are, B. V. Bhat, K. R. Reddy, & T. D. Dalton (Eds.). *Sorghum in the 21st century: Food-feed-fodder-fuel for a rapidly changing world* (pp. 565–620). Singapore: Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-15-8249-3_23
15. Gaudet, D. A., & Kokko, E. G. (1986). Seedling disease of sorghum grown in southern Alberta caused by seedborne *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 8(2), 208–217. <https://doi.org/10.1080/07060668609501828>

Received 12.03.2023