

ЗБУДНИКИ М'ЯКИХ ГНИЛЕЙ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР РОДУ *DICKEYA*

Ю.В. КОЛОМІЄЦЬ,

професор кафедри екобіотехнології та біорізноманіття

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

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: julyja12345@gmail.com

Л.М. БУЦЕНКО,

професор кафедри біотехнології і мікробіології

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

Національний університет харчових технологій

О.А. ЛІСОВИЙ,

молодший науковий співробітник,

<https://orcid.org/0009-0003-8103-1529>

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Я.О. ОЗАДОВСЬКА,

молодший науковий співробітник

<https://orcid.org/0009-0002-3446-0139>

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Анотація. Значні зміни, що відбуваються останнім часом в агроценозах нашої країни, є викликом для спеціалістів із захисту рослин. Серед інших проблем, привертає увагу зростання кількості та шкідливості бактеріальних хвороб. В зоні особливої уваги знаходяться овочеві культури. Поширення м'яких бактеріальних гнилей при вирощуванні і зберіганні овочів спричинює значні збитки господарствам. Прогнозування поширення та організація заходів контролю збудників бактеріальних м'яких гнилей овочевих культур вимагає оцінки спектру розповсюджених патогенів. В останні роки серед збудників бактеріальних м'яких гнилей овочевих культур особливу увагу привертають патогени роду *Dickeya*. Цей патоген раніше виявляли лише у тропіках та субтропіках. Однак в останні роки зростає кількість повідомлень про ураження різних овочевих культур цим фітопатогеном у європейських країнах. Рух патогену на північ також супроводжується збільшенням агресивності збудника та зростанням економічних втрат від ураження м'якими бактеріальними гнилями як за вирощування рослин, так і у період зберігання урожаю.

Метою представленого дослідження є аналіз й узагальнення даних щодо шкідливості, шляхів поширення, ідентифікації і методів контролю збудників бактеріальних м'яких гнилей овочевих культур роду *Dickeya*. У роботі

використано загальнонаукові (узагальнення, порівняння, системний аналіз) методи. Встановлено, що фітопатогенні бактерії роду *Dickeya* мають значний потенціал для інтродукції на території України. Спричинені представниками цього роду бактеріальні гнилі можуть уражати найбільш важливі для нашої країни овочеві культури: картоплю, моркву, томат. Поширення збудників роду *Dickeya* відбувається з насіннєвим матеріалом, при сільськогосподарських роботах. Для запобігання значним економічним збиткам від цього патогенна необхідно, перш за все, запровадити передпосівний контроль насіннєвого матеріалу.

Ключові слова: бактеріальні хвороби, мокрі гнилі, овочеві культури, фітопатогенні бактерії, *Dickeya*

Вступ.

Бактерії роду *Dickeya* добре відомі як збудники збудники м'яких гнилей різноманітних культур. Цей рід отримав офіційне визнання у 2005 році (Samson R. et al., 2005). Тривалий час фітопатогени цього роду розглядалися як збудники, що уражують рослини в умовах тропічного та субтропічного клімату. В останнє десятиліття це твердження було багато разів переглянуто, а патогени роду *Dickeya* виявлені як агресивні збудники навіть в таких далеких від тропіків країнах як Фінляндія, Канада та Північні регіони США (Degefu Y., 2021, Curland R.D. et al., 2021, Zhou A. et al., 2021). Значного поширення фітопатогени роду *Dickeya* набули і у Європі (Oulghazi S. et al., 2019, Van Vaerenbergh J., 2012, Reverchon S. et al., 2016). Зокрема, у 2005 році вперше в Польщі було виділено *Dickeya solani* з рослини картоплі із ознаками мокрої гнилі стебла. Подальшими дослідженнями встановлено, поширеність у Польщі на картоплі, яка уражена гниллю, *Dickeya dianthicola* та *D. solani*. Разом із тим, із водних джерел, включаючи поверхневі води поблизу картопляних полів і воду з картоплепереробних підприємств та

каналізаційних споруд, виділяють *Dickeya zeae* та *Dickeya chrysanthemi* (Potrykus M. et al., 2016).

Отже, *Dickeya* spp. здійснили успішну інтродукцію у регіони із помірним кліматом у Європі. У цьому регіоні фітопатогени становлять загрозу багатьом культурам, але перш за все, картоплі. Зважаючи на значну шкідливість та з метою реалізації заходів для обмеження поширення патогенів роду *Dickeya* збудника гнилі картоплі *Dickeya dianthicola* внесено до переліку EPPO A2 LIST патогени, що мають обмежене поширення на території Європейського Союзу. Перелік таких організмів в ЕС затверджено Європейською та Середземноморською організацією із захисту рослин (European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) та розміщено на офіційному сайті цієї організації (https://www.eppo.int/ACTIVITIES/quarantine_activities).

Разом із тим інформація щодо поширення збудників роду *Dickeya* на території України відсутня. Відсутні ці фітопатогени і у Переліку регульованих шкідливих організмів (затверджено Наказом Мінагрополітики від 16.07.2019 р. №397 «Про внесення змін до Переліку регульованих шкідливих організмів»). Отже,

не здійснюється контроль наявності цих небезпечних фітопатогенів при завезенні продукції рослинництва на територію України. У наявних дослідженнях з ідентифікації збудників бактеріальних гнилей овочевих культур в Україні у останні роки як збудники ідентифікували представників роду *Pectobacterium* (Nemerytska L.V., 2004; Bohoslavets V. et al., 2020). Однак кількість таких досліджень вкрай мала. Тому достовірно стверджувати, що небезпечні фітопатогени роду *Dickeya*, що успішно освоюють сусідні європейські країни, не проникли на територію нашої країни неможливо. Обізнаність про карантинних шкідників різних країн є важливою для створення методів та заходів боротьби з поширенням нових або уже наявних збудників бактеріальних хвороб.

Метою дослідження є аналіз й узагальнення даних щодо шкідливості, шляхів поширення, методів ідентифікації, контролю збудників бактеріальних м'яких гнилей овочевих культур роду *Dickeya* та прогнозування можливості інтродукції цих патогенів в Україні.

Матеріали та методи дослідження.

Загальнонаукові (узагальнення, порівняння, системний аналіз). Морфологічні, культуральні та біохімічні властивості виділених культур вивчали загальноприйнятими методами (Patyka V.P. et al., 2017). Матеріалами аналітичного дослідження були дані Європейської та Середземноморської організації з карантину і захисту рослин (<https://gd.eppo.int>), дані наукової літератури.

Результати дослідження та їх обговорення.

Збудники роду *Dickeya* мають широкий спектр хазяїв і можуть інфікувати різні види дводольних і однодольних рослин, включати такі декоративні рослини, як хризантема, гвоздика, жоржина і кала, а також важливі овочеві культури, включаючи картоплю, моркву, томати. Симптомами ураження є некроз стебла, що розповсюджується з материнської бульби, в'янення листків, гниття плодів. Листки рослин в'януть і скручуються з розвитком хвороби і судинна система рослини стає некротизованою. Уражені стебла і плоди набувають темно-бурого забарвлення, розріджуються і розм'якшуються, а через 2–3 доби плоди перетворюються на рідку масу з неприємним запахом.

Таксономічний статус збудників.

Фітопатогенні бактерії, що спричиняють м'які гнилі вегетуючих рослин у регіонах із тропічним і субтропічним кліматом відомі досить давно. Тривалий час ці фітопатогени було об'єднано у вид *Erwinia chrysanthemi* Burkholder et al. 1953. Необхідно визнати, що цей вид був досить поліморфним. Тож, на основі широких біохімічних досліджень науковці розділили *E. chrysanthemi* на шість патоварів: pv. *chrysanthemi*, pv. *dianthicola*, pv. *dieffenbachiae*, pv. *parthenii*, pv. *zeae* і pv. *paradisiaca* (Young J.M. et al., 1978). У 1998 році *E. chrysanthemi* pv. *paradisiaca* була перейменована в *Brenneria paradisiaca* (Hauben L. et al., 1998) на основі послідовностей гена 16S рРНК, тоді як вид *E. chrysanthemi* залишився в одній групі з представниками роду *Pectobacterium*.

Рекласифікація цього виду фітопатогенних бактерій з утворенням нового роду *Dickeya* відбулася у 2005 році (Samson R. et al., 2005). Власне новий рід *Dickeya* є результатом рекласифікації 75 штамів *Pectobacterium chrysanthemi* (включаючи всі біовари та патовари), а також типових штамів *Brenneria paradisiaca* (CFBP 4178T) і *Pectobacterium cypripedii* (CFBP 3613T) методом ДНК-ДНК гібридизації, числової таксономії 121 фенотипової характеристики, серології та філогенетичного аналізу на основі генів 16S рРНК (Samson R. et al., 2005).

З аналізу послідовностей генів 16S рРНК було зроблено висновок, що штам *P. chrysanthemi* та *B. paradisiaca* CFBP 4178T утворюють кладу, відмінну від родів *Pectobacterium* і *Brenneria*; отже, пропонується перевести всі штам *Dickeya*. Шляхом гібридизації ДНК-ДНК штам *P. chrysanthemi* були розподілені між шістьма геномними видами: *Dickeya zea* sp. nov. (type strain CFBP 2052T=NCPPB 2538T), *Dickeya dadantii* sp. nov. (type strain CFBP 1269T=NCPPB 898T), *Dickeya chrysanthemi* comb. nov. (subdivided into two biovars, bv. *chrysanthemi* and bv. *parthenii*), *Dickeya dieffenbachiae* sp. nov. (type strain CFBP 2051T=NCPPB 2976T), *Dickeya dianthicola* sp. nov. (type strain CFBP 1200T=NCPPB 453T) and *Dickeya paradisiaca* comb. nov. (табл. 1) (Samson R. et al., 2005). Всі ці види спричиняють м'які гнилі різних видів рослин (табл. 1) та за своїми фенотиповими властивостями досить схожі із представниками роду *Pectobacterium* (табл. 2). Дослідження цієї поліморфної групи збудників ще раз підтвердило хибність використання у таксономії такого критерію як рослина хазяїн.

Привертає увагу, що більшість видів роду *Dickeya* спричиняють ураження картоплі. Саме для цієї культури патогени *Dickeya* становлять найбільшу небезпеку у Європі.

В останні роки таксономія роду *Dickeya* зазнала суттєвого перегляду з додаванням нових видів *Dickeya solani*, *Dickeya aquatica*, *Dickeya fangzhongdai*, *Dickeya lacustris*, *Dickeya undicola*, *Dickeya oryzae*, *Dickeya poaceiphila*, *Dickeya parazeae* (Parkinson N. et al., 2014; Van Der Wolf J.M. et al., 2014; Tian Y. et al., 2016, Hugouvieux-Cotte-Pattat N. et al. 2019, Oulghazi S. et al. 2019, Wang X. et al. 2020, Hugouvieux-Cotte-Pattat N. et al. 2020, Hugouvieux-Cotte-Pattat N. and Van Gijsegem, 2021) (табл. 1). Станом на сьогодні до роду увійшли і непатогенні види *Dickeya lacustris*, *Dickeya undicola*, *Dickeya parazeae*. Усі вони були ізольовані із відкритих водних джерел. Та єдиний вид *Dickeya fangzhongdai*, який є фітопатогенним, але не спричинює м'які гнилі.

D. fangzhongdai, збудник кровоточивого раку груш (Tian Y. et al. 2016), яка є деструктивною бактеріальною хворобою вперше поміченою на грушових деревах Китаю Інь і Сю в 1973 році. Характерні симптоми кровоточивого раку груші включають виділення із пошкодження кори червоного слизу із сильним дріжджовим запахом (Tian Y. et al. 2016). Це єдиний представник роду *Dickeya*, що уражує деревні культури та не спричинює мокру бактеріальну гниль.

Види *D. lacustris*, *D. undicola*, *D. parazeae*, які не є фітопатогенними, завжди виділяли із прісних природних відкритих водойм. Часто поблизу сільськогосподарських угідь. Представники цих видів характеризуються значною подібністю до фітопато-

1. Перелік видів роду *Dickeya*

Вид	Походження виду	Рослини, які уражують
<i>Dickeya zeae</i>	утворено в результаті рекласифікації штамів <i>Erwinia chrysanthemi</i> біовари 8 та 3 (окремі штамми)	кукурудза, картопля, ананас, банан, тютюн, рис
<i>Dickeya dadantii</i>	утворено в результаті рекласифікації штамів <i>Erwinia chrysanthemi</i> біовар 3 (окремі штамми)	пеларгонія, ананас, картопля, батат, банан, кукурудза, сенполія
<i>Dickeya chrysanthemi</i>	утворено в результаті рекласифікації штамів <i>Erwinia chrysanthemi</i> біовари 5 та 6	хризантеми, томати, соняшник
<i>Dickeya dieffenbachiae</i>	утворено в результаті рекласифікації штамів <i>Erwinia chrysanthemi</i> біовар 2, <i>Pectobacterium chrysanthemi</i> pv. <i>dieffenbachiae</i>	томати, банани, дифенбахія
<i>Dickeya dianthicola</i>	утворено в результаті рекласифікації штамів <i>Erwinia chrysanthemi</i> біовари 1, 7, 9, <i>E. chrysanthemi</i> pv. <i>dianthicola</i> , <i>P. chrysanthemi</i> pv. <i>dianthicola</i>	картопля, томат, цикорій, артишок, жоржина, каланхое
<i>Dickeya paradisiaca</i>	утворено в результаті рекласифікації штамів <i>Erwinia chrysanthemi</i> біовар 4, <i>Erwinia paradisiaca</i> та <i>Brenneria paradisiacal</i>	кукурудза, банани
<i>Dickeya solani</i>	новий вид запроваджено Van Der Wolf J.M. et al., 2014	картопля
<i>Dickeya aquatica</i>	новий вид запроваджено Parkinson N. et al. 2014	не уражує рослини
<i>Dickeya fangzhongdai</i>	новий вид запроваджено Tian Y. et al. 2016	деревні культури
<i>Dickeya lacustris</i>	новий вид запроваджено Hugouvieux-Cotte-Pattat N. et al. 2019	не уражує рослини
<i>Dickeya undicola</i>	новий вид запроваджено Oulghazi S. et al. 2019	не уражує рослини
<i>Dickeya oryzae</i>	новий вид запроваджено Wang X. et al. 2020	рис
<i>Dickeya poaceiphila</i>	новий вид запроваджено Hugouvieux-Cotte-Pattat N. et al. 2020	цукрова тростина
<i>Dickeya parazeae</i>	новий вид запроваджено Hugouvieux-Cotte-Pattat N. and Van Gijsegem 2021	не уражує рослини

генних видів. Виділення цих бактерій загостило дискусію щодо значення води, зокрема, води для поливу у перенесенні бактеріальної інфекції.

Симптоми ураження та шкодоочинність.

Найбільшу небезпеку станов-

лять види, які спричиняють м'які бактеріальні гнилі. Якщо раніше ці фітопатогенні бактерії вважали небезпечними лише у країнах із теплим кліматом, то виявлення їх на картопляних полях Європи змусило переглянути стратегії контролю цих патогенів. Станом на сьогодні види

роду *Dickeya* виявлені у переважній більшості Європейських країн. Нам нашу думку цьому сприяла як зміна кліматичних умов, так і інтенсивна торгівля. Лише збудника гнилі картоплі *Dickeya dianthicola* внесено до переліку EPPO A2 LIST патогени, що мають обмежене поширення на території Європейського Союзу (рис. 1).

Однак в Ізраїлі види роду *Dickeya* вважають карантинними організмами (Tsrer L. et al., 2009). У Шотландії, яка є регіоном, що постачає до 99% насінневої картоплі на ринок Європи, у 2010 році було прийнято унікальне рішення запровадити нульову толерантність до всіх видів *Dickeya* на картоплі в рамках схеми класифікації насінневої картоплі (The Seed Potatoes (Scotland) Amendment Regulations, 2010). Це дозволило посилити контроль над циркуляцією збудника та гарантувати якість і безпечність насінневого матеріалу, який виробляють у господарствах цієї країни.

Загальні симптоми інфікування пектинолітичними бактеріями роду *Dickeya* характеризуються швидкою дезорганізацією паренхіматозних тканин атакованих рослин. Патогенність *Dickeya* в основному пов'язана з ферментами деградації клітинних стінок – пектацеллазами (Tsrer L. et al., 2011).

Чорна ніжка (м'яка гниль) – одна з найбільш шкідливих бактеріальних хвороб картоплі, зустрічається повсюдно і проявляється у вигляді некрозу прикореневої частини стебел рослин і м'якої гнилі посадкових бульб або бульб, які зберігаються. Хвороба поширена в усіх зонах вирощування картоплі. Спричинює деградацію стебла рослин і мокру гниль коренеплодів. Розвиток захворювання призводить до розрідження посадок, зниження продуктивності,

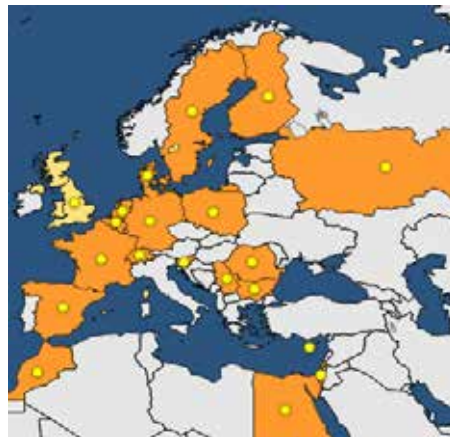


Рис. 1. Поширення *Dickeya dianthicola* на Європейському континенті (за даними EPPO database <https://gd.eppo.int/taxon/ERWICD/distribution>)

погіршення насінневих якостей і товарності бульб при зберіганні. Недобір урожаю, в залежності від погодних умов і агресивності патогена, може коливатися від 1-2 до 50-75 %. Ураження 5 % рослин в період вегетації призводить до втрати 20 % і більше бульб в період зберігання.

Головною відмінністю бактерій роду *Dickeya* від грибних збудників є зростання агресивності при підвищеній температурі, здатність швидко розповсюджуватися по судинній системі рослини і зберігатися в латентному стані в період зберігання бульб при низькій температурі. Симптоми, що спричиняються *D. solani*, дуже схожі на кільцеву (збудник *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*) або буру гниль картоплі (збудник *Ralstonia solanacearum*).

Симптоми на зелених частинах рослин, які найчастіше пов'язані з

D. dianthicola, виникають за теплих сухих умов вирощування. Пер-

шим симптомом є в'янення верхнього листа з подальшим висиханням по краях і, зрештою, всього листа. Ці симптоми згодом поширюються на нижнє листя, а в деяких випадках засихає вся рослина або стебло. Судинні тканини стебла забарвлюються в коричневий колір від основи вгору та інколи призводячи до некрозу та порожнення стебла. Зовні стебла зазвичай залишаються зеленими до повного всихання листа. Симптоми зазвичай вперше з'являються, коли температура повітря перевищує 25 °С. Навпаки, перша поява симптомів чорної ніжки, викликаной *P.*

atrosepticum, зазвичай відбувається на початку сезону, коли температура повітря нижче 25 °С. *D. dianthicola* також може викликати значні ураження насінневих бульб та за сильного ураження повністю пригнічувати схожість рослин.

D. dadantii – ще один поширений у Європі вид, що спричиняє м'яку гниль, в'янення стебла та фітофтороз на широкому спектрі економічно важливих культур, включаючи картоплю, моркву та капусту. Інфекція, спричинена *D. dadantii*, може проявлятися в багатьох органах, таких як бульби, стебла, листя та квіти, ви-

2. Фізіолого-морфологічні характеристики бактеріальних збудників м'яких гнилей

	<i>Dickeya</i>	<i>Pectobacterium</i>
Розмір колоній	2–4 мм	2–4 мм
Форма	Кругла	Кругла
Колір	Світло-сірі	Сірувато-білі
Пігмент в середовищі	Не утворюють	Не утворюють
Краї	Хвилясті	Хвилясті
Консистенція	Щільна	Щільна
Прозорість	Прозорі, напівпрозорі	Прозорі, напівпрозорі
Поверхня	Рівна блискуча	Рівна блискуча
Форма клітин	Палички	Палички
Утворення спор	Не утворюють	Не утворюють
Рухливість	Рухливі за допомогою перетріхіально розташованих джгутиків	Рухливі за допомогою перетріхіально розташованих джгутиків
Фарбування за Грамом	Грамнегативні	Грамнегативні
Відношення до кисню	Факультативний анаероб	Факультативний анаероб
Каталаза	Утворюють	Утворюють
Оксидаза	Негативна	Негативна
Пектатліаза	Утворюють	Утворюють
Желатиназа	Утворюють	Утворюють
Лецитиназа	Утворюють	Не утворюють
Утворення індолу	Утворюють	Не утворюють
Ріст на середовищі з 5% NaCl	Не ростуть	Ростуть

кликаючи локалізовані симптоми. За сприятливих умов, таких як висока температура (35°C) і вологість (100% відносна вологість), збудник може далі поширюватися через тканини ксилеми та викликати системні симптоми в'янення (Soleimani-Delfan A. et al., 2015; Tsrer L. et al., 2009). Окрім шкоди в полі, інфекції, спричинені *D. dadantii*, також можуть призвести до економічно значних втрат у післязбиральному зберіганні (Curland R.D. et al., 2021; Osdaghi E., 2022).

Шляхи поширення збудників.

Фактори, що сприяють розвитку хвороби картоплі, спричиненої видами *Dickeya*, що є збудниками мокрої гнилі, загалом подібні до *P. atrosepticum* і включають пошкодження та відсутність чистоти під час сортування плодів, поганий дренаж ґрунту, підвищення рівня збудника на насінневих бульбах, надмірне зрошення, вологу весняну погоду, пошкодження під час збору врожаю та відсутність належної вентиляції під час зберігання. Однак існують фактори, які можуть по-різному впливати на розвиток хвороби між *Dickeya* spp. та *P. atrosepticum* (або навіть між видами *Dickeya*). До них відносяться рівень інокулята, сприйнятливість сорту, швидкість міграції через судинну систему рослин, температура та відносна агресивність. На жаль, є мало опублікованої інформації про ці фактори, і їх роль у сприянні розвитку захворювання здебільшого невідома.

Відомо, що *Dickeya* spp. зимують на бур'янах і численних сільськогосподарських і декоративних рослинах-хазяїнах. Як і *Pectobacterium*, *Dickeya* досить часто поширюється людиною під час збору врожаю. При цьому збудник може поширюватися

від заражених стебел і бульб до раніше незаражених бульб. Поширені безсимптомні інвазії, тому візуально оцінити партії насінневої картоплі на предмет ризику зараження *Dickeya* spp. неможливо.

Було кілька повідомлень про виявлення *E. chrysanthemi* у поверхневих водах, хоча відповідні види роду *Dickeya* у воді виявлено не було. У стерильній воді було показано, що *E. chrysanthemi* виживає принаймні 211 діб при 16°C (Tsrer L. et al., 2009). Виявили значні відмінності в рівнях виживання *E. chrysanthemi* у стерильній воді, починаючи від 7 діб у водопровідній воді, 21 доби у воді з канави, 49 діб у фосфатно-сольовому буфері до понад 154 діб у воді, взятій із дощового басейну.

Загалом відсутні дані, які підтверджують, що збудник може вільно зимувати в ґрунті. Повідомлялося, що максимальний період виживання *Dickeya* spp. в ґрунті становить 12 місяців для горщикових середовищ у теплицях, тоді як дослідження в Італії показали, що ізоляти *Dickeya* не можуть виживати в ґрунті, вільному від рослин, більше 6 місяців (Tsrer L. et al., 2009).

Ідентифікація та заходи контролю збудників роду *Dickeya*.

Ідентифікація збудників мокрої бактеріальної гнилі непросто завдання зважаючи на схожість фізіолого-біохімічних властивостей бактерій родів *Dickeya* та *Pectobacterium* (табл. 2).

Найчастіше для ідентифікації збудників цієї групи використовують молекулярні методи, зокрема, ПЛР із специфічними праймерами. Такі праймери зазвичай спрямовані на виявлення генів, які пов'язані із

3. Праймери для ідентифікації збудників бактеріальних м'яких гнилей (Ma X. et al., 2018)

Рід фітопатогенних бактерій	Назва праймерів	Дизайн праймерів (5'→3')
<i>Pectobacterium</i>	Y45	TCA CCG GAC GCC GAA CTG TGG CGT
	Y46	TCG CCA ACG TTC AGC AGA ACA AGT
<i>Dickeya</i>	ADE1	GAT CAG AAA GCC CGC AGC CAG AT
	ADE2	CTG TGG CCG ATC AGG ATGGTT TTG TCG TGC

вірулентними властивостями фітопатогенних бактерій. Наприклад, для виявлення бактерій роду використовують специфічні до генів синтезу пектатлази у цього роду бактерій праймери ADE1, ADE2 (табл. 3). Дуже ефективним для ідентифікації фітопатогенних бактерій родів *Dickeya* та *Pectobacterium* є метод матричної лазерної десорбції/іонізації часпролітної мас-спектрометрії (MALDI-TOF MS) (Šalplachta J. et al., 2015).

Збудники бактеріальних м'яких гнилей овочевих культур є класичними патогенами, які поширюються з насіннєвим матеріалом. Саме тому заходи контролю спрямовують перш за все на недопущення передачі збудника із насіннєвими бульбами як між господарствами (між регіонами вирощування), так і в межах одного господарства. Відсутність належного контролю за насіннєвим матеріалом призводить до зростання ураження бульб збудниками та виникнення епіфітотійних спалахів за сприятливих для розвитку фітопатогенних бактерій умов. В Україні, як і більшості країн світу, відсутні обов'язкові вимоги до контролю посадкового матеріалу картоплі на наявність бактерій роду *Dickeya*. Дотримання заходів, що унеможливають циркуляцію збудника у регіоні на сьогодні є питанням сумлінності виробника.

Висновки та перспективи.

Фітопатогенні бактерії бактерій роду *Dickeya* становлять небезпеку при вирощуванні картоплі на території України та за відсутності належної уваги з боку агрономів та фітопатологів можуть спричинювати економічно відчутні втрати врожаю цієї культури. Найважливішим заходом контролю збудників роду *Dickeya* є своєчасне виявлення фітопатогену на насіннєвому матеріалі.

References

1. 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. Mol Plant Pathol. 2012; 13(6):614-29. doi: 10.1111/j.1364-3703.2012.00804.x.
2. Samson R., Legendre J.B., Christen R., Saux M.F., Achouak W., Gardan L. Transfer of *Pectobacterium chrysanthemi* (Burkholder et al. 1953) Brenner et al. 1973 and *Brenneria paradisiaca* to the genus *Dickeya* gen. nov. as *Dickeya chrysanthemi* comb. nov. and *Dickeya paradisiaca* comb. nov. and delineation of four novel species, *Dickeya dadantii* sp. nov., *Dickeya dianthicola* sp. nov., *Dickeya dieffenbachiae* sp. nov. and *Dickeya zeae* sp. nov. Int J Syst Evol Microbiol. 2005; 55(4):1415-1427. doi: 10.1099/ijs.0.02791-

- O. PMID: 16014461.
3. Degefu Y. Co-occurrence of latent Dickeya and Pectobacterium species in potato seed tuber samples from northern Finland. *Agricultural and Food Science*, 2021; 30. DOI:10.23986/AFSCI.101446
4. Curland R.D., Mainello A., Perry K.L., Hao J., Charkowski A.O., Bull C.T., McNally R.R., Johnson S.B., Rosenzweig N., Secor G.A., et al. Species of Dickeya and Pectobacterium Isolated during an Outbreak of Blackleg and Soft Rot of Potato in Northeastern and North Central United States. *Microorganisms*. 2021; 9(8):1733. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9081733>
5. Zhou A., Nie J., Tian Y., Chuan J., Hu B., Zou J., Li X. First Report of Dickeya fangzhongdai causing soft rot in Orchids in Canada. *Plant Dis.* 2021; 23. doi: 10.1094/PDIS-04-21-0771-PDN.
6. Oulghazi S., Pédrón J., Cigna J., Lau Y.Y., Moumni M., Van Gijsegem F., Chan K.G., Faure D. Dickeya undicola sp. nov., a novel species for pectinolytic isolates from surface waters in Europe and Asia. *Int J Syst Evol Microbiol.* 2019; 69(8):2440-2444. doi: 10.1099/ijsem.0.003497.
7. Van Vaerenbergh J., Baeyen S., De Vos P., Maes M. Sequence diversity in the Dickeya fliC gene: phylogeny of the Dickeya genus and TaqMan® PCR for 'D. solani', new biovar 3 variant on potato in Europe. *PLoS One*. 2012; 7(5):e35738. doi: 10.1371/journal.pone.0035738.
8. Reverchon S., Muskhelishvili G., Nasser W. Virulence Program of a Bacterial Plant Pathogen: The Dickeya Model. *Prog Mol Biol Transl Sci.* 2016; 142:51-92. doi: 10.1016/bs.pmbts.2016.05.005.
9. Potrykus M., Golanowska M., Sledz W., Zolédowska S., Motyka A., Kolodziejska A., Butrymowicz J., Lojkowska E. Biodiversity of Dickeya spp. isolated from potato plants and water sources in temperate climate. *Plant Dis.* 2016; 100:408-417. doi:10.1094/PDIS-04-15-0439-RE
10. Nemerytska L.V. Varieties of mixed rots. *Quarantine and plant protection.* 2004; 8:22.
11. Bohoslavets V., Kolomiets Yu., Butsenko L., Bohdan Yu. Bacterial rot of tomatoes when in a protected ground. *Biological systems: theory and innovation.* 2020; 11(3):52-62. DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/biologiya2020.03.006>
12. Patyka V.P., Pasichnyk L.A., Gvozdyak R.I., Petrychenko V.F., Korniychuk O.V., Butsenko L.M. Phytopathogenic bacteria. *Research methods. Volume. 2. According to the ed. V.P. Sticks Vinnytsia: "Windruk"; 2017. 432 p.*
13. Young J.M., Dye D.W., Bradbury J.F., Panagopoulos C.G., Robbs C.F. A proposed nomenclature and classification for plant-pathogenic bacteria. *New Zealand Journal of Agricultural Research.* 1978; 21:153–177. doi: 10.1080/00288233.1978.10427397
14. Hauben L., Moore E. R. B., Vauterin L., Steenackers M., Mergaert J., Verdonck L., Swings J. Phylogenetic position of phytopathogens within the Enterobacteriaceae. *Syst Appl Microbiol.* 1998; 21:384–397. doi: 10.1016/S0723-2020(98)80048-9.
15. Tian Y., Zhao Y., Yuan X., Yi J., Fan J., Xu Z. Dickeya fangzhongdai sp. nov., a plant-pathogenic bacterium isolated from pear trees (Pyrus pyrifolia). *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 2016; 66:2831–2835. doi: 10.1099/ijsem.0.001060.
16. Van Der Wolf J.M., Nijhuis E.H., Kowalewska M.J., Saddler G.S., Parkinson N., Elphinstone J. G. Dickeya solani sp. nov., a pectinolytic plant-pathogenic bacterium isolated from potato (Solanum tuberosum). *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 2014; 64:768–774. doi: 10.1099/ijms.0.052944-0.
17. Parkinson N., DeVos P., Pirhonen M., Elphinstone J. Dickeya aquatica sp. nov., isolated from waterways. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 2014; 64: 2264–2266. doi: 10.1099/ijms.0.058693-0.
18. Hugouvieux-Cotte-Pattat N., Jacot-des-Combes C., Briolay J. Dickeya lacustris sp.

- nov., a water-living pectinolytic bacterium isolated from lakes in France. *Int J Syst Evol Microbiol.* 2019; 69(3):721-726. doi: 10.1099/ijsem.0.003208.
19. Wang X., He S.W., Guo H.B., Han J.G., Thin K.K., Gao J.S., Wang Y., Zhang X.X.. *Dickeya oryzae* sp. nov., isolated from the roots of rice. *Int J Syst Evol Microbiol.* 2020; 70(7):4171-4178. doi: 10.1099/ijsem.0.004265.
20. Hugouvieux-Cotte-Pattat N., Van Gijsegem F. Diversity within the *Dickeya zeae* complex, identification of *Dickeya zeae* and *Dickeya oryzae* members, proposal of the novel species *Dickeya parazeae* sp. nov. *Int J Syst Evol Microbiol.* 2021; 71(11). doi: 10.1099/ijsem.0.005059.
21. Hugouvieux-Cotte-Pattat N., Brochier-Armanet C., Flandrois J.P., Reverchon S. *Dickeya poaceiphila* sp. nov., a plant-pathogenic bacterium isolated from sugar cane (*Saccharum officinarum*). *Int J Syst Evol Microbiol.* 2020; 70(8):4508-4514. doi: 10.1099/ijsem.0.004306.
22. Oulghazi S., Pédrón J., Cigna J., Lau Y.Y., Moumni M., Van Gijsegem F., Chan K.G., Faure D. *Dickeya undicola* sp. nov., a novel species for pectinolytic isolates from surface waters in Europe and Asia. *Int J Syst Evol Microbiol.* 2019; 69(8):2440-2444. doi: 10.1099/ijsem.0.003497.
23. Toth I.K., Van Der Wolf J.M., Saddler G., Łojkowska E., Hélias V., Pirhonen M., Elphinstone J.G. *Dickeya* species: an emerging problem for potato production in Europe. *Plant pathology.* 2011; 60(3):385-399. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2011.02427.x>
24. Tsrer L., Erlich O., Lebiush S. Assessment of recent outbreaks of *Dickeya* sp. (syn. *Erwinia chrysanthemi*) slow wilt in potato crops in Israel. *European Journal of Plant Pathology.* 2009; 123:311–20. doi:10.1007/s10658-008-9368-0
25. Adeolu M., Alnajjar S., Naushad S., Gupta R.S. Genome-based phylogeny and taxonomy of the 'Enterobacteriales': proposal for Enterobacterales ord. nov. divided into the families Enterobacteriaceae, Erwiniaceae fam. nov., Pectobacteriaceae fam. nov. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 2016; 66: 5575–5599. doi: 10.1099/ijsem.0.001485
26. Soleimani-Delfan A., Etemadifar Z., Emtiazi G., Bouzari M. Isolation of *Dickeya dadantii* strains from potato disease and biocontrol by their bacteriophages. *Braz J Microbiol.* 2015; 46(3):791-7. doi: 10.1590/S1517-838246320140498.
27. Osdaghi E. '*Dickeya solani* (black leg disease of potato)', CABI Compendium. CABI International. 2022. doi: 10.1079/cabicompendium.120278
28. Šalplachta J., Kubesová A., Horký J., Matoušková H., Tesařová M., Horká M.. Characterization of *Dickeya* and *Pectobacterium* species by capillary electrophoretic techniques and MALDI-TOF MS. *Anal Bioanal Chem.* 2015; 407:7625–7635. doi:10.1007/s00216-015-8920-y
29. Ma X., Schloop A., Swingle B., Perry K.L. *Pectobacterium* and *Dickeya* Responsible for Potato Blackleg Disease in New York State in 2016. *Plant Dis.* 2018 Sep;102(9):1834-1840. doi: 10.1094/PDIS-10-17-1595-RE.

Kolomiets Yu., Butsenko L., Lisovy O., Ozadovska I. (2023).

CAUSES OF SOFT ROTS OF VEGETABLE CROPS OF THE DICKHEYA GENUS

BIOLOGICAL SYSTEMS: THEORY AND INNOVATION, 14(3-4): 64-75.

<https://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/article/view/48301>

[http://dx.doi.org/10.31548/biologiya14\(3-4\).2023.006](http://dx.doi.org/10.31548/biologiya14(3-4).2023.006)

Abstract. The significant changes taking place recently in the agrocenoses of our country are quite a challenge for specialists in plant protection. Among other problems, attention is

*drawn to the increase in the number and harmfulness of bacterial diseases. Vegetable crops are in the area of special attention. The spread of soft bacterial rot during the cultivation and storage of vegetables causes significant losses to farms. Forecasting the spread and organization of measures to control pathogens of bacterial soft rots of vegetable crops requires an assessment of the spectrum of widespread pathogens. In recent years, pathogens of the genus *Dickeya* have attracted special attention among the causative agents of bacterial soft rots of vegetable crops. This pathogen was previously found only in the tropics and subtropics. However, in recent years, the number of reports on damage to various vegetable crops by this phytopathogen in European countries has been increasing. The movement of the pathogen to the north is also accompanied by an increase in the aggressiveness of the pathogen and an increase in economic losses from damage by soft bacterial rot both during the cultivation of plants and during the period of crop storage.*

*The purpose of the presented research is to analyze and summarize data on the harmfulness, ways of spreading, identification and control methods of pathogens of bacterial soft rots of vegetable crops of the genus *Dickeya*. The work uses general scientific (generalization, comparison, system analysis) methods. It was established that phytopathogenic bacteria of the genus *Dickeya* have a significant potential for introduction on the territory of Ukraine. Bacterial rot caused by representatives of this genus can affect the most important vegetable crops for our country: potatoes, carrots, tomatoes. The spread of pathogens of the genus *Dickeya* occurs with seed material during agricultural work. To prevent significant economic losses from this pathogen, it is necessary, first of all, to introduce pre-sowing control of seed material.*

Key words: *bacterial diseases, wet rot, vegetable crops, phytopathogenic bacteria, *Dickeya*.*
