

Н.Г. Грицева^{1,2}, Л.М. Сківка¹¹Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
ННЦ «Інститут біології та медицини»,

вул. Володимирська 60/13, Київ, 01601, Україна

²ТОВ «Сингента», вул. Козацька 120/4, Київ, 03680, Україна,
тел.: +38(066) 466 48 65, e-mail: nataliyavorobiova@ukr.net

**ПОШИРЕНІСТЬ ЗБУДНИКІВ КІЛЬЦЕВОЇ ГНИЛІ
CLAVIBACTER SEPEDONICUS ТА ЧОРНОЇ НІЖКИ
І МОКРОЇ ГНИЛІ *PECTOBACTERIUM ATROSEPTICUM*
В УРОЖАЇ КАРТОПЛІ 2021 РОКУ
НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ**

Мета роботи дослідити поширеність збудників кільцевої гнилі *Clavibacter sepedonicus* та мокрої гнилі *Pectobacterium atrosepticum* в урожаї картоплі методом DAS ELISA. **Матеріали і методи.** У дослідженні використано зразки врожаю картоплі з Тернопільської, Житомирської, Київської, Черкаської, Дніпровської, Донецької, Миколаївської, Одеської та Херсонської областей. Детекцію збудників проводили методом твердофазного гетерогенного імуоферментного аналізу з використанням комерційних тест-систем LOEWE® Standard Complete Kit (Німеччина). **Результати.** Найвищий відсоток ураженості бульб зареєстровано у Донецькій області: 11,1% – *Clavibacter sepedonicus*, 31,0% – *Pectobacterium atrosepticum* і 8,9% – обом мікроорганізмами. Збудник мокрої гнилі виявлявся, в середньому, вдвічі частіше порівняно зі збудником кільцевої гнилі у зразках урожаю картоплі зі всіх обстежених областей, за виключенням Тернопільської, на території якої спостерігалось значне переважання *Clavibacter sepedonicus*. Найвищі показники ураження врожаю збудником мокрої гнилі зареєстровано, окрім Донецької, у Київській (10,2%) та Одеській (10,0%) областях, показники ураження збудником кільцевої гнилі – у Тернопільській області. Змішана бактеріальна інфекція була виявлена у 6-ти областях з найвищим показником ураження врожаю у Донецькій області. **Висновок.** Аналіз поширення збудників кільцевої гнилі *Clavibacter sepedonicus* та м'якої гнилі *Pectobacterium atrosepticum* в урожаї картоплі свідчить про наявність досліджуваних патогенів у всіх регіонах. Виявлено переважання представника пектолітичних бактерій у всіх областях, окрім Тернопільської, де переважало поширення збудника кільцевої гнилі *Clavibacter sepedonicus*. Високі показники поширення досліджених збудників були ймовірно асоційовані з підвищеною локальною середньорічною кількістю атмосферних опадів, а також з підвищеною річною амплітудою цього показника.

Ключові слова: бактеріальні хвороби картоплі, гнилі, *Clavibacter sepedonicus*, *Pectobacterium atrosepticum*



Картопля є основною овочевою культурою, на яку припадає більше 4,5% (1283,1 тис. га) усіх посівних площ в Україні [3]. Ця сільськогосподарська культура в силу свої біологічних особливостей уражується хворобами на всіх етапах життєвого циклу: бульба-рослина-бульба. Внаслідок такого ураження щорічний недобір урожаю картоплі в Україні може становити 20–25% [11]. Вегетативне розмноження картоплі дозволяє патогенам перебувати у бульбах у латентній формі як у період вегетації, так і у період зберігання [1, 2]. Бактеріальні інфекції є одним з важливих біотичних чинників, що обмежують виробництво картоплі, особливо у регіонах з теплим помірним кліматом [7]. До бактеріальних інфекцій, що часто діагностуються на картоплі, відносять хвороби, викликані представниками комплексу видів *Ralstonia solanacearum*, а також бактеріями родів *Pectobacterium*, *Dickeya*, *Streptomyces*, *Pseudomonas* та *Clavibacter* [2, 8].

Було підраховано, що 60% втрат урожаю картоплі пов'язані з гнилями, що виникають під час вирощування, транспортування та зберігання бульб [13]. Найбільш важливими та шкодочинними збудниками бактеріальних хвороб картоплі, згідно Державного стандарту України щодо сортових та посівних якостей картоплі насінневої [4] залишаються збудник кільцевої гнилі *Clavibacter sepedonicus*, ураження яким може призводити до 50% втрат урожаю [8] і пектолітичні бактерії: *Pectobacterium atrosepticum*, *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* та види роду *Dickeya*, що викликають чорну ніжку картоплі при вегетації та зниження урожайності внаслідок цієї хвороби до 25%, та м'яку гниль бульб, що призводить до 30% втрат при зберіганні [2].

Загальновизнано, що основним джерелом бактеріальних інфекцій картоплі є латентно уражені насінневі (материнські) бульби. При загиванні материнської бульби, бактерії вивільняються у ґрунт та мігрують через ґрунтову воду, уражуючи молоді бульби. Czajkowski et al. [2] показали, що бактерії, які перебувають у ґрунті, також можуть колонізувати корені картоплі, а згодом мігрувати через судинну систему у молоді бульби. Однак, за відсутності сприятливих умов, фітопатогенні бактерії зберігаються у бульбах у мінімальній кількості, не спричиняючи помітного розвитку захворювання. Крім уражених насінневих бульб джерелом фітопатогенних бактерій *Clavibacter sepedonicus* та *Pectobacterium atrosepticum* у сільському господарстві також можуть слугувати уражене сільськогосподарське обладнання, призначене для посадки та збору урожаю картоплі, склади для зберігання картоплі, рослинні рештки та, у деяких випадках, вода для іригації [8].

Діагностика насінневого матеріалу та урожаю картоплі на наявність збудників гнилей має важливе значення для оцінки і контролю його посівних якостей. Збудник кільцевої гнилі *Clavibacter sepedonicus* в Україні відноситься до некарантинних, але регульованих шкідливих організмів. У країнах-членах Європейської Організації Захисту Рослин він віднесений до карантинних об'єктів списку A2 [9]. Збудник мокрої гнилі та чорної ніжки картоплі *Pectobacterium atrosepticum* був віднесений журналом Molecular Plant Pathology до десятки фітопатогенних мікроорганізмів, що наносять значні економічні збитки світовому сільському господарству.



У даний час для діагностики кільцевої та мокрої гнилей картоплі у світі, а також в Україні застосовують мікробіологічні, біохімічні, імунохімічні та молекулярні підходи [1, 6, 8, 10]. Метод культивування, серологічні методи і полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР) є золотим стандартом у діагностиці фітопатогенних мікроорганізмів, у т.ч. збудників бактеріальних хвороб картоплі [10].

Серологічні методи, які є найширше застосовуваними у діагностичних лабораторіях агропромислового комплексу як в Україні, так і за її межами, включають метод імунофлюоресценції та твердофазний гетерогенний імуноферментний аналіз (Enzyme Linked Immunosorbent Assay, ELISA). Останній є провідним методичним підходом, оскільки має високу чутливість і зазвичай використовується для виявлення збудників у рослинному матеріалі без видимих ознак захворювання [5].

Метою даної роботи було дослідити поширеність збудників кільцевої гнилі *Clavibacter sepedonicus* та чорної ніжки і мокрої гнилі *Pectobacterium atrocepticum* в урожаї картоплі методом DAS ELISA.

Матеріали та методи

Дослідження проводились на базі лабораторії Білоцерківського діагностичного центру ТОВ «Сингента».

Об'єктами досліджень слугували 1640 бульб картоплі, відібрані з 9-ти областей України включаючи Одеську (40 бульб), Київську (430 бульб), Донецьку (90 бульб), Херсонську (120 бульб), Черкаську (120 бульб), Тернопільську (450 бульб), Миколаївську (120 бульб), Житомирську (90 бульб) та Дніпропетровську (150 бульб) області (рис. 1.). Відбір зразків та формування середньої проби картоплі проводився уповноваженими особами з господарств під час збору урожаю відповідно до ДСТУ 4014:2001 [4].

Наявність досліджуваних бактеріальних збудників *Clavibacter sepedonicus* та *Pectobacterium atrocepticum* проводили імунохімічним методом DAS ELISA (sandwich-варіант імуноферментного аналізу) з використанням комерційних тест-систем LOEWE® Standard Complete Kit (Німеччина) відповідно інструкції виробника.

Оптичну густину продукту ферментативної реакції вимірювали на мікропланшетному фотометрі SUNRISE (TECAN Austria GmbH, Австрія) за довжини хвилі 405 нм. Для обробки результатів застосовували програму Магеллан V.7.1.

Розрахунок поширення бактеріальних моно- та змішаних інфекцій проводили за формулою:

$$\text{Поширення хвороби} = (n \cdot 100) / N$$

де n – кількість уражених бульб у пробі, шт.;

N – загальна кількість бульб у пробі, шт. [6]

Аналіз досліджуваних бульб картоплі проводили у трикратній повторності. Статистичне опрацювання отриманих результатів імуноферментного аналізу проводили традиційними методами варіаційної статистики з визначенням середнього значення \pm SD.





Рис.1. Карта-схема відбору досліджуваних бульб картоплі
Примітка 40* – кількість досліджуваних бульб

Fig.1. Map diagram of the selection of potato tubers
Note 40* – the number of analysed tubers

Результати досліджень та їх обговорення

Початок картопляного сезону в Україні у 2021 році ознаменувався низькими температурами та достатнім зволоженням у квітні та на початку травня. Період вегетації культури характеризувався високими показниками опадів у травні для Київської, Житомирської та Тернопільської областей, а у червні для Одеської, Миколаївської, Дніпропетровської та Донецької областей, що, імовірно, створило оптимальні умови для активації латентної бактеріальної інфекції та інтенсивного ураження проростків фітопатогенними мікроорганізмами. Посушливими місяцями у період активної вегетації картоплі у полі стали серпень для Донецької та Миколаївської областей. Період збирання урожаю картоплі у 2021 році затягнувся через дощову погоду, що негативно вплинуло як на терміни збору, так і на якість урожаю в цілому (табл. 1.) [14].

Відповідно до результатів проведеного нами дослідження встановлено картину поширення у досліджуваних областях України двох основних збудників бактеріальних хвороб картоплі: кільцевої гнилі *Clavibacter sepedonicus* та мокрої гнилі *Pectobacterium atrosepticum* (табл.2).

Збудник мокрої гнилі інтенсивно розвивається та проявляється у роки з підвищеною вологістю та низькими температурами у період вегетації культури, на відміну від багатьох інших представників пектолітичних бактерій, що

Таблиця 1

Погодні умови в період посадки, вегетації та збору урожаю картоплі у 2021 році [14]

Table 1

Weather conditions during the period of planting, vegetation, and harvesting of potatoes in 2021[14]

Місяць	Показники	Одеська	Миколаївська	Херсонська	Дніпропетровська	Донецька	Черкаська	Київська	Житомирська	Тернопільська
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Квітень (IV)	ΣR^* , мм	43,5	45,8	42	45,2	31,6	52,5	40,1	44,2	36,4
	$t_{сер}^{**}$, °C	9,5	9,3	9,9	9,6	9,6	8,4	8,1	7,6	7,1
Травень (V)	ΣR^* , мм	60,5	51,9	25,8	29,8	41,6	59,4	104,5	117	82,2
	$t_{сер}^{**}$, °C	16,2	16,2	17,1	16,7	17,1	15,1	14,3	13,6	13,1
Червень (VI)	ΣR^* , мм	114	90,2	75,0	129,3	130,9	77,8	50,7	47,6	63,5
	$t_{сер}^{**}$, °C	21,2	21,5	21,8	21,2	21,2	20,4	20,4	20,1	19,2
Липень (VII)	ΣR^* , мм	37,9	36,5	59,9	44,9	44,8	36,8	50	44,2	81,9
	$t_{сер}^{**}$, °C	26	26,5	27,1	26,3	26,2	25,2	24,7	24	23
Серпень (VIII)	ΣR^* , мм	13,9	12	21,7	17,1	11,7	46,9	37,5	60,5	49,4
	$t_{сер}^{**}$, °C	24,7	25,3	26,5	26	26,3	23,4	22	20,8	20,3
Вересень (IX)	ΣR^* , мм	10,9	22,5	12,2	16,9	26,9	25,2	27,6	28,4	29,3
	$t_{сер}^{**}$, °C	16,9	16,3	17	15,6	15,8	14,6	13,9	13,6	14,4



Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Сума опадів, мм	280,7	258,9	101,7	283,2	287,5	298,6	282,8	341,9	342,7
	Середнє значення опадів \pm SD, мм	46,78 $\pm 37,85$	43,15 $\pm 27,34$	25,42 $\pm 12,43$	47,20 $\pm 42,13$	47,91 $\pm 42,32$	49,77 $\pm 18,25$	56,56 $\pm 27,43$	56,98 $\pm 31,13$	57,11 $\pm 22,56$
	Амплітуда опадів, мм	103,1	78,2	62,8	112,4	119,2	52,6	84,1	88,6	52,9
	Сума температур, °C	114,5	115,1	119,4	115,4	116,2	107,1	103,4	99,7	97,1
	Середнє значення температур \pm SD, °C	19,08 $\pm 6,14$	19,18 $\pm 6,49$	19,90 $\pm 6,56$	19,23 $\pm 6,51$	19,36 $\pm 6,50$	17,85 $\pm 6,30$	17,23 $\pm 6,19$	16,61 $\pm 6,06$	16,18 $\pm 5,79$
	Амплітуда температур, °C	16,5	17,2	17,2	16,7	16,7	16,8	16,6	16,4	15,9

Примітки: * ΣR – сума атмосферних опадів, мм; ** $t_{\text{сер}}$ – середня температура повітря, °C.Notes: * ΣR – the sum of rainfall, mm; ** t_{avg} – average air temperature, °C.

Таблиця 2

Поширеність збудників мокрої та кільцевої гнилей у формі моно- та змішаної інфекції (%) в урожаї картоплі

Table 2

Prevalence of causative agents of soft and ring rots in the form of mono- and mixed infection (%) in the potato harvest

Область	<i>Clavibacter sepedonicus</i> , %	<i>Pectobacterium atrocepticum</i> , %	Мікст-інфекція, %	Здорові бульби, %
Одеська	7,5	10,0	5,0	77,5
Миколаївська	0,8	2,5	0,0	96,7
Херсонська	2,5	7,5	0,8	89,2
Донецька	11,1	31,0	8,9	48,9
Дніпропетровська	4,0	4,7	0,0	91,3
Черкаська	3,4	5,0	0,8	90,8
Київська	6,1	10,2	3,5	80,2
Житомирська	2,2	6,7	0	91,1
Тернопільська	10,6	1,8	0,7	86,9

ростуть при температурах вище 36 °С. Ураження збудником кільцевої гнилі *Clavibacter sepedonicus* у вологі роки та за помірних температур, проявляється слабким в'яненням вегетативної маси та інтенсивним розвитком бульбової форми хвороби, однак при відсутності ґрунтової вологи та за високих літніх температур ураження бульбовою формою є незначним, а в'янення та загибель вегетативної маси відбувається у ранні строки [7].

Коливання кількості опадів та різкі зміни температури протягом періоду вегетації, не сертифікований садивний матеріал, порушення агротехнічних та фітосанітарних заходів, недотримання коректних умов закладання та зберігання насінневої картоплі призводить до збереження та накопичення бактеріальних збудників у популяціях картоплі та на сільськогосподарських угіддях. Тому, володіння інформацією про поширеність та склад патогенного комплексу в агроценозах є єдиним фактором, що визначає своєчасне застосування фітосанітарних заходів захисту і як наслідок сприятиме мінімізації шкодочинності інфекційних агентів та формуватиме врожайність та якість продукції.

Досліджувані мікроорганізми були розповсюджені у всіх обстежених регіонах вирощування картоплі, однак, з різною частотою виявлення.

Найвищий відсоток ураженості бульб зареєстровано у Донецькій області (11,1% – *Clavibacter sepedonicus*, 31% – *Pectobacterium atrocepticum* і 8,9% – обома мікроорганізмами), на території якої зареєстровано найвищу річну амплітуду суми атмосферних опадів та найвищий серед усіх досліджуваних областей їх рівень у червні. Збудник мокрої гнилі виявлявся, в середньому,



вдвічі частіше порівняно зі збудником кільцевої гнилі у зразках урожаю картоплі усіх обстежених областей, за виключенням Тернопільської, на території якої спостерігалось значне переважання *Clavibacter sepedonicus*. Особливістю погодних умов у 2021 році на цій території були високі показники атмосферних опадів у липні та серпні.

Найвищі показники ураження врожаю збудником мокрої гнилі зареєстровано, окрім Донецької, у Київській (10,2%) та Одеській (10,0%) областях, на території яких також зафіксовано високі показники суми атмосферних опадів у червні та травні відповідно. Крім того, для Одеської області також була характерною висока річна амплітуда цього показника. Позитивний результат 7,5% та 6,7% досліджуваних бульб давали позитивний результат на представника пектолітичних бактерій (*Pectobacterium atrosepticum*) у Херсонській та Житомирській областях відповідно.

Відсоток ураження мокрою гниллю у Черкаській, Дніпропетровській, Миколаївській та Тернопільській областях не сягав більше 5,0% і становив 5,0%, 4,7%, 2,5% та 1,8% відповідно. Спільних особливостей погодних умов для цих областей не виявлено. На території Черкаської і Тернопільської областей зареєстровано мінімальні значення річної амплітуди атмосферних опадів. При цьому значення цих показників для двох інших областей з мінімальним поширенням збудника мокрої гнилі були близькими до максимальних. Це підтверджує той факт, що погодні умови, у т.ч. вологість є ключовим, але не єдиним чинником, що впливає на поширення *Pectobacterium atrosepticum*. Важливе значення має стійкість сортів до збудника мокрої гнилі [2,6].

Найвищий відсоток поширення збудника кільцевої гнилі *Clavibacter sepedonicus* серед досліджуваних областей був виявлений у Донецькій та Тернопільській областях і сягав показників 11,1% та 10,6%, відповідно. В Одеській області присутність збудника було виявлено у 7,5% досліджуваних бульб картоплі. За результатами дослідження, 6,1% бульб були уражені коринєформною бактерією збудником кільцевої гнилі картоплі *Clavibacter sepedonicus* у Київській області. У Дніпропетровській, Черкаській, Херсонській, Житомирській та Миколаївській областях ступінь ураження кільцевою гниллю не перевищував 5,0% та становив 4,0%, 3,4%, 2,5%, 2,2% та 0,8%, відповідно.

Хвороби рослин, за яких у процес ураження залучено більше, ніж один патоген, зазвичай називають «комплексними», оскільки їх діагностика та подальша боротьба є більш складними. Naumann et al. у своєму дослідженні повідомляють про синергетичну взаємодію *Clavibacter sepedonicus* та *Pectobacterium atrosepticum* при комбінованій інокуляції обома збудниками бульб картоплі у 3-х річних польових та тепличних випробуваннях [12].

Ураження збудником кільцевої гнилі *Clavibacter sepedonicus* та мокрої гнилі *Pectobacterium atrosepticum* одночасно спостерігали у досліджуваних бульбах Донецької, Одеської, Київської, Херсонської, Черкаської та Тернопільської областей. Найвища частка бульб зі змішаною інфекцією виявлена у Донецькій області і сягала 8,9%. В Одеській області змішана інфекція підтверджена у 5,0% досліджуваних бульб. Одночасне виявлення збудників кільцевої та мокрої гнилі у Київській області встановлено у 3,5% бульб. У Херсонській, Черкаській та Тернопільській областях ступінь поширення мікст-ін-



фекції не перевищував 1,0% і становив 0,8%, 0,8% та 0,7%. Слід зазначити, що для погодних умов на території цих областей була характерною найнижча річна амплітуда атмосферних опадів.

За результатами проведеного дослідження встановлено, що відсоток бульб вільних від збудника кільцевої гнилі *Clavibacter sepedonicus* та збудника мокрої гнилі та чорної ніжки картоплі *Pectobacterium atrocepticum* коливався від 48,9% для Донецької області до 96,7% для Дніпропетровської області.

Таким чином, аналіз поширення збудників кільцевої гнилі *Clavibacter sepedonicus* та мокрої гнилі *Pectobacterium atrocepticum* в урожаї картоплі свідчить про переважання представника пектолітичних бактерій у всіх областях окрім Тернопільської, де переважало поширення *Clavibacter sepedonicus* збудника кільцевої гнилі. Високі показники поширення досліджених збудників були асоційовані з підвищеною середньорічною кількістю атмосферних опадів, а також з підвищеною річною амплітудою цього показника.

Автори висловлюють глибоку вдячність компанії ТОВ "СИНГЕНТА" в Україні за фінансову підтримку дослідження.

N.G. Hrytseva^{1,2}, L.M. Skivka¹

¹Taras Shevchenko National University of Kyiv,
ESC "Institute of Biology and Medicine",
60/13, Volodymyrska str., Kyiv, Ukraine, 01601,
e-mail: nataliyavorobiova@ukr.net

²LLC «Syngenta», 120/4, Kozatska str., Kyiv, Ukraine, 03680

PREVALENCE OF CAUSATIVE AGENTS OF RING ROT *CLAVIBACTER SEPEDONICUS*, BLACKLEG AND WET ROT *PECTOBACTERIUM ATROCEPTICUM* IN THE 2021 YEAR POTATO HARVEST IN THE TERRITORY OF UKRAINE

Summary

Aim. To investigate the prevalence of causative agents of ring rot and soft rot in the potato harvest by the DAS ELISA method. **Materials and methods.** Samples of the potato harvest from Ternopil, Zhytomyr, Kyiv, Cherkasy, Dnipropetrovsk, Donetsk, Mykolaiv, Odesa, and Kherson regions were used in the study. The detection of bacterial agents was conducted by enzyme-linked immunosorbent assay using commercial test systems LOEWE® Standard Complete Kit (Germany). **Results.** The highest percentage of affected potatoes was registered in the Donetsk region: 11.1% – by the *Clavibacter sepedonicus*, 31.0% – by the *Pectobacterium atrocepticum*, and 8.9% – by both bacteria. The causative agent of soft rot was detected twice as often as a causative agent of ring rot in tuber samples from all regions, except the Ternopil region, where the predominance of *Clavibacter sepedonicus* was revealed. In addition to the Donetsk region, a high prevalence of the causative agent of soft rot was found in the potato harvest from Kyiv (10.2%) and Odesa (10.0%) regions, the highest abundance of the causative agent of ring rot was detected in the Ternopil region. The mixed bacterial infection of potato tubers was diagnosed in 6 areas, and the highest rate was detected in the Donetsk



region. **Conclusion.** The analysis of the distribution of ring rot pathogen *Clavibacter sepedonicus* and soft rot pathogen *Pectobacterium atrosepticum* in the potato crop shows the presence of research pathogens in all studied regions. It was discovered the dominance of the representative of pectolytic bacteria in all regions except Ternopil, where the distribution of *Clavibacter sepedonicus*, the causative agent of ring rot, was dominated. High rates of spread of the studied pathogens were associated with increased local average annual precipitation, as well as with increased annual amplitude of this indicator.

Key words: bacterial diseases of potatoes, rot, *Clavibacter sepedonicus*, *Pectobacterium atrosepticum*.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бородай В.В., Парфенюк А.І. Поширеність та розвиток основних хвороб картоплі (*Solanum tuberosum* L.) в Україні // Агроєкологічний журнал. – 2018. – № 4. – С. 82–87.
2. Гвоздяк Р.І., Пасічник Л.А., Яковлева Л.М., Мороз С.М., Литвинчук О.О., Житкевич Н.В., Ходос С.Ф., Буценко Л.М., Данкевич Л.А., Гриник І.В., Патица В.П. Фітопатогенні бактерії. Бактеріальні хвороби рослин. – К.:ТОВ «НВП «Інтерсервіс», 2011. – 444 с.
3. Державна служба статистики України. Посівні площі сільськогосподарських культур за їх видами. Доступ онлайн: <http://www.ukrstat.gov.ua/> [цитовано 28 берез. 2021].
4. ДСТУ 4014:2001. Картопля насіннева. Відбір проб і методи визначення посівних якостей. – К.: Держспоживстандарт України, 2001. – 36 с.
5. Коломієць Ю.В., Буценко Л.М. Аналіз методів діагностики бактеріальних хвороб томатів в Україні // Біологічні системи: Теорія та інновації. – 2021. – 12. – № 1. – С. 16–29. doi:10.31548/biologiya2021.01.002.
6. Положенець В.М., Немерицька Л.В. Діагностика, симптоматика та джерела інфекції чорної ніжки картоплі // Наукові доповіді НУБІП України. – 2019. – № 6 (82). doi: 10.31548/dopovidi2019.06.002.
7. Campos H., Ortiz O. Bacterial Diseases of Potato. – Springer Cham; Springer. – 2020. – 507 p. doi:10.1007/978-3-030-28683-5_10.
8. Chakma M., Rana M., Jangid A., Shringi A. Potato bacterial ring rot pathogen detection and outbreak prevention // AGBIR. – 2021. – 37(6). – P. 188–194.
9. European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO). EPPO activities on plant quarantine Available online: https://www.eppo.int/activities/quarantine_activities (cited 2022 Des. 15).
10. Hashemi Tameh M., Primiceri E., Chiriaco M.S., Poltronieri P., Bahar M., Maruccio, G. *Pectobacterium atrosepticum* Biosensor for Monitoring Blackleg and Soft Rot Disease of Potato // Biosensors. – 2020. – 10(6). – 64. doi:10.3390/bios10060064.
11. Naas H., Sebahia M., Orfei B., Rezzonico F., Buonauro R., Moretti C. *Pectobacterium carotovorum* subsp. *brasiliense* and *Pectobacterium carotovorum*



- subsp. *carotovorum* as causal agents of potato soft rot in Algeria // *European Journal of Plant Pathology*. – 2018. – 151(2). – P. 1027–1034.
doi:10.1007/s10658-018-1438-3.
12. Naumann K., Zielke R., Gierz E., Meyer U. Auswirkung einer Infektion mit *Corynebacterium sepedonicum* (Spieckermann & Kotthoff) Skaptason & Burkholder im Feldbestand bei gleichzeitigem Befall mit *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* (van Hall) Dye // *Zentralblatt für Mikrobiologie*. – 1986. – V. 141 (8). – P. 615-631.
doi:10.1016/S0232-4393(86)80071-3.
 13. Padilla-Gálvez N., Luengo-Urbe P., Mancilla S., Maurin A., Torres C., Ruiz P., France A., Acuña I., Urrutia H. Antagonistic activity of endophytic actinobacteria from native potatoes (*Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum* L.) against *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* and *Pectobacterium atrosepticum* // *BMC Microbiol.* – 2021. – 21.
doi:10.1186/s12866-021-02393-x.
 14. *The Foreign Agricultural*. 2021 Spring Crop Season Available online: <https://ipad.fas.usda.gov/cropexplorer/imageview.aspx?regionid=umb&start-date=10/11/2019&imenddate=10/20/2019&ftypeid=19&fattributeid=1&s-typeid=19&sattributeid=7> (cited 2023 Jan. 10).

REFERENCES

1. Borodai VV, Parfeniuk AI. Prevalence and development of main diseases of potato (*Solanum tuberosum* L.) in Ukraine. *Agroecological journal*. 2018; (4): 82–87. (in Ukrainian)
2. Hvozdiak RI, Pasichnyk LA, Yakovleva LM, Moroz SM, Lytvynchuk OO, Zhytkevych NV, Khodos SF, Butsenko LM, Dankevych LA, Hrynyk IV, Patyka VP. Phytopathogenic bacteria. Bacterial diseases of plants. Interservice, Poltava, 2011. 444 p. (in Ukrainian)
3. State Statistics Service of Ukraine [Internet]. Sown areas of agricultural crops by their types. [cited 2021 Mar. 28] Available online: <http://www.ukrstat.gov.ua/>. (in Ukrainian)
4. DSTU 4014:2001. Seeds potato. Sampling and methods of determining seed qualities. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. 2001:36. (in Ukrainian)
5. Kolomiets YV, Butsenko LM. Analysis of methods of diagnosis of bacterial diseases of tomatoes in Ukraine. *Biological Systems: Theory and Innovation*. 2021; 12(1):16–29.
doi:10.31548/biologiya 2021.01.002.
6. Polozhenets VM, Nemerytska LV. Diagnosis, symptoms, and sources of infection of the black leg of the potato. *Scientific reports of NULES of Ukraine*. 2019; 6(82). (in Ukrainian).
doi:10.31548/dopovidi2019.06.002.
7. Campos H, Ortiz O. Bacterial Diseases of Potato. Springer Cham, Springer. 2020. 507 p.
doi:10.1007/978-3-030-28683-5_10.



8. Chakma M, Rana M, Jangid A, Shringi A. Potato bacterial ring rot pathogen detection and outbreak prevention. *Agricultural and Biological Research* 2021; 37(5):188–194.
9. European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) [Internet]. EPPO activities on plant quarantine [cited 2022 Des. 15] Available online: https://www.eppo.int/activities/quarantine_activities
10. Hashemi Tameh M, Primiceri E, Chiriaco MS, Poltronieri P, Bahar M, Maruccio G. *Pectobacterium atrosepticum* Biosensor for Monitoring Blackleg and Soft Rot Disease of Potato. *Biosensors*. 2020;10(6):64. doi:10.3390/bios10060064.
11. Naas H, Sebahia M, Orfei B, Rezzonico F, Buonauro R, Moretti C. *Pectobacterium carotovorum* subsp. *brasiliense* and *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* as causal agents of potato soft rot in Algeria. *European Journal of Plant Pathology*. 2018; 151(2):1027–1034. doi:10.1007/s10658-018-1438-3.
12. Naumann K, Zielke R, Gierz E, Meyer U. Auswirkung einer Infektion mit *Corynebacterium sepedonicum* (Spieckermann & Kotthoff) Skaptason & Burkholder im Feldbestand bei gleichzeitigem Befall mit *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* (van Hall) Dye. *Zentralblatt für Mikrobiologie*. 1986; 141(8):615–631. doi:10.1016/S0232-4393(86)80071-3.
13. Padilla-Gálvez N, Luengo-Urbe P, Mancilla S, Maurin A, Torres C, Ruiz P, France A, Acuña I, Urrutia H. Antagonistic activity of endophytic actinobacteria from native potatoes (*Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum* L.) against *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* and *Pectobacterium atrosepticum*. *BMC Microbiol*. 2021; 21(335). doi:10.1186/s12866-021-02393-x.
14. The Foreign Agricultural [Internet]. 2021 Spring Crop Season [cited 2023 Jan.10] Available online:<https://ipad.fas.usda.gov/cropexplorer/imageview.aspx?regionid=umb&startdate=10/11/2019&imenddate=10/20/2019&ftypeid=19&fattributeid=1&stypeid=19&sattributeid=7>.

Стаття надійшла до редакції 15.02.2023 р.

