

**БАКТЕРІАЛЬНІ ХВОРОБИ СОРГОВИХ
КУЛЬТУР***Л.М. Буценко¹, М.В. Решетніков²*¹доктор біологічних наук

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України

вул. Заболотного, 154, м. Київ, 03143, Україна

e-mail: ¹*l.m.butsenko@gmail.com*, ²*leose@ukr.net*ORCID: ¹0000-0002-3575-4289, ²0000-0002-6297-6629

Надійшла 07.12.2021

Мета. Проаналізувати дані щодо спектра поширених у світі збудників бактеріальних хвороб сорго й оцінити можливості їх інтродукції в Україні та ураженість посівів соризу бактеріальними збудниками. **Методи.** Загальнонаукові (узагальнення, порівняння, системний аналіз), польові (візуальне обстеження посівів соргових культур), мікробіологічні (ізоляція бактерій із уражених рослин, вивчення фізіолого-біохімічних властивостей ізолятів). **Результати.** Найпоширенішими бактеріальними хворобами сорго є бактеріальна плямистість соргових (*Pseudomonas syringae* pv. *syringae*), штрихувата плямистість сорго (*Xanthomonas vasicola* pv. *holcicola*), смугаста плямистість сорго (*Robbsia andropogonis*). Основним симптомом ураження соргових культур збудниками бактеріозів є плямистості на листі та стеблах. Типові для бактеріального ураження симптоми на листках соризу виявляли при обстеженні посівів цієї культури в господарствах Черкаської обл. у 2019–2021 рр. **Висновки.** Фітопатогенні бактерії спричиняють ураження цукрового і зернового сорго в усіх країнах, де вирощують ці культури. Обстеження насаджень сорго і соризу на наявність бактеріальних хвороб потрібно здійснювати у липні – вересні. Нова соргова культура – сориз у польових умовах уражується збудником бактеріальної плямистості соргових *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*.

Ключові слова: сорго, сориз, фітопатогенні бактерії, симптоми хвороб, поширення збудників.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agroviznyk202201-03>

Сорго вирощують як культурну рослину ще з IV ст. до н. е. За посівними площами у світі сорго займає 4-те місце після пшениці, рису і кукурудзи [1]. Найбільші посіви соргових зосереджено в країнах Азії та Африки [1], оскільки ця культура характеризується найбільшою посухостійкістю серед усіх культурних рослин. Зважаючи на зміну кліматичних умов у нашій країні, що пов'язано зі зростанням середньої температури та зменшенням кількості опадів, аграрії все частіше звертають увагу на соргові культури й оцінюють їх як перспективні

для рослинництва України [2, 3]. Серед соргових культур в Україні вирощують сорго зернове, цукрове та трав'янисте (суданська трава). Особливу увагу приділяють зерновому сорго, яке може бути використано для задоволення харчових потреб людини та для виробництва біоетанолу. Кліматичні умови 2020 р. свідчать, що ця культура має величезне стратегічне значення при плануванні пересіву, враховуючи найтяжчі умови [2]. Враховуючи зацікавленість аграріїв зерновим сорго, українські селекціонери працюють над удосконаленням сортів

і технології вирощування нової круп'яної культури із родини соргових — соризу [4].

Інтродукція нового виду соргових, вирощування нових сортів сорго та розширення посівних площ потребує перегляду, з урахуванням сучасних умов рослинництва в Україні, технології вирощування цих культур. Зокрема, слід удосконалити технологію захисту соргових рослин від збудників хвороб, що зумовлено появою нових препаратів для контролю фітопатогенів і зміною спектра патогенних мікроорганізмів. Зважаючи на те, що в умовах зміни клімату передбачається розширення ареалів і зростання шкодочинності передусім фітопатогенних бактерій [5], потрібно приділяти найбільшу увагу саме прогнозуванню поширення фітопатогенних бактерій на соргових культурах. В Україні дослідження збудників бактеріальних хвороб сорго були проведені в середині ХХ ст. і відтоді дані не оновлювалися.

Мета досліджень — проаналізувати дані щодо спектра та шкодочинності поширених у світі збудників бактеріальних хвороб сорго й оцінити можливість їх інтродукції в Україні.

Матеріали та методи досліджень. Матеріалами аналітичного дослідження були дані Європейської та Середземноморської організації з карантину і захисту рослин (<https://gd.erro.int>), дані наукової літератури [6–8].

Для виявлення типових для бактеріального ураження симптомів на рослинах соргових культур здійснювали візуальне обстеження посівів соргових культур (соризу, суданської трави) у дослідних господарствах Уманського національного університету садівництва (ґрунт досліду — чорнозем

опідзолений малогумусний важкосуглинковий на лесі з умістом в орному шарі гумусу — 3,5 %, рухомих сполук фосфору і калію (за методом Чирікова) — 88 і 132 мг/кг відповідно, азоту легкогідролізованих сполук (за методом Корнфілда) — 103 мг/кг, рН_{сop} — 6,2, гідролітична кислотність — 2,26 смоль/кг ґрунту), Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН (ґрунт — сірий лісовий з умістом в орному шарі гумусу — 3,1 %, рухомих сполук фосфору і калію (за методом Чирікова) — 75 і 116 мг/кг відповідно, азоту легкогідролізованих сполук (за методом Корнфілда) — 91 мг/кг, рН_{сop} — 6,7, гідролітична кислотність — 2,31 смоль/кг ґрунту), Інституту зрошувального землеробства НААН (ґрунт — каштановий з умістом в орному шарі гумусу — 3,3 %, рухомих сполук фосфору і калію (за методом Чирікова) — 80 і 98 мг/кг відповідно, азоту легкогідролізованих сполук (за методом Корнфілда) — 89 мг/кг, рН_{сop} — 6,0, гідролітична кислотність — 2,31 смоль/кг), а також приватних аграрних підприємств сіл Маньківка і Соколівка Уманського р-ну Черкаської обл. у 2019–2021 рр.

Ізоляцію бактеріальних збудників із уражених рослин і вивчення їх фізіолого-біохімічних властивостей здійснювали класичними мікробіологічними методами [9]. Для прискорення проведення рутинних мікробіологічних аналізів використовували також тест-системи API 20 NE (Biomérieux) або НЕФЕРМтест 24 (Erba Lachema) за інструкцією виробника.

Результати досліджень. Зі зростанням кількості посівів сорго на території України

1. Бактеріальні хвороби соргових культур (середні дані 2019–2021 рр.)

Назва хвороби		Збудник хвороби
україномовна	англомовна	
Бактеріальна плямистість соргових (червоний бактеріоз, червоний бактеріальний опік соргових)	Sorghum streaky spot	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>syringae</i> (<i>Pseudomonas holci</i>)
Штрихувата плямистість сорго (червоно-коричнева плямистість)	Streaky spot of sorghum	<i>Xanthomonas vasicola</i> pv. <i>holcicola</i>
Смугаста плямистість сорго	Bacterial leaf stripe of sorghum	<i>Robbsia andropogonis</i> (<i>Burkholderia andropogonis</i>)
Плямистість листків суданської трави	Sudan grass leaf spotting	<i>Pantoea ananas</i>

існують ризики збільшення площ, уражених бактеріальними інфекціями, а обізнаність про карантинних шкідників рослин у різних країнах є важливою для створення методів і заходів боротьби з поширенням нових або вже наявних збудників бактеріальних хвороб соргових культур.

Сорго уражується фітопатогенними бактеріями в усіх регіонах вирощування цієї культури [6, 10]. Найчастіше ознаками ураження фітопатогенними бактеріями є плямистості листя та (рідше) стебла. Перші симптоми ураження фітопатогенними бактеріями спостерігаються у липні. Найпоширенішими у світі бактеріальними хворобами соргових культур є бактеріальна плямистість соргових (*Pseudomonas syringae* pv. *syringae*), штрихувата плямистість сорго (*Xanthomonas vasicola* pv. *holcicola*), смугаста плямистість сорго (*Robbsia andropogonis*), плямистість листків суданської трави (*Pantoea ananas*) (табл. 1) [6, 10, 11].

Бактеріальна плямистість соргових (*P. syringae* pv. *syringae*). Хвороба була описана на початку ХХ ст. Бактеріальна плямистість соргових є однією із найбільш вивчених бактеріальних хвороб цих культур [6, 10, 11]. Дані дослідників щодо шкодочинності хвороби дуже різняться. Це можна пояснити постійною наявністю бактерій цього



Симптоми бактеріальної плямистості на соризи

виду на рослинах і розвитком уражень лише за сприятливих погодних умов.

Потрібно зазначити, що бактеріальна плямистість соргових поширена в усіх регіонах вирощування сорго. Наявність збудника в Україні підтверджено співробітниками відділу фітопатогенних бактерій Інституту мікробіології і вірусології НАН України [11].

Симптоми. Першими ознаками ураження збудником бактеріальної плямистості є поява водонасичених плям на листках. Згодом вони висихають і набувають коричневого забарвлення (від бежевого до темно-коричневого). Плями мають характерну червону облямівку, колір якої відрізняється у різних сортів сорго [11].

У польових умовах бактеріальною плямистістю уражуються сорго зернове та цукрове, суданська та джонсонова трава, африканське просо, кукурудза.

Нами за обстеження посівів нової соргової культури — соризу у Черкаській обл. було виявлено рослини з типовими для бактеріальної плямистості сорго ураженнями — плямами на листі солом'яно-жовтого кольору, які мали характерну червону облямівку (рисунок). Ураженість посівів соризу у господарствах Черкаської обл. у 2019–2021 рр. становила 1–1,4%.

Характеристика збудника. Збудник бактеріальної плямистості належить до *P. syringae* pv. *syringae*. Це один із найпоширеніших патогенів виду *P. syringae*, який є поліфагом і спричинює хвороби рослин багатьох видів [12].

P. syringae pv. *syringae* — грамнегативні неспорутворювальні палички, аероби. Рухливі завдяки полярно розташованим джгутикам. Оксидазонегативні. Бактерії виду *P. syringae* характеризуються здатністю індукувати реакцію надчутливості на листках тютюну. Утворюють леван за культивування на середовищах, що містять сахарозу. Не мають аргініндегідролази та пектолітичних ферментів.

Виділені нами ізоляти із уражених рослин соризу були за основними фізіолого-біохімічними ознаками схожі із *P. syringae* pv. *syringae* (табл. 2). Для первинної ідентифікації штамів фітопатогенних бактерій роду *Pseudomonas* за фізіолого-біохімічними ознаками використовують так званий

2. Біологічні властивості ізолятів фітопатогенних бактерій із уражених рослин соризу

Ознака	Ізоляти із соризу	<i>P. syringae</i> pv. <i>syringae</i> (<i>P. holci</i>)	<i>X. vasicola</i> pv. <i>holcicola</i>
Симптоми ураження	Плями з червоною облямівкою на листі	Плями з червоною облямівкою на листі	Смуги коричнево-червоного забарвлення
Колір колоній	Бежеві напівпрозорі	Бежеві напівпрозорі	Жовті слизові
Форма клітин	Палички	Палички	Палички
Забарвлення за Грамом	–	–	–
Рухливість	+	+	+
Флуоресціюючий пігмент	+	+	–
Наявність оксидази	–	–	Не досліджено
Метаболізм глюкози	Аероб	Аероб	Аероб
Утворення лвану	+	+	Не досліджено
Наявність аргініндегідролази	–	–	» »
Індукція реакції надчутливості	+	+	–
Наявність пектатліази	–	–	–

ЛОПАТ-тест. Цей підхід ґрунтується на визначенні 5-ти ознак: здатності до утворення лвану; наявності оксидази; здатності мацерувати рослинні тканини; наявності аргініндегідролази; індукції реакції надчутливості в листках тютюну. Бактерії виду із *P. syringae* продукують лван на середовищі з сахарозою, оксидазонегативні, не продукують пектатліазу й аргініндегідролазу та спричинюють реакцію надчутливості на листках тютюну (ЛОПАТ +- - - +). Ізоляти, які ми виділили з уражених рослин соризу, за цими ознаками належать саме до виду *P. syringae*. Водночас остаточна ідентифікація збудника потребує подальших досліджень.

Отже, нами вперше виявлено бактеріальне ураження соризу в господарствах Черкаської обл.

Джерела інфікування. Джерелами інфікування *P. syringae* pv. *syringae* є насіння та залишки уражених рослин, що не перегнили в ґрунті. В насінні соргових культур збудник зберігається 3 роки, у рослинах, що знаходяться у гербаріях, — 2–3 роки.

Штрихувата плямистість сорго (*X. vasicola* pv. *holcicola*). Збудник поширений у багатьох південних регіонах США, деяких країнах Азії та Африки.

За даними Європейської та Середземноморської організації із захисту рослин

(European and Mediterranean Plant Protection Organization), які розміщено на офіційному сайті цієї організації (<https://gd.eppo.int/taxon/XANTHO/distribution/UA>), збудник штрихуватої плямистості сорго поширений в Україні. Однак ці дані датовано 1988 р. і відтоді досліджень не проводили [13].

В Єгипті та Мексиці з 2018 р. *X. vasicola* pv. *holcicola* включений до переліку карантинних збудників (за даними Європейської та Середземноморської організації із захисту рослин (<https://gd.eppo.int/taxon/XANTHO/categorization>)).

Симптоми. У сприятливі для розвитку хвороби роки збудник може уражувати до 60% рослин, при цьому втрати зеленої маси сягають 25%.

Перші симптоми штрихуватої плямистості спостерігають зазвичай у середині літа на листках рослин соргових культур. Спочатку з'являються водонасичені смуги вздовж листової пластини. Поступово смуги некротизуються і набувають коричнево-червоного забарвлення. За сильного розвитку хвороби смуги можуть розширюватися, охоплюючи більшу частину поверхні листків. Згодом тканини підсихають і листок розривається. Максимальний розвиток симптомів штрихуватої плямистості спостерігають у фазі молочно-воскової стиглості

сорго. За вологої погоди на нижній поверхні листків може утворюватися жовтуватий бактеріальний ексудат, який, висихаючи, перетворюється на кірочки.

Основною шкодою від ураження збудником штрихуватої плямистості є зменшення асиміляційної поверхні листя.

Характеристика збудника. Збудник штрихуватої плямистості сорго належить до виду *Xanthomonas vasicola*, який об'єднує кілька патоварів: *holcicola*, *vasculorum* і *musacearum*, що уражують сорго й цукрову тростину, кукурудзу та банани відповідно [14]. За штучної інюкуляції сорго уражується також *X. vasicola* pv. *vasculorum* [15].

X. vasicola pv. *holcicola* — грамнегативні неспоруютьовальні рухливі аеробні паличкоподібні бактерії. На поживних середовищах бактерії цього патовару формують напівпрозорі слизові колонії жовтого кольору.

Смугаста плямистість сорго (*Robbsia andropogonis*). Збудник смугастої плямистості соргових культур поширений на всіх континентах. Однак не вважається небезпечним [7].

Симптоми. Характерною ознакою ураження *R. andropogonis* є з'явлення на листі та стеблах сорго червоних смуг розміром від кількох міліметрів до кількох сантиметрів. З часом за сприятливих для розвитку хвороби умов розмір смуг збільшується. Смуги за ураження *R. andropogonis* можуть мати забарвлення від світло-коричневого до темно-пурпурового (забарвлення визначається сортом сорго), але вони ніколи не мають облямівки, що є характерним для ураження *P. syringae* pv. *syringae*.

За даними В.Г. Капліна та ін. [8], смугаста плямистість розвивається у періоди посухи, які все частіше трапляються в Україні. Шкодочинність хвороби полягає у зменшенні

продуктивності рослин за значного розвитку симптомів ураження *R. andropogonis*.

Характеристика збудника. До недавнього часу збудник належав до виду *Burkholderia andropogonis*. Філогенетична класифікація виду *B. andropogonis* у роді *Burkholderia* була переоцінена за допомогою філогенетичного аналізу гена 16S рРНК та аналізу мультилокусної послідовності (MLSA). Обидва філогенетичних дерева виявили дві основні групи, названі А та В. Група А охоплювала весь видовий комплекс *Burkholderia*, тоді як група В включала лише види *B. andropogonis* з низьким відсотком подібності з іншими видами роду, від 92 до 95% для послідовностей генів 16S рРНК. У результаті досліджень установлено, що вид *B. andropogonis* представляє новий рід, описаний як *R. andropogonis* [16].

Джерела інфікування. Джерелом інюкулююму патогену є рослинні рештки на поверхні та у верхньому шарі ґрунту, уражене насіння. Під час вегетації збудник поширюється дощем, вітром, комахами.

Запобігання поширенню збудників бактеріальних хвороб сорго. Бактеріальні хвороби соргових і багатьох інших культур досить важко піддаються впливу відомих хімічних препаратів. Тому в основному потрібно застосовувати заходи, які дають змогу запобігати розвитку бактеріозів на полях:

- висівати якісне насіння;
- дотримуватися сівозмін;
- вирощувати сорти, стійкі до поширених у регіоні збудників хвороб;
- вирощувати соргові культури на родючих землях з рН 6,0—6,5;
- висівати насіння в ґрунт за його температури не нижче 21°C.

Висновки

Аналіз даних щодо поширених у світі збудників бактеріальних хвороб сорго дав змогу виявити 3 основні інфекції: бактеріальну плямистість сорго (*Pseudomonas syringae* pv. *syringae*), штрихову (*Xanthomonas vasicola* pv. *holcicola*) та смугасту плямистість сорго (*Robbsia andropogonis*). Обстеження насаджень соргових культур

на наявність бактеріальних хвороб потрібно здійснювати у липні — вересні. Основним симптомом ураження соргових культур збудниками бактеріозів є плямистості на листі та стеблах. Нова соргова культура — сориз у польових умовах уражується збудником бактеріальної плямистості соргових *P. syringae* pv. *syringae*.

Butsenko L.¹, Reshetnikov M.²

D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of NAS of Ukraine, 154 Zabolotnoho Str., Kyiv, 03143, Ukraine; e-mail: ¹l.m.butsenko@gmail.com, ²leose@ukr.net; ORCID: ¹0000-0002-3575-4289, ²0000-0002-6297-6629

Bacterial diseases of sorghum crops

Goal. To analyze the data on the range of pathogens of sorghum bacterial diseases common in the world and assess the possibility of their introduction in Ukraine, and the lesion of sorghum crops by bacterial pathogens. **Methods.** General scientific (generalization, comparison, system analysis), field (visual inspection of sorghum crops), microbiological (isolation of bacteria from affected plants, study of physiological and biochemical properties of isolates). **Results.** The most common bacterial diseases of sorghum are the bacterial

spot of sorghum (*Pseudomonas syringae* pv. *syringae*), the striped spot of sorghum (*Xanthomonas vasicola* pv. *holcicola*), the striatal spot of sorghum (*Robbsia andropogonis*). The main symptom of sorghum crops affected by bacteriosis pathogens are spots on leaves and stems. Symptoms typical of bacterial lesions on soriz leaves were found during the inspection of crops in farms of the Cherkasy region in 2019–2021. **Conclusions.** Phytopathogenic bacteria cause damage to sugar and grain sorghum in all countries where these crops are grown. A Survey of sorghum and soriz plantations for the presence of bacterial diseases should be carried out in July–September. New sorghum crop — soriz in the field is affected by the causative agent of bacterial spot sorghum *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*.

Key words: sorghum, soriz, phytopathogenic bacteria, disease symptoms, spread of pathogens.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovysnyk202201-03>

Бібліографія

1. Ramatoulaye F., Mady C., Fallou S. et al. Production and Use Sorghum. *J. Nutrition Health Food Sci.* 2016. V. 4(1). P. 1–4. doi: 10.15226/jnhfs.2016.00157

2. Середа В.І. Сорго — стратегічна культура степу України. *Аграрник*. 2021. URL: <https://agrarnik.com/stati/item/8463-sorgo-strategichna-kultura-stepu-ukrajini>

3. Овсієнко І.А. Особливості формування урожайності зерна сорго залежно від строків сівби. *Сільське господарство та лісівництво*. 2015. № 1. С. 1–8.

4. Дремлюк Г., Топал І., Влащенко В. Сориз. Умови успіху. *Пропозиція*. 2004. № 4. С. 56–57.

5. Игнатов А.Н., Кошкин Е.И., Андреева И.В. и др. Влияние глобальных изменений климата на фитопатогены и развитие болезней растений. *Агрехимия*. 2020. № 12. С. 1–16.

6. Prom L.K., Sarr M.P., Diatta C. et al. The Occurrence and Distribution of Sorghum Diseases in Major Production Regions of Senegal, West Africa. *Plant Pathology J.* 2021. № 20. P. 1–10.

7. Anitha K., Das I.K., Holajjer P. et al. Sorghum Diseases: Diagnosis and Management. In: Tonapi V.A., Talwar H.S., Are A.K., Bhat B.V., Reddy C.R., Dalton T.J. (eds) *Sorghum in the 21st Century: Food — Fodder — Feed — Fuel for a Rapidly Changing World*. Springer, Singapore. 2020. P. 565–619. doi: 10.1007/978-981-15-8249-3_23

8. Каплин В.Г., Матвиенко Е. В., Коваленко Ш.В. Пораженность сорго полосатой пятнистостью (*Pseudomonas angrogonis* Smith) в Лесостепи среднего Поволжья. *Известия Самарской государственной сельхозакадемии*. Т. 2. 2017. С. 27–31. doi: 10.12737

9. Патики В.П., Пасічник Л.А., Гвоздяк Р.І. та ін. Фітопатогенні бактерії. Методи досліджень:

монографія. Т. 2; за ред. В.П. Патики. Вінниця: Віндрук, 2017. 432 с.

10. de Milliano W.A.J., Frederiksen R.A., Bengston G.D. Sorghum and millets diseases: a second world review. (In En. Summaries in En, Fr, Es.) Patancheru, A.P. 502 324. India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. 1992. 378 p.

11. Гвоздяк Р.І., Пасічник Л.А., Яковлева Л.М. та ін. Фітопатогенні бактерії. Бактеріальні хвороби рослин. Т. 1; за ред. В.П.Патики. Київ: ТОВ НВП «Інтерсервіс», 2011. 444 с.

12. Young J.M. Taxonomy of *Pseudomonas syringae*. *J. of Plant Pathology*. 2010. V. 92 (1, Supplement). P. 5–14.

13. *Xanthomonas vasicola* pv. *holcicola*. Distribution details in Ukraine. *EPPO Global Database*. URL: <https://gd.eppo.int/taxon/XANTHO/distribution/UA>

14. Nakato G.V., Wicker E., Coutinho T.A. et al. A highly specific tool for identification of *Xanthomonas vasicola* pv. *musacearum* based on five Xvm-specific coding sequences *Heliyon*. 2018. V. 4(12). P. e01080. doi: 10.1016/j.heliyon.2018. e01080

15. Byamukama E., Tande C., Nampija M. et al. First report of *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum*, the causal agent of bacterial leaf streak of corn, in South Dakota. *Plant Dis.* 2020. V. 104(6). P. 1851.

16. Lopes-Santos L., Castro D.B.A., Ferreira-Tonin M. et al. Reassessment of the taxonomic position of *Burkholderia andropogonis* and description of *Robbsia andropogonis* gen. nov., comb. nov. *Antonie Van Leeuwenhoek*. 2017. V. 110(6). P. 727–736. doi: 10.1007/s10482-017-0842-6