

БАКТЕРІАЛЬНА ГНИЛЬ ТОМАТІВ ЗА ВИРОЩУВАННЯ У ЗАКРИТОМУ ҐРУНТІ

В.А. БОГОСЛАВЕЦЬ, асистент кафедри екобіотехнології
та біорізноманіття

Ю.В. КОЛОМІЄЦЬ, доцент кафедри екобіотехнології
та біорізноманіття

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Л.М. БУЦЕНКО, старший науковий співробітник

Ю.М. БОГДАН, провідний інженер

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

E-mail: julyja@i.ua

Богославець В. А.: <https://orcid.org/0000-0002-6625-691X>

Коломієць Ю. В.: <http://orcid.org/0000-0002-1919-6336>

Буценко Л. М.: <http://orcid.org/0000-0002-3575-4289>

Богдан Ю. М.: <http://orcid.org/0000-0001-5206-2068>

Анотація. Специфічні умови захищеного ґрунту, відсутність сівозміни, несвоєчасна заміна субстрату, підвищена температура і вологість повітря призводять до накопичення великого числа збудників бактеріальних хвороб, які лімітують збільшення врожайності томатів. Метою роботи було визначити поширеність і етіологію м'якої гнилі томатів за вирощування в захищеному ґрунті та запропонувати заходи контролю збудника. Дослідження проводилося стандартними мікробіологічними та фітопатологічними методами. Патогенні властивості ізолятів збудника вивчали на вегетуючих рослинах томатів із використанням суспензії клітин бактерій титром 10⁷ КУО/мл. Встановлено, що ураженість рослин томатів м'якою бактеріальною гниллю в умовах закритого ґрунту переважає в другій половині вегетаційного періоду. Розвиток хвороби становив 30–34 % за поширеності 45 %. Хвороби рослин томатів у тепличних господарствах Київської області України мають бактеріальне походження, які спричинені збудником м'якої гнилі

P. carotovorum subsp. carotovorum. Характерними симптомами м'якої гнилі томатів є зміна забарвлення, хлороз та некроз листків, порожнистість

стебла, поява вдавлених водонасичених ділянок біля плодоніжки, що супроводжується гниттям плоду. Ефективними заходами контролю можуть бути профілактичні та агротехнічні заходи.

Ключові слова: томати, збудник м'якої гнилі, вірулентність.

Актуальність.

Втрати врожаю овочевих культур через м'які гнилі бактеріальної етіології становлять 30–50 %, залежно від ступеня розвитку хвороби [1]. Збудники хвороб, які є найнебезпечнішими для рослин томатів, поширені в усіх зонах вирощування рослини-хазяїна. Частота й інтенсивність спалахів хвороб різняться за роками й регіонами та залежить від погодно-кліматичних чинників, а також різних ступенів їхньої відповідності екологічним потребам того чи іншого збудника [2]. В Україні на рослинах томатів встановлено поширення збудників чорної бактеріальної плямистості *Xanthomonas vesicatoria*, бактеріального раку *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, бактеріальної крапчастості *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, бактеріального вільту *Ralstonia solanacearum*, м'якої гнилі *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* [3]. Ці збудники уражують рослини впродовж вегетаційного періоду, але найінтенсивніше у фазу плодоутворення. Особливо небезпечними є фітопатогенні бактерії роду *Pectobacterium*, які уражують більшість овочевих культур. До одного з найтипівіших симптомів ураження *P. carotovorum* належить розвиток гнилей. Загниванню можуть піддаватися всі частини рослини, але особливо ті, які багаті водою й запасними поживними речовинами, частіше за їхнього зберігання. Під впливом пектиназ патогена руйнується міжклітинна речовина

і клітини розпадаються й утворюють м'які гнилі. Уражена тканина перетворюється на безформну масу різних кольорів[4].

Збудник м'якої гнилі томата *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* (Jones) Waldee належить до родини *Pectobacteriaceae*. Це небезпечний фітопатоген із широким колом господарів, зокрема, він спричиняє м'яку гниль моркви, картоплі, томатів, листової зелені, сквошу й інших гарбузових, цибулі, зеленого перцю [5]. Для рослини *P. carotovorum* є некотрофним патогеном, призводить до масової мацерації клітин паренхіми внаслідок синтезу ферментів, таких як протеази й пектинази, що призводить до загибелі клітин. Мацерація залежить від таких чинників, як температура і вологість [6].

Початкові ураження збудником м'якої гнилі *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* з'являються на стиглих плодах влітку. Спочатку це світлі або темні плями, згодом тканина навколо плями вдавлюється, стає м'якою й легко відокремлюється. Плями збільшуються, зливаються між собою, уражуючи більшу частину плоду, внутрішня тканина відокремлюється й перетворюється на водянисто-слизисту рідину, яка збирається в нижній частині плоду. Епідерміс лопає, назовні виділяється рідина з неприємним запахом, залишок плоду висихає [7]. Відомо, що зелені плоди є більш сприйнятливими, ніж зрілі, а різниця стійкості між сортами не

встановлена. Процес загнивання в разі ураження зелених плодів протікає повільніше, ніж у зрілих, вони робляться водянистими, прозорими. Дуже часто уражені недозрілі плоди опадають [8].

Перезимівля і збереження патогена відбувається в основному на рослинних рештках, рідше в ґрунті, де патогени витісняються антагоністичною мікробіотою, з яких найбільшу роль відіграють гриби роду *Penicillium*. Бактерії не зберігають свою життєдіяльність за тривалого перебування в ґрунті, наприклад, за температури 0 °С на 21 добу вони вже втрачають свою життєздатність. За ураження сіяньців томата бактерією можлива загибель усієї розсади за короткий проміжок часу [9]. У разі ураженні молодих рослин до фази 5-го справжнього листка, а також сіяньців бактерії *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* спричиняють схожі симптоми з чорною ніжкою томата збудниками, якої є *P. carotovorum* subsp. *asbrosepticum*, патогенні гриби *Pythium* spp., *Phytophthora* spp. і *Rhizoctonia solani* Kuehn [10]. Утворюються первинні некрози на сіяньцях у нижній частині стебла. Дорослі рослини, які старше 5-го справжнього листка, захворюванню чорної ніжки томата не піддаються. Пошкоджені стебла стають темно-бурими, на них розвивається мокра гниль.

У теплиці сприятливими факторами для розвитку є перезволоження ґрунту, висока температура, загущені посіви, відсутність вентиляції. Основне джерело інфекції це рослинні рештки. Бактерії постійно присутні у філо- і ризосфері багатьох сільськогосподарських рослин і бур'янів та здатні передаватися комахами, земляними хробаками, вітром і дощем, під час поливу рослин. Оскільки збудник м'якої гнилі томата має широке коло господарів, тому джерелом можуть

бути посадки даних культур, які розташовані поруч із ділянками томатів. Занесення інфекції на поля або в теплиці може статися також з овочевих сховищ [11, 12].

Тому не втрачають актуальності дослідження симптоматики та умов поширеності й розвитку бактеріальних хвороб під час проведення фітосанітарного обстеження посівів томатів для якомога ранішого визначення виду патогена і своєчасного прийняття заходів захисту.

Метою роботи було визначити поширеність і етіологію м'якої гнилі томатів за вирощування в захищеному ґрунті та запропонувати заходи контролю збудника.

Матеріали та методи досліджень.

Обліки хвороб рослин томатів здійснювали методом спостереженням на стаціонарних ділянках. Відбір проб для аналізу за рівномірного розподілу уражених рослин здійснюють за однією або двома діагоналями ділянки, проби відбирають на рівних відстанях в 10 місцях по 10 рослин на пробу та оцінюють їх за 8-бальною шкалою. Поширеність або частоту виявлення хвороби виражали у відсотках хворих рослин від загальної кількості облікових рослин і розраховували за формулою: $P = n/N \times 100$, де P – поширеність хвороби, %; n – кількість уражених рослин, N – кількість врахованих рослин (уражених і здорових). Розвиток хвороби, як інтегрований показник, визначають за формулою: $R = \Sigma(a \times b)/N$, де R – розвиток хвороби (%); $\Sigma(a \times b)$ – сума добутків кількості уражених рослин (a) на відповідний їм процент ураження (b);

N – загальна кількість врахованих рослин (уражених і здорових) [13].

Рослини томатів з ознаками різного ступеня бактеріального ураження отримували упродовж періоду вегетації з тепличних господарств Київської області України.

Для ізолювання збудника шматочки уражених бактеріями тканин рослин промивали водогінною нестерильною водою, а потім стерильною, гомогенізували в стерильній ступці і висівали на платівки картопляного агару в чашках Петрі. Колонії бактерій, які вирости, відбирали для подальшого дослідження патогенних, морфологічних, біохімічних та фізіологічних властивостей.

Морфологію колоній збудника вивчали на картопляному агарі (КА), вказуючи розмір колоній, форму, структуру, консистенцію, поверхню, профіль країв та колір. Виявлення флуоресцентного пігменту проводили візуально в ультрафіолетовому світлі за вирощування бактерій на м'ясо-пептонному агарі (МПА). Дослідження рухливості клітин проводили в препараті «роздавлена крапля» одностовової культури, вирощеної на м'ясо-пептонному бульйоні (МПБ) і визначали активну рухливість бактерій під мікроскопом SigetaMB-201. Здатність мацерувати рослинні тканини встановлювали на стерильних скибочках бульб картоплі за умов нанесення добових культур досліджуваних бактерій. Наявність або відсутність мацерації визначали візуально [14].

Патогенність виділених ізолятів у лабораторних умовах визначали через штучне зараження стебла й листків рослин томата методом ін'єкції. Наносили краплю бактеріальної суспензії клітин щільністю 1×10^9 КУО/мл (за стандартом мутності) і

пошкоджували поверхню рослини потрійним уколом. Суспензію клітин бактерій готували в день зараження із бактеріальної маси, яка вирости на КА упродовж 1–2 діб у стерильній водогінній воді. Як контроль використовували стерильну водогінну воду. Через 7 та 14 діб на інокульованих рослинах прослідковували розвиток некрозів навколо місця уколу, покоричневіння судин на поздовжньому й поперечному зрізах, в'янення верхівки рослини або листків [14].

Дію хімічних препаратів Гарт (Ukravit), Медян Екстра (Summit-Agro), Чемпіон (Nufarm) на ізоляти бактерій вивчали в лабораторних умовах методом дифузії в агар [15].

Статистичну обробку експериментальних даних здійснювали в програмі Statistica 5.0.

Результати досліджень.

У тепличному господарстві Київської області ознаки водянистої гнилі з'явилися в другій половині вегетаційного періоду (наприкінці липня). Ранніми симптомами було пожовтіння нижніх листків і зміна кольору серцевини і ксилеми стебла на жовто-коричневий. У міру того, як листки в'янули і відмирили, відбувалося поступове пожовтіння до верхньої частини рослин. Потім відбувався поступовий розпад зовнішніх тканин стебла, що призводило до м'якої гнилі і його поздовжнього розщеплення. Спочатку хвороба вражала нижню частину стебла, потім охоплювала все стебло й поширювалася на плоди. Зелені плоди в разі ураження водянистою гниллю зазвичай не втрачали своєї зовнішньої форми: процес загнивання в них протікав повільніше, ніж у зрілих, вони робилися водонасиченими, прозорими

ми. Дуже часто уражені плоди, які не дозріли, опадали.

Облік і спостереження показали, що розвиток даної хвороби в другій і третій декаді липня склав 10–12 %. 3 другої декади серпня, у період плодоношення й дозрівання зазначалося інтенсивний розвиток хвороби. Хвороба характеризувалася появою невеликої маслянистої плями на плоді, яка поступово розросталася і вдавлювалася, м'якоть плоду тим часом розм'якшувалася й перетворювалася у водянисту масу. Процес загнивання у зрілих плодів відбувався впродовж 3–5 діб, водночас шкірка плоду розтріскувалася і з розм'якшеного плоду витікала рідина, що містила клітинний сік і ексудат бактерій. Між тим уражені плоди мали гнилісний неприємний запах. Шкірки уражених плодів не опадали, а залишалися на кущах томатів.

Температура вище 30 °C і вологість до 80 % у теплиці впродовж вегетаційного періоду, особливо сприяла розвитку хвороби, що пов'язано з впливом даних чинників на щільність і динаміку поширення збудника [2]. Бактерії виду *P. carotovorum* мають більш широкий оптимальний температурний діапазон для росту й розвитку хвороби м'якої гнилі (від 25 °C до 39 °C), що сприяє активній колонізації й більш швидкому поширенню через судинну систему рослини [3]. Ураженість рослин томатів м'якою бактеріальною гниллю в умовах закритого ґрунту переважає в другій половині вегетаційного періоду. До кінця вегетації розвиток хвороби на стеблах і плодах досягав 30–34 % за поширеності 45 % (рис. 1).

Під час цвітіння приблизно 25 % рослин томатів були сильно зів'язаними з некротичними верхніми листками. Листкові пластинки нижнього

ярусу були з жовтими, хлорозними краями. Стебла заражених рослин були просочені водою, а всередині були порожніми й некротизованими. Поверхня стебла стає слизистою через розм'якшення поверхневих тканин рослини (рис. 2).

У лабораторних умовах у результаті бактеріологічного аналізу зі стебел і плодів томатів з ознаками ураження нами виділено різні морфологічні типи ізолятів бактерій. Для подальшого аналізу відібрано сіривато-білого кольору, підняті, з перламутровим блиском із лопатевими краями колонії, які характерні для *P. carotovorum*.

У результаті штучного зараження молодих рослин томатів, що здійснювали в умовах теплиці показано, що ізоляти бактерій, які утворюють сіривато-білі колонії, зумовлюють появу однотипних симптомів ураження рослин. Ознаки інфекційного процесу, які простежувалися вже через 7–10 діб, проявлялися у вигляді темно-коричневих плям на поверхні стебла, що швидко витягалися вздовж стебла (рис. 3).

Перевірка патогенності чистих культур збудника м'якої гнилі томата проводилася також на бульбах картоплі. У результаті штучної інокуляції збудником м'якої гнилі томатів поверхня скибочок картоплі покривалася світло-сірим нальотом, у центрі були помітні крапельки ексудату коричневого кольору, скибочки бульб картоплі ставали м'якими, а середина скибочок – увігнута.

Решта виділених нами морфологічних типів ізолятів не виявляла патогенних властивостей за умов штучного зараження рослин томатів.

Вірулентні ізоляти на КА утворювали дрібні однорідні рівномірно

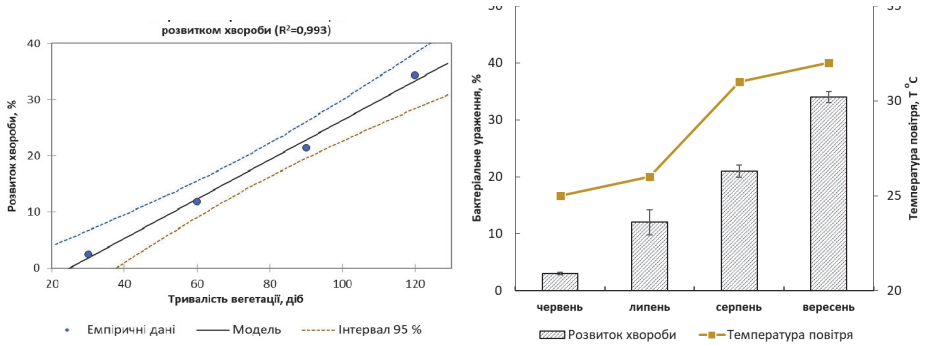


Рис. 1. Динаміка розвитку м'якої гнилі на томатах у тепличних господарствах Київської області 2019 року.



Рис. 2. Симптоми м'якої гнилі на рослинах томатів:
А – ураження листків (хлоротичні зони по краю листка); Б – стебла.



Рис. 3. Симптоми за штучного ураження ізолятами.

1. Морфологічні характеристики колоній вірулентних ізолятів

Розмір колоній	2–4 мм
Форма	Кругла
Колір	Сірувато-білі
Пігмент в середовищі	Не утворювали
Краї	Хвилясті
Консистенція	Щільна
Прозорість	Прозорі, напівпрозорі
Поверхня	Рівна блискуча

підняті блискучі округлої форми, з дуже хвилястими краями колонії, діаметром 2–4 мм (табл. 1).

За морфологічними властивостями клітини ізолятів рухливі палички (розміром 0,6–1,8 x 1,7–5,1 мкм), поодинокі, з'єднані попарно з перитрихальними джгутиками, грам-негативні факультативні анаероби, не спороносні, капсули утворюють, флюоресціюють, утворюють ексудат. Бактерії *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* спричиняють на МПБ помутніння. Патоген володіє комплексом пектолітичних ферментів, розріджує желатин, редукує лакмусове молоко, не виділяє індол, не гідролізує крохмаль, утворює сірководень і аміак, оксидазо- і уреазонегативні.

Оскільки є думка, що джерелом інфекції може бути тепличний субстрат, у якому патогени здатні зберігатися тривалий час, нами було визначено наявність збудника в тепличному субстраті і воді. За мікробіологічного аналізу тепличного субстрату ізолятів типу *P. carotovorum* виявлено не було. Крім того, як джерело інфекції (найбільш характерно для м'якої бактеріальної гнилі овочевих культур) може виступати вода, якщо її забір відбувається з природних водойм. Аналіз води не дав позитивного результату на присутність збудника. За

даними літератури збудник м'якої гнилі томатів *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* здатний поширюватися в природі різними шляхами, а саме за допомогою насіннєвого матеріалу [3].

Проблема поширення м'якої гнилі в теплицях посилюється із-за відсутності дієвих засобів контролю збудника. Тому для запобігання значних втрат у тепличних господарствах можуть бути застосовані профілактичні і агротехнічні заходи, зокрема, чергування культур, видалення хворих рослин, застосування систем крапельного поливу, прибирання рослинних залишків із верхнім (2 ÷ 3 см) шаром ґрунту; періодичне провітрювання теплиць. У лабораторних умовах нами показано, що препарати на основі міді Гарт, Медян Екстра, Чемпіон пригнічували розвиток вірулентних ізолятів. Активнішими відносно ізолятів були препарати Гарт, Чемпіон, зони затримки росту бактерій коливались у межах від 14 до 17 мм. Дещо менш активним виявився препарат Медян Екстра, зони затримки росту не перевищували 13,5 мм.

Обговорення.

Збудники м'якої гнилі належать до виду *Pectobacterium* і є грамнегативними рослинними патогенними

бактеріями, які належать до родини *Pectobacteriaceae*. Разом із видами *Dickeya* ці бактерії є основними патогенними збудники таких хвороб, як чорна ніжка, м'яка гниль стебла і плодів томатів, а також такі овочі, як селера, морква, картопля, перець, баклажан, капуста, салат і ряд сільськогосподарських культур у польових умовах і під час зберігання в усьому світі [16, 17]. Вірулентність і патогенність цих бактерій залежать від їхньої здатності продукувати й секретувати широкий спектр ферментів, що руйнують клітинну стінку, включно з пектацілазами, полігалактуроназами, протеазами і целюлазами, які спричиняють активну мацерацію тканин, гниття й подальшу загибель усієї рослини [18, 19]. Опинившись всередині рослини, вони можуть поширюватися судинами й міжклітинним простором суберизованих або паренхіматозних тканин. Підвищення температури і вологості стає поштовхом для розвитку хвороби.

Упродовж вегетаційного періоду 2019 року симптоми м'якої гнилі на рослинах томатів ми спостерігалися в тепличному господарстві Київської області. Після першого врожаю промоклі ділянки були виявлені на стеблах томатів із подальшою мацерацією тканин, що супроводжувалося в'яненням цілих рослин. Тип спостережуваних симптомів на тканинах вказував на можливе зараження фітопатогенними бактеріями. Розвиток хвороби був на рівні 30–34 % у вересні за температури 32 °C і вологості до 80 %. За нашими даними температура і вологість є вирішальними факторами для розвитку симптомів м'якої гнилі (коєфіцієнти кореляції $r=0,95$ і $r=0,68$, за $p < 0,05$ відповідно). Вони впливають на мацерацію тканини, швидкість рос-

ту патогена, його здатність продукувати ферменти, що руйнують клітинну стінку рослини і його рухливість [20]. Симптоми м'якої гнилі можуть бути спричинені бактеріями, які належать до родів *Pectobacterium*, *Pseudomonas*, *Dickeya*. Saygılı H. і ін. повідомили, що взимку й ранньою весною в декількох комерційних теплицях із пластиковим покриттям у Мармарисі та Антакьї, розташованих у східному середземноморському регіоні Туреччини, були виявлені рослини і плоди томата з м'якою гниллю. Захворюваність становила близько 20–25 % і 80–90 % в теплицях Мерсин і Антакьї, відповідно. Вони повідомили про нові симптоми хвороби м'якої гнилі на плодах томатів, спричиненої *P. viridiflava*, *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* і *P. chrysanthemi* в Туреччині [21].

Наші дослідження зосереджені на вивченні етіології захворювання і виявлення збудника м'якої гнилі томатів у Київській області. Наше дослідження показало, що точна оцінка різних типів симптомів має значення для комплексного розуміння епідеміології *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* і його вплив на посіви томатів. Послідовність симптомів на деяких рослинах виявило, що прогресування захворювання відбувалося від хлорозу (пожовтіння нижніх листків і жовто-коричнева зміна кольору серцевини і ксилеми стебла) і/або в'янення до часткового або повного висихання рослини, що супроводжувалося потемнінням судинної тканини й мацерацією тканину стеблі і плодах. Результати узгоджуються із дослідженнями Çetinkaya-Yıldız R. і Aysan Y., які показали, що збудник м'якої гнилі стебла томатів *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* спричиняв в'янення цілих рослин томатів,

виникнення водянистих плям на стеблах, потемніння судинної тканини, опускання серцевини та м'яке гниття стебла і плодів. Розвиток симптомів починався з коренів або листків простоків у теплицях [22].

На основі морфологічних, біохімічних і культуральних характеристик, пектолітичної активності на скибочках картоплі два ізоляти були ідентифіковані як *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*. Бактерії, виділені з уражених стебел, утворювали напівпрозорі білого кольору колонії на картопляному агарі. Бактерії були грамнегативними, оксидазо-негативними, аргінін-дегідралазо-негативними, каталазо-позитивними та факультативними анаеробами. Кислоту утворювали з D(+)-глюкози, D-манітола, сахарози, D(+)-целобіози, L(+)-раманози, L(+)-арабінози, D (+)-галактози і D (+)-трегалози й не продукували з D-арабінози, D-сорбіту й мальтози. Інші автори також повідомили про переваги використання біохімічних тестів, на основі яких вид *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* можна відрізнити від інших видів *Pectobacterium* [23]. Штами *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* на відміну від *P. carotovorum* ssp. *atrosepticum* або *Dickeya* spp. не утворюють кислоти з α -метил глюкозиду та мальтози, але утилізують лактозу і трегалозу, і не продукують індол або лецитиназу [24].

Головними джерелами інфекції збудників бактеріальних хвороб є рослинні залишки. За гниття рослинних залишків, бактерії потрапляють у ґрунт і переносяться ґрунтовою водою, заражаючи сусідні рослини. Czajkowski R. і ін. показали, що бактерії в ґрунті також можуть колонізувати коріння томатів і згодом переміщатися судинною системою здорових рослин [25]. Потрапивши в

стебла, бактерії не обов'язково спричиняють гниття стебла (чорна ніжка) і можуть виживати в прихованій формі до сприятливих умов навколишнього середовища.

Висновки та перспективи.

Хвороби рослин томатів у тепличних господарствах Київської області України мають бактеріальне походження. Ураженість рослин томатів м'якою бактеріальною гниллю в умовах закритого ґрунту переважає в другій половині вегетаційного періоду. Розвиток хвороби становив 30–34 % за поширеності 45 %. Ідентифікація збудника м'якої гнилі *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* є важливими для розроблення ефективних стратегій захисту. Постійно контролюючи параметри температури, вологості повітря і ґрунту в теплицях і підтримуючи їх на оптимальному для рослин рівні, можна до певної міри перешкоджати розвитку хвороб. Ефективним для контролю збудника м'якої гнилі *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* є застосування препаратів на основі міді Гарт, Медян Екстра, Чемпіон.

References

1. Kolomiets, Y.V. (2017) Bacterial diseases of tomato plants. Factors of experimental evolution of organisms, 20, 207–210.
2. Kolomiets, Y.V., Grigoryuk, I.P., Chaika, V.M., Butsenko, L. M. & Gorbatenko, L. Y. (2017) Features of the manifestation and prevalence of bacterial diseases in tomato plantings in Ukraine. Quarantine and plant protection, 7–9, 4–8.
3. Kolomiets, Y.V., Grygoryuk, I.P. & Butsenko, L.M. (2017) Bacterial diseases of tomato plants. Monograph. Kyiv: CP Kompyrnt, 348 p.

4. Campos, H. & Ortiz, O. (2020) The Potato Crop. Its Agricultural, Nutritional and Social Contribution to Humankind. Springer, 506 p.
5. Caruso, A., Licciardello, G., La Rosa, R., Catara, V. & Bella, P. (2016) Mixed infection of *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* and *P. carotovorum* subsp. *brasiliensis* in tomato stem rot in Italy. *Journal of Plant Pathology*, 98 (3), 661–665. doi 10.4454/JPP.V98I3.062
6. Pasanen, M., Laurila, J., Brader G., Palva E.T., Ahola V., van der Wolf J., Hannukkala A. & Pirhonen M. (2013) Characterisation of *Pectobacterium wasabiae* and *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* isolates from diseased potato plants in Finland. *Annals of Applied Biology*, 163(3), 403–419. doi 10.1111/aab.12076
7. Ghazzawi, A.I.A., Ghoura, Abu.M., Beig, Al. N., Jaloul, A. & Mando J. (2012) First report of *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* causing stem rot on greenhouse tomatoes in Syria. *Journal of Plant Pathology*, 94(4), S4.85–S4.105. doi10.4454/JPP.V95I4SUP.025
8. Jaramillo A., Huertas C.A. & Gómez E.D. (2017) First report of bacterial stem rot of tomatoes caused by *Pectobacterium carotovorum* subsp. *brasiliense* in Colombia. *Plant Disease*, 101 (5), 810–820. <https://doi.org/10.1094/PDIS-08-16-1184-PDN>
9. Akhatov, A.K., Hannibal, F.B., Meshkov, Yu.I., Dzhalilov, F.S., Chizhov, V.N., Ignatov, A.N., Polishchuk, V.P., Shevchenko, T.P., Borisov, B.A., Stroykov, Y.M. & Beloshapkina, O.O. (2013) Diseases and pests of vegetable crops and potatoes. Moscow, 446 p.
10. Kettani-Halabi, M., Terta, M. Amdan, M., El Fahime el, M., Bouteau, F. & Ennaji, M.M. (2013) An easy, simple inexpensive test for the specific detection of *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* based on sequence analysis of the *pmrA* gene. *BMC Microbiol*, 13, 176–186. <https://doi.org/10.1186/1471-2180-13-176>
11. Bykova, G.A. & Belykh, E.B. (2011) Features of the protection of vegetables in greenhouses from bacteriosis. *Plant Protection and Quarantine*, 32–35.
12. Grishechkina, L.D. (2011) Problems of protecting vegetables from diseases in greenhouses. *Plant Protection and Quarantine*, 16–18.
13. Hryhoriuk, I.P., Patyka, V.P., Kolomiets, Yu.V., Butsenko, L.M., Pasichnyk, L.A., Tesliuk, V.V. & Tarhonia, V.S. (2016) Identification of the causative agent of bacterial speck of tomato plants *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*. Kyiv: CP Kompyrnt, 40 p.
14. Patyka, V., Pasichnyk, L., Butsenko, L., Petrychenko, V., Zubachev, S., Dankevych, L., Gnatiuk, T., Huliaieva, H., Tokovenko, I., Kalinichenko, A., Suszanowich, D., Kurash, P., Patyka, T., Karpenko, V., Kirilenko, L. & Demchenko, A. (2019) Express diagnostics of phytopathogenic bacteria and phytoplasmas in agrophytocenosis. Guidelines. Publisher Wydawnictwo I Drukarnia Swietego Krzyza, Opole, Poland, 86 p.
15. Kolomiets, J.V., Grygoryuk, I.P. & Butsenko, L.M. (2017) Bacterial diseases of tomatoes plant in terms of open and covered growing of Ukraine. *Annals of Agrarian Science*, 15(2), 213–216.
16. Asma, A., Musharaf, A., Azra, N., Sana, Z.K. & Zahoor, A. (2015) Characterization of the causal organism of soft rot of tomatoes and other vegetables and evaluation of its most aggressive isolates. *American Journal of Plant Sciences*, 6, 511–517. doi10.4236/ajps.2015.64055.
17. Naas, H., Sebahia, M., Orfei, B., Rezzonico, F., Buonauro, R. & Moretti, C. (2018) *Pectobacterium carotovorum* subsp. *brasiliense* and *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* as causal agents of potato soft rot in Algeria. *European Journal of Plant Pathology*, 151, 1027–1034. <https://doi.org/10.1007/s10658-018-1438-3>
18. Zaczek-Moczydłowska, M.A., Fleming, C.C., Young, G.K., Campbell, K. & O'Hanlon, R. (2019) *Pectobacterium* and *Dickeya* species detected in vegetables in Northern Ireland.

- European Journal of Plant Pathology, 154, 635–647. <https://doi.org/10.1007/s10658-019-01687-1>
19. Maisuria, V.B. & Nerurkar, A.S. (2012) Characterisation and differentiation of soft rot causing *Pectobacterium carotovorum* of Indian origin. *European Journal of Plant Pathology*, 136(1), 87–102. doi10.1007/s10658-012-0140-0
20. Czajkowski, R., Pérombelon, M.C.M., van Veen, J.A., & van der Wolf, J.M. (2011) Control of blackleg and tuber soft rot of potato caused by *Pectobacterium* and *Dickeya* species: a review. *Plant Pathology*, 60(6), 999–1013. doi10.1111/j.1365-3059.2011.02470.x
21. Saygili, H., Sahin, F., Aysan, Y. & Mirik, M. (2005). New symptoms of tomato soft rot diseases in Turkey. *Acta Horti*, 695, 291–294. doi10.17660/ActaHort.2005.695.32
22. Çetinkaya-Yıldız, R. & Aysan, Y. (2007) A new seed-borne pathogen on tomato: *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* and some seed treatments. *Acta Horti*, 729, 449–452. doi10.17660/ActaHort.2007.729.75
23. Alippi, A.M. & López, A.C. (2009) First report of *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* on *spathiphyllum wallisii* in Argentina. *Plant Disease*, 93(8), 842. doi10.1094/PDIS-93-8-0842C
24. Gašić, K., Gavrilović, V., Dolovac, N., Trkulja, N., Živković, S., Ristić, D. & Obradović, A. (2014) *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* – the causal agent of broccoli soft rot in Serbia. *Pestic. Phytomed*, 29(4), 249–255. doi10.2298/PIF1404249G
25. Czajkowski, R., de Boer, W.J., Velis, H. & van der Wolf, J. (2010) Systemic colonization of potato plants by a soilborne, green fluorescent protein-tagged strain of *Dickeya* sp. biovar 3. *Phytopathology*, 100, 134–142. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-100-2-0134>
-

V.A. Bohoslavets, Yu.V. Kolomiets, L.M. Butsenko, Yu.M. Bohdan (2020).

BACTERIAL ROT OF TOMATOES WHEN GROWN IN A PROTECTED GROUND.

BIOLOGICAL SYSTEMS: THEORY AND INNOVATION, 11(3): 52-62.

<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/article/view/14320>.

<https://doi.org/10.31548/biologiya2020.03.006>.

Abstract. The specific conditions of the protected ground, the almost constant tomato culture without substitution of the substrate, the elevated temperature and humidity lead to the accumulation of a large number of pathogens of bacterial diseases, which limit the increase in yield of this crop. The aim of the work was to characterize the symptoms, determine the etiology of wet rot of tomatoes for growing in protected ground and propose measures to control the pathogen. The study was conducted by standard microbiological and phytopathological methods. The pathogenic properties of the isolates were studied on vegetative tomato plants using a suspension of bacterial cells with a titer of 10⁷ CFU/ml. It was established that the defeat of tomato plants with soft bacterial rot in closed ground conditions prevails in the second half of the growing season. The development of the disease was 30–34% for a prevalence of 45%. Diseases of tomato plants in greenhouses in the Kiev region of Ukraine are of bacterial origin, caused by the soft rot pathogen *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*. Characteristic symptoms of wet tomato rot are discoloration, chlorosis and leaf necrosis, void stems, the appearance of depressed water-saturated areas in the stalk, accompanied by decay of the fetus. Effective control measures can be preventive and agricultural measures.

Keywords: tomatoes, soft rot pathogen, virulence