

К.Є. СТОЯНОВА

Українська науково-дослідна станція карантину рослин Інституту захисту рослин НААН, вул. Наукова, 4, с. Бояни, Чернівецький р-н, Чернівецька обл., 60321, Україна

ЕПІДЕМІОЛОГІЯ КАРАНТИННИХ ХВОРОБ КАРТОПЛІ В УКРАЇНІ ТА ЄВРОПІ

Мета. Аналіз та узагальнення даних про епідеміологічну ситуацію карантинних хвороб картоплі в Україні та Європі. Визначення основних патогенів, що спричинюють ці захворювання, оцінка поширення та впливу на врожайність, визначення заходів профілактики та контролю для забезпечення продовольчої безпеки аграрного сектору. **Методи.** Поширення хвороб картоплі та ураженість ними рослин і бульб досліджували інформаційно-аналітичним методом на основі аналізу даних Департаменту фітосанітарної безпеки Держпродспоживслужби України за 2019—2023 рр. та на основі глобальної бази даних ЄОКЗР. **Результати.** Виявлено, що найпоширенішими карантинними хворобами картоплі є рак (*Synchytrium endobioticum*), бура гниль (*Ralstonia solanacearum*), кільцева гниль (*Clavibacter michiganensis*), чорна ніжка/м'яка гниль (*Dickeya dianthicola*) та віроїд веретеноподібності бульб картоплі (*Potato spindle tuber pospiviroid*). Основними факторами, які сприяють поширенню карантинних хвороб картоплі, є міжнародна торгівля зараженим насіннєвим матеріалом, недотримання сівозміни, недостатньо ефективна система моніторингу та контролю а також зміни клімату, які створюють сприятливі умови для розвитку патогенів. Аналіз існуючих методів захисту від карантинних хвороб показав, що найефективнішими є інтегровані підходи, які включають використання стійких сортів, біологічних засобів захисту та регулярний моніторинг стану посівів. **Висновки.** Отримані результати вказують на необхідність посилення карантинних заходів як в Україні, так і в інших європейських країнах. Важливою складовою результативності цього завдання є фітосанітарний контроль, розробка та впровадження стійких сортів, міжнародна співпраця, обмін досвідом та технологіями. Реалізація зазначених заходів сприятиме зниженню поширення карантинних хвороб картоплі, підвищенню врожайності та якості продукції, а також забезпеченню продовольчої безпеки та економічного розвитку аграрного сектору Європи та України.

картопля; карантинні хвороби картоплі; поширення; шкідливість; фітосанітарні заходи

Картопля (*Solanum tuberosum* L.) — одна з найважливіших сільськогосподарських культур, яку вирощують у понад 130-ти країнах світу. Вона використовується у різноманітних галузях і здатна забезпечити потреби людини в поживних елементах, оскільки має високий вміст крохмалю, вітамінів, незамінних амінокислот, мінеральних сполук та інших речовин. Останніми роками дослідники спостерігають значні зміни видового складу, посилення агресивності і вірулентності збудників хвороб картоплі. Ці процеси зумовлені зростанням обсягів імпорту неякісного садивного матеріалу картоплі, а також змінами в кліматичній системі. Щорічні втрати врожаю картоплі, спричинені карантинними хворобами, становлять близько 10—15% загального виробництва в Європі та до 20% — в Україні. Це призводить до значних економічних збитків, зниження експорту та погіршення продовольчої безпеки. Тому важливими є знання про різні карантинні хвороби картоплі, своєчасне виявлення і знищення карантинних об'єктів, прогнозування поширення, організація заходів контролю, а також запобігання їхньому проникненню в регіони, де вони відсутні. Це необхідно для подальшого отримання високої врожайності культури [1, 2].

Мета — аналіз та узагальнення даних про епідеміологічну ситуацію карантинних хвороб картоплі в Україні та Європі; визначення основних патогенів, що спричиняють ці захворювання, оцінка їхнього поширення та впливу на врожайність; визначення заходів профілактики і контролю для забезпечення продовольчої безпеки аграрного сектору.

Матеріали та методи. Поширення хвороб картоплі та ураженість ними рослин і бульб досліджували інформаційно-аналітичним методом на основі аналізу даних Департаменту фітосанітарної безпеки Держпродспоживслужби за 2019—2023 рр. та на основі глобальної бази даних ЄОКЗР [3, 4].

Результати досліджень та обговорення. На основі аналізу даних визначили, що нині існує п'ять карантинних хвороб картоплі різного походження, які поширені на території Європи. До них відносяться: рак картоплі (*Synchytrium endobioticum*), кільцева гниль картоплі (*Clavibacter michiganensis*), бура гниль картоплі (*Ralstonia solanacearum*), чорна ніжка/м'яка гниль картоплі (*Dickeya dianthicola/Erwinia carotovora*) та віроїд веретеноподібності бульб картоплі (*Potato spindle tuber pospiviroid*). Зокрема на території України за останні п'ять років було зафіксовано дві карантинні хвороби — рак картоплі і бура гниль картоплі.

Рак картоплі (*Synchytrium endobioticum*) — одна з небезпечних карантинних хвороб картоплі, яка завдає великих збитків за рахунок втрати врожаю (80—100%) з суттєвим погіршенням його якості. Характер і міра шкідливості хвороби залежать від природно-господарських умов, рівня застосування агротехніки, стійкості сорту, рівня ведення насінництва і системи фітосанітарного захисту [5]. Є відомості про розповсюдження у всьому світі близько 40-ка патотипів раку картоплі. Основною зоною поширення вогнищ зараження картоплі є гірські та передгірські райони [6]. За результатами аналізу даних Департаменту фітосанітарної безпеки Держпродспоживслужби за 2019—2023 рр. збудника раку картоплі було виявлено в 6-ти областях України: Закарпатська, Івано-Франківська, Львівська, Чернівецька, Волинська (з 2021 р. були зафіксовані вогнища раку картоплі), Вінницька (з 2020 р. були ліквідовані всі осередки зараження збудником хвороби) (табл. 1) [3].

1. Поширення *Synchytrium endobioticum* в Україні за даними Департаменту фітосанітарної безпеки Держпродспоживслужби (середні значення за 2019—2023 рр.)

Область	Райони	Міста	Населені пункти	Господарства	Присадибні ділянки
<i>Заражено</i>					
Закарпатська	7	0	163	4	7597
Івано-Франківська	5	0	31	1	152
Львівська	2	0	3	1	1
Чернівецька	2	0	3	0	18
Волинська	2	0	2	0	0
Вінницька	1	0	7	0	276
Всього	19	0	209	6	8044
<i>Площа зараження, га</i>					
Область	Господарства		Присадибні ділянки		Всього
Закарпатська	88,6		2120,96		2209,56
Івано-Франківська	0,12		15,60		15,72
Львівська	61,91		0,15		62,06
Чернівецька	0		0,7		0,7
Волинська	0		8		8
Вінницька	0		45,43		45,43
Всього	150,63		2190,69		2341,47



Рис. 1. Поширення *Synchytrium endobioticum* на Європейському континенті за даними EPPO A2 LIST

Використовуючи дані переліку EPPO A2 LIST збудника даної хвороби виявлено в 24-х країнах Європи (рис. 1): Білорусь, Болгарія, Великобританія, Вірменія, Греція, Грузія, Данія, Естонія, Ірландія, Італія, Латвія, Люксембург, Німеччина, Нідерланди, Польща, Румунія, Словаччина, Туреччина, Україна, Фарерські о-ви, Фінляндія, Чехія, Чорногорія, Швеція. За останні 5 років збудника знищено у Литві (з 2023 р.) та Швейцарії (з 2020 р.) [4]. У країнах із суворими карантинними заходами (Нідерланди та Велика Британія) вдалося значно зменшити поширення хвороби шляхом контролю за насіннєвим матеріалом і знезараженням полів.

Збудником раку картоплі є гриб *Synchytrium endobioticum* (Schibersky) Percival. З культурних рослин збудник уражує лише картоплю. Він є внутрішньоклітинним облігатним паразитом, який не утворює міцелію. Основними в циклі розвитку є зимові або літні зооспоровангії, завдяки яким гриб зберігається й поширюється в природі. Навесні, коли температури вище 8°C, зооспоровангії проростають, утворюючи 200—300 рухливих однодзгугтикових зооспор, які уражують клітини рослини-живителя. Потрапляючи на сприятливу тканину, зооспора розчиняє клітини епідермісу і через отвір, який утворився під впливом збудника, проникає в клітину рослини [7]. При ураженні картоплі раком утворюються нарости на бульбах, столонах, кореневій шийці, а за значного розвитку захворювання — на стеблі, листках і квітках. За зовнішнім виглядом нарости нагадують плоди цвітної капусти. Розмір наростів варіює від дрібної горошини до величини, яка перевищує розмір бульби. Нарости, які формуються в ґрунті, — білого кольору, а на надземних частинах рослин — зелені. До закінчення вегетації картоплі нарости темнішають і згнивають. Корені картоплі ніколи не уражуються. Потрапляючи на поле, збудник швидко накопичується в ґрунті й через 2—3 роки уражує більшість рослин картоплі. Розповсюдження раку картоплі в природних умовах дуже повільне. Найчастіше він поширюється з бульбами насіннєвої картоплі, які мають на своїй поверхні часточки зараженого ґрунту. Будь-яке переміщення заражених бульб сприяє подальшому поширенню інфекції.

Наслідком хвороби є втрата врожаю від 90 до 100% на заражених ділянках, зниження ринкової вартості, оскільки уражені бульби стають непридатними для споживання чи продажу. Гриб *Synchytrium endobioticum* здатний зберігатися у ґрунті протягом багатьох років, що робить заражені поля непридатними для вирощування картоплі протягом тривалого часу. На відміну від інших грибних захворювань рак картоплі дуже важко лікувати та контролювати, оскільки спори гриба стійкі до впливу хімічних засобів [1].

Бура бактеріальна гниль картоплі (*Ralstonia solanacearum*). У зв'язку із глобальними змінами кліматичних умов спостерігається збільшення ареалів розповсюдження патогенів бактеріальних хвороб рослин, зокрема тих, що становлять значну загрозу виробництву картоплі. Одним з таких є збудник бурої бактеріальної гнилі — бактерія *Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabuuchi et al., що належить до родини Pseudomonadaceae [8]. У 2019—2023 рр. за даними Департаменту фітосанітарної безпеки Держпродспоживслужби збудника бурої гнилі картоплі було виявлено в 3-х областях України: Житомирська (з 2020 року були ліквідовані усі вогнища бурої бактеріальної гнилі), Тернопільська та Чернігівська (табл. 2) [3].

Загальна площа ураження *Ralstonia solanacearum* за період 2019 — 2023 рр. не зменшується. Причиною є зміни погодних умов (зростання середньої температури та частіші опади), труднощі з контролем вод-

**2. Поширення *Ralstonia solanacearum* в Україні за даними
Департаменту фітосанітарної безпеки Держпродспоживслужби
(середні значення за 2019—2023 рр.)**

Область	Райони	Міста	Населені пункти	Господарства	Присадибні ділянки
<i>Заражено</i>					
Тернопільська	1	0	1	1	0
Чернігівська	2	0	3	3	0
Житомирська	1	0	1	1	0
Всього	4	0	5	5	0
<i>Площа зараження, га</i>					
Область	Господарства		Присадибні ділянки		Всього
Тернопільська	70		0		70
Чернігівська	56		0		56
Житомирська	57,108		0		57,108
Всього	183,108		0		183,108

них ресурсів (заражені водні джерела є основними у поширенні інфекції) та недостатній моніторинг і низьке ресурсне забезпечення [8].

Згідно з даними ЄОКЗР наприкінці 2023 р. вогнища хвороби були виявлені на території Бельгії, Болгарії, Великобританії, Греції, Грузії,



Рис. 2. Поширення *Ralstonia solanacearum* на Європейському континенті за даними EPPO A2 LIST

Іспанії, Італії, Португалії, Польщі, Німеччини, Румунії, Сербії, Словаччини, Туреччини, Угорщини, Франції. У 2022 р. збудника хвороби було знищено у Норвегії, а у 2023 р. хвороба повністю ліквідована у Швейцарії та Литві (рис. 2) [4]. У Нідерландах та Німеччині спостерігається зростання випадків бактеріальної гнилі через збільшення площ для вирощування картоплі на експорт. У відповідь країни посилили заходи контролю за якістю насіннєвого матеріалу та умовами зберігання.

Клітини бактерії *Ralstonia solanacearum* — це короткі, грамнегативні палички, які з'єднані попарно або в короткі ланцюжки, розмір

їх 0,5—0,7 на 1,5—2,0 мкм, рухомі з одним полярним джгутиком, спор не утворюють. Вони дуже чутливі до висихання. Для більшості штамів оптимальною температурою росту є 28—32°C, однак деякі штами мають нижчу температуру росту — 27°C. Життєздатність патогена швидше за все підвищується у більш глибоких шарах ґрунту. Через незначні коливання температури *R. solanacearum* має здатність до виживання у водному середовищі і може розмножуватися в чистій воді за відсутності поживних речовин [8, 9].

Перші ознаки ураження на рослинах картоплі з'являються у фазі цвітіння, а саме — в'янення частини стебла або однієї сторони листка з втратою тургору вдень і відновленням його вночі. Рослини раптово в'януть, листки жовтіють і зморщуються, а черешки листків і стебел поникають. За швидкого в'янення колір листя майже не змінюється, лише пізніше стає бурим. Іншою ознакою, що пов'язана з ураженням збудником бурої гнилі, є затримка в рості рослин. На судинній тканині поперечного розрізу стебел зів'ялих рослин зазвичай з'являється коричневий та молочний бактеріальний ексудат, який вказує на наявність щільних мас бактеріальних клітин в інфікованих судинних пучках, зокрема в ксилемі, на поверхні розрізу або у вигляді виділення. Коли розріз стебла розташований вертикально у воді, спостерігається

спонтанне виділення ексудату із судинних пучків. Таке виділення є характерною ознакою бурої гнилі й не зустрічається в інших видів бактерій — патогенів картоплі. На бульбах картоплі при їх розрізі видно потемніння судинних пучків. На ранній стадії інфікування спостерігаються судинні кільця від жовтого до світлоричневого кольору, з яких через кілька хвилин спонтанно виділяється білокремовий бактеріальний ексудат. Пізніше, судини знебарвлюються, і набувають більш виразного коричневого кольору, також можливе поширення некрозу на паренхімні тканини. На пізніх стадіях інфекція поширюється з верхівки та вічок бульби, з яких може сочитися бактеріальний слиз, що призводить до утворення грудочок ґрунту.

Основний шлях для розповсюдження є інфікована насіннева картопля та інший рослинний матеріал. Бактерія тривалий час може зберігатись у воді і з її допомогою переноситься від поля до поля. Резерватами інфекції є бур'яни з родини пасльонових та бобових [1, 9].

Бура бактеріальна гниль картоплі завдає значних втрат врожаю як під час вирощування картоплі, так і під час її зберігання (50—70%). Також спостерігається погіршення якості картоплі, стає непридатною для переробки та продажу. Шкідливість проявляється у значному відставанні рослин у рості, зменшенні кількості стебел, загниванні бульб у полі і при зберіганні у сховищах [1].

Кільцева гниль картоплі (*Clavibacter michiganensis*) — це серйозна бактеріальна хвороба, яку викликає бактерія *Clavibacter michiganensis*. За останні п'ять років хвороба поширювалася переважно через насінневий матеріал. Зважаючи на глобальні торговельні зв'язки, ризик зараження кільцевою гниллю залишається високим. За даними EPPO A2 LIST збудника кільцевої гнилі картоплі виявлено в 19-ти країнах Європи: Білорусь, Болгарія, Естонія, Греція, Грузія, Іспанія, Кіпр, Латвія, Литва, Німеччина, Норвегія, Польща, Румунія, Словаччина, Туреччина, Угорщина, Чехія, Фінляндія та Швеція (рис. 3). У 2023 р. хворобу було ліквідовано у Нідерландах та Швейцарії [4].

Збудник кільцевої гнилі картоплі в природних умовах уражує лише картоплю (*Solanum tuberosum* L.). Згідно з літературними даними, за штучної інокуляції, патогена виявлено на представниках родини пасльонових

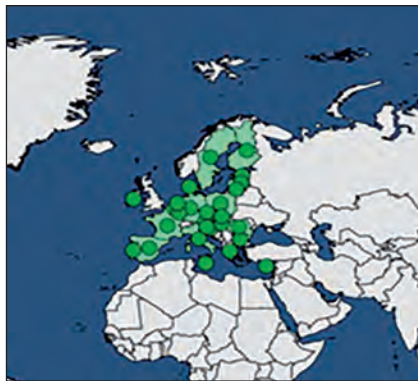


Рис. 3. Поширення *Clavibacter michiganensis* на Європейському континенті за даними EPPO A2 LIST

(*Solanaceae*), зокрема на помідорах (*Solanum lycopersicum* L.) і баклажанах (*Solanum melongena* L.). Наслідком хвороби є зниження врожайності сільськогосподарських культур на 20—55%. Уражені бульби стають непридатними для споживання або продажу, оскільки в них розвивається гниття. На початкових стадіях хвороба може протікати без явних симптомів, тому зараження стає очевидним лише на пізніших етапах, коли гниль вже поширилася. Це ускладнює її контроль і може призвести до швидкого розповсюдження на великі площі. Хвороба може зберігатися у ґрунті кілька років, що ускладнює подальше вирощування картоплі на заражених ділянках [1, 10].

При висаджуванні слабкоінфікованих бульб перші ознаки хвороби проявляються у фазі цвітіння у вигляді в'янення одного чи двох стебел у куці. Краї листків закручуються всередину догори, стають тьмяними. Пізніше на зів'ялих листках з'являються бурі плями. На зрізі ураженого стебла не помітно змін забарвлення судинних пучків. Зів'ялі стебла, на відміну від ураження іншими хворобами, падають на землю. Висаджені сильно інфіковані бульби згнивають у ґрунті, а з деяких виростають недорозвинені рослини із здутими стеблами. Листки в них розміщуються близько один до одного, особливо на верхівках рослин. Уражені рослини з часом в'януть і засихають, бульбоутворення відсутнє. На бульбах кільцева гниль проявляється у вигляді ураження судинного кільця і ямчастої гнилі (жовта підшкірна плямистість) [1]. Збудник проникає в молоді бульби на ранніх етапах їх утворення через столони. Судинна система бульб розм'якшується і має світло-жовте забарвлення. При надавлюванні уражені судини виділяють кремезовжовтий ексудат. Із судинної системи гниль поширюється на сусідні тканини і серцевину бульб, які перетворюються на білу в'язку масу з неприємним запахом. Захворювання проявляється за 5—6 місяців.

Хвороба поширюється із зараженими бульбами, комахами, тарою (контейнерами), засобами обробки ґрунту і знаряддями праці [10].

Чорна ніжка/м'яка гниль картоплі (*Dickeya dianthicola*) — одна з найбільш шкідливих бактеріальних хвороб картоплі, трапляється 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. Збудник м'якої гнилі картоплі спричинює деградацію стебла рослин і гниття коренеплодів. Розвиток захворювання призводить до розрідження посадок, зниження продуктивності, погіршення насіннєвих якостей і товарності бульб при зберіганні. Недобір урожаю, залежно від погодних умов і агресивності патогена, варіює в межах від 1—2 до 50—75%.

Ураження 5% рослин в період вегетації призводить до втрати 20% і більше бульб в період зберігання. В останні роки серед збудників бактеріальних м'яких гнилей овочевих культур особливу увагу привер-

тають патогени роду *Dickeya*. Цього патогена вважали небезпечним лише у країнах із теплим кліматом, але виявлення їх на картопляних полях Європи змусило переглянути систему контролю цих патогенів [11]. За останні роки динаміка поширення хвороби значно збільшилась. Збудник поширився завдяки міжнародній торгівлі насінневою картоплею та спричиняє значні втрати врожаю. Види роду *Dickeya* виявлені у 15-ти європейських країнах: Бельгія, Болгарія, Великобританія, Данія, Іспанія, Кіпр, Німеччина, Польща, Румунія, Сербія, Словенія, Фінляндія, Франція, Швеція та Швейцарія (рис. 4). У 2023 р. у Нідерландах збудника хвороби було знищено [4].



Рис. 4. Поширення *Dickeya dianthicola* на Європейському континенті за даними EPPO A2 LIST

Бактерії роду *Dickeya* добре відомі як збудники м'яких гнилей різноманітних культур, але перш за все, картоплі. Патогенність *Dickeya* в основному пов'язана з ферментами деградації клітинних стінок — пектацілазами. 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. Першим 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 призводять до некрозу стебла. Зовні стебла зазвичай залишаються зеленими до повного всихання листа. Симптоми зазвичай вперше з'являються, коли температура повітря перевищує 25°C. Для ідентифікації збудників цієї групи використовують молекулярні методи, зокрема ПЛР із специфічними праймерами. Такі праймери зазвичай спрямовані на виявлення генів, які пов'язані із вірулентними властивостями фітопатогенних бактерій [11].

Фактори, що сприяють розвитку хвороби картоплі, спричиненої видами *Dickeya*, включають пошкодження та відсутність чистоти під час сортування бульб, поганий дренаж ґрунту, підвищення рівня збудника на насінневих бульбах, надмірне зрошення, вологу весняну погоду, пошкодження під час збору врожаю та відсутність належної



Рис. 5. Поширення *Potato spindle tuber pospiviroid* — *PSTVd* на Європейському континенті за даними EPPO A2 LIST

вентиляції під час зберігання. Також досить часто хвороба поширюється людиною під час збирання врожаю [12].

Віроїд веретеноподібності бульб картоплі (*Potato spindle tuber pospiviroid* — *PSTVd*) — нині поширений у 18-ти країнах Європи: Австрія, Азербайджан, Білорусь, Бельгія, Грузія, Данія, Естонія, Італія, Мальта, Нідерланди, Німеччина, Словенія, Туреччина, Хорватія, Чехія, Швейцарія (рис. 5). У 2021 р. віроїд був ліквідований у Литві, а у 2023 — у Польщі. За останнє п'ятиліття динаміка поширення хвороби стабілізувалася у країнах з розвиненими системами контролю, проте в регіонах з низьким

рівнем контролю хвороба може поширюватися значно швидше. Збитки від нерегульованого зараження *PSTVd* оцінюють у 4,4 млн євро [4].

PSTVd — низькомолекулярні інфекційні нуклеїнові кислоти (кільцева РНК, яка складається приблизно з 359 нуклеотидів). Реплікація відбувається автономно в сприйнятливих рослинах-господарях [1].

Картопля вважається основним господарем *PSTVd*. Насіння картоплі, отримане від схрещеного з віроїдним зразком, проростало з більшою швидкістю, ніж насіння від неінфікованих батьків. *PSTVd* заражає всі або більшість частин рослини. Вегетативне розмноження є основним шляхом передачі хвороби у картоплі. Відсутність симптомів збільшує ризик того, що заражені рослини буде використано для розмноження. Поширення хвороби відбувається через імпортоване насіння картоплі та гермоплазмой, а також при безпосередньому контакті здорових та хворих рослин. Також встановлено, що 80—100% трансмісії *PSTVd* у польових умовах здоровим рослинам картоплі відбувається тоді, коли колеса трактора були заражені інфекційним соком через пошкодження хворих рослин картоплі. Малою є ймовірність розповсюдження *PSTVd* попелицями. Зокрема, це відбувалося завдяки гетерологічному капсидуванню *PSTVd* у частинках PLRV. У картоплі *PSTVd* може викликати серйозну затримку росту, однак воно також може бути ледь помітним. Пагони заражених рослин можуть бути більш вертикальними і давати менші листки, ніж їхні здорові аналоги. Заражені бульби можуть бути невеликими, подовженими (від цього і походить назва хвороби), деформуватися і мати тріщини. Їхні вічка

можуть бути більш вираженими, ніж зазвичай, і мати опуклості, які здатні навіть перетворитися на маленькі бульби. На експресію симптомів впливає сорт картоплі, штам *PSTVd*, умови довкілля і метод інокуляції [10].

Хвороба відома своєю високою шкідливістю, оскільки призводить до серйозних морфологічних змін бульб і може викликати значні втрати врожаю. Втрата продуктивності може сягати 50—70% залежно від ступеня інфікування. Основною ознакою ураження є веретеноподібна форма бульб, що робить їх непридатними для продажу та споживання. Це призводить до зниження якості врожаю. Інфіковані віроїдом рослини стають більш сприйнятливими до інших хвороб та стресових умов. Уражені рослини можуть не проявляти симптомів у перший рік після зараження, що сприяє прихованому поширенню хвороби через насіння та посадковий матеріал.

Окрім дослідження різних карантинних хвороб картоплі проведено аналіз існуючих методів захисту від них. Фітосанітарні заходи захисту рослин в Україні та Європі базуються на рекомендаціях, розроблених Європейською і Середземноморською організацією захисту рослин (EPPO), які вказують, що найбільш ефективними є інтегровані підходи:

- комплексний захист. Потрібне поєднання біологічних, хімічних та агротехнічних методів захисту, адже використання лише одного методу може призвести до розвитку стійкості збудника;
- зменшення хімічного навантаження. Часте використання пестицидів негативно впливає на довкілля і може спричинити забруднення ґрунтів та водних ресурсів. Інтегровані підходи дозволяють мінімізувати застосування хімічних засобів завдяки впровадженню стійких сортів картоплі;
- застосування різних методів контролю та профілактики допомагає знизити загальні витрати на боротьбу з хворобами, підвищуючи стабільність і продуктивність вирощування картоплі (табл. 3).

Таким чином, інтегрований підхід дозволяє створити стійку систему захисту від хвороб, знижуючи ризики для врожаю та якості продукції, а також забезпечуючи продовольчу безпеку та економічний розвиток аграрного сектору Європи та України [13].

ВИСНОВКИ

Отримані результати свідчать про необхідність посилення карантинних заходів як в Україні, так і в інших європейських країнах, оскільки карантинні хвороби картоплі завдають значних проблем сільськогосподарському виробництву та продовольчій безпеці, а саме спричиняють великі втрати врожаю (від 50 до 100%) та довготривале

3. Фітосанітарні заходи захисту від карантинних хвороб картоплі

Фітосанітарні заходи	<i>Synchytrium endobioticum</i>	<i>Ralstonia solanacearum</i>	<i>Clavibacter michiganensis</i>	<i>Dickeya dianthicola</i>	<i>Potato spindle tuber pospviroid</i>
Використання стійких сортів картоплі	+	-	+	-	+
Використання здорового насінневого матеріалу	-	+	+	+	+
Заборона переміщення зараженого матеріалу з інфікованих зон в інші регіони	+	+	+	+	+
Впровадження особливого карантинного режиму у вогнищах	+	+	+	+	+
Обмеження використання інфікованих полів	+	+	-	-	-
Фітосанітарний моніторинг	+	+	+	+	+
Хімічна обробка ґрунту	+	-	-	-	-
Утилізація інфікованого матеріалу	+	+	+	+	+
Очищення та дезінфекція техніки	+	+	+	+	+
Сівозаміна	+	+	-	+	+
Дренаж і управління водою	-	+	-	-	-
Управління вологістю ґрунту	-	-	+	+	-
Контроль за збиранням та зберіганням	-	-	+	+	-
Температурний контроль	-	-	+	+	-
Контроль за тепличним виробництвом	-	-	-	-	+

зараження ґрунту, що робить ділянки непридатними для вирощування картоплі протягом тривалого часу. Патогени поширюються через ґрунт, воду та заражене обладнання, що ускладнює контроль хвороб. Окрім втрат врожаю карантинні хвороби підвищують витрати на заходи контролю, що ускладнює ведення господарської діяльності. Також через наявність хвороб картоплі країни можуть втрачати доступ до міжнародних ринків, що згубно впливає на економіку. Важливо вміти своєчасно виявити та знищити ту чи іншу хворобу картоплі, щоб запобігти її проникненню в інші регіони або країни, де вона відсутня. Успішний захист від карантинних хвороб вимагає інтегрованого підходу. Посилення фітосанітарного контролю, встановлення строгих правил імпорту та експорту насіннєвого матеріалу, регулярні перевірки посівів та складських приміщень, використання стійких сортів картоплі, запровадження сучасних систем моніторингу, застосування біотехнологічних методів ідентифікації можуть значно знизити ризик поширення хвороб. Дуже важливим аспектом є міжнародна співпраця, де науковці з різних країн можуть обмінюватись досвідом та проводити спільні дослідження з метою покращення епідеміологічної ситуації.

Фінансування: дослідження проводили відповідно до ПНД 12 «Фітосанітарна безпека, захист і карантин рослин» (Захист рослин).

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Симонов В.Є., Мацьків Т.І., Мельник П.О. та ін. Фітосанітарна безпека: регульовані організми картоплі. Чернівці: Зелена Буковина, 2011. 160 с.
2. Соломіщук М.П., Кордулян Ю.В. Застосування систем біологічного захисту картоплі від колорадського жука (*Leptonotarsa dezemlineata* Say.) та фітофторозу (*Phytophthora infestans* de Bary.). Захист і карантин рослин. 2018. Вип. 64. С. 208-209. doi: <http://dx.doi.org/10.36495/1606-9773.2018.64.208-218>
3. Огляд поширення карантинних організмів в Україні. URL: <https://dpss.gov.ua/fitosanitariya-kontrol-u-sferi-nasinnictva-ta-rozsadnictva/fitosanitarnij-kontrol/oglyad-poshirennya-karantinnih-organizmiv-v-ukrayini>
4. EPPQ A2 List of pests recommended for regulation as quarantine pests. URL: https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant_quarantine/A2_list (звернення 23.08.2024).
5. Зея А.Г., Олійник Т.М., Зея Г.В. Відбір джерел стійкості картоплі до раку *Synchytrium endobioticum*. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2020. Вип. 67. С. 77. doi: 10.32636/01308521.2020-(67)-2-5.5
6. Przetakiewicz J. Sampling, maintenance and pathotype identification

Synchytrium endo-bioticum (Schilb.) Perc. Plant Breeding and Seed Science. 2017. Vol. 76. P. 29-36. doi: <http://dx.doi.org/10.1515/plass-2017-0018>

7. Вергелес П.М., Пінчук Н.В., Коваленко Т.М. Карантин рослин: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2021. С. 44-48.

8. Крим І.В. Лабораторне визначення ураження сортів картоплі бурого бактеріальною гниллю. Захист і карантин рослин. 2020. Вип. 66. С. 128-129. <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2020.66.127-136>

9. Скрипник Н.В., Макарук О.М. Буря бактеріальна гниль — небезпечне карантинне захворювання видів родини *Solanaceae*. Захист і карантин рослин. 2014. Вип.60. С. 349-356. URL: <https://zkr.ipp.gov.ua/index.php/journal/issue/view/6/60-pdf>

10. Станкевич С.В., Леженіна І.П., Забродіна І.В. Регульовані некарантинні шкідливі організми: навч. посіб. Харків. нац. аграр. ун-т ім. В.В. Докучаєва. Харків: Видавництво Іванченка І.С., 2022. 76 с.

11. Коломієць Ю.В., Буценко Л.М., Лісовий О.А. та ін. Збудники м'яких гнилей овочевих культур роду *Dickeya*. Біологічні системи: теорія та інновації. Том 14, № 3-4, 2023. С. 64-75. doi: [http://dx.doi.org/10.31548/biologiya14\(3-4\).2023.006](http://dx.doi.org/10.31548/biologiya14(3-4).2023.006)

12. Richard Baker, Claude Bragard, Thierry Candresse, Gianni Gilioli et al. Scientific Opinion on the risk of *Dickeya dianthicola* for the EU territory with identification and evaluation of risk reduction options. EFSA Journal 2013;11(1):3072. P. 3-6. doi: <http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2013.3072>

13. EPPO activities on plant protection products. URL: https://www.eppo.int/ACTIVITIES/ppp_activities

Stoyanova K., ORCID: 0000-0003-1684-2950

Ukrainian Research Plant Quarantine Station of Institute of Plant Protection of the NAAS, 4, Naukova str., p. Boyany, Chernivtsi district, Chernivtsi region, 60321, Ukraine

Epidemiology of potato quarantine diseases in Ukraine and Europe

Goal. analysis and data generalization on the epidemiological situation of quarantine potato diseases in Ukraine and Europe. Main pathogens determination which these diseases cause. Their spread and impact on yields evaluated, together with identification of prevention and control measures to ensure food security in the agricultural sector. **Methods.** The spread of potato diseases and their incidence of plants and tubers were studied using an informant and analytical method based upon the data analysis from the Department of phytosanitary safety of the State Service of Ukraine on Food Safety and Consumer service for 2019—2023 and on the basis of the EPPO Glo-

bal Database Protocol. **Results.** The most spread potato quarantine diseases were: potato wart (*Synchytrium endobioticum*), brown rot of potato (*Ralstonia solanacearum*), ring rot (*Clavibacter michiganensis*), blackleg of potato (*Dickeya dianthicola*) and potato spindle viroid (*Potato spindle tuber pospiviroid*). Global trade of defeated seeds, non-following crop rotation, non-effective monitoring and control system and also climatic changes are also basic favorable factors for potato quarantine disease spread. Existing methods analysis for combating quarantine diseases has shown that the most effective are integrated approaches that include the use of resistant varieties, biological protection preparations and regular monitoring of the state of crops. **Conclusions.** The received results witnessed about the strengthening quarantine measures in Ukraine and European countries. The strengthening phytosanitary measures, developing and improving resistant varieties, international cooperation experience and technologies exchange are basic part for successful struggle with quarantine diseases. The above-mentioned measures realization will favor the potato quarantine diseases spread, yield increase and quality production increase. It will also help the food security improving European and Ukrainian agrarian sectors development.

potato; potato quarantine diseases; spread; harmfulness; phytosanitary measures

REFERENCES

1. Symonov V.Ie., Matskiv T.I., Melnyk P.O. (2011). Fitosanitarna bezpeka: rehulovani orhanizmy kartopli. [Phytosanitary security:regulated potato pests]. Chernivtsi: Zelena Bukovyna. 160 p. (in Ukrainian).
2. Solomiichuk M.P., Kordulian Yu.V. (2018). Zastosuvannia system biolohichnoho zakhystu kartopli vid koloradskoho zhuka (*Leptonotarsa dezemlineata* say.) ta fitoftorozu (*Phytophthora infestans* de bary.). [The usage of biological system for potato protection from Colorado potato beetle (*Leptonotarsa decemlineata* say.) and late blight (*Phytophthora infestans* (Mont) de Bary)]. *Zakhyst i karantyn roslyn*, 64, 208-218. doi: <http://dx.doi.org/10.36495/1606-9773.2018.64.208-218> (in Ukrainian).
3. Ohliad poshyrennia karantynnykh orhanizmiv Ukraini. URL: <https://dpss.gov.ua/fitosanitariya-kontrol-u-sferi-nasinnictva-ta-rozsadnictva/fitosanitarnij-kontrol/oglyad-poshirennya-karantinnih-organizmiv-v-ukrayini> (last access 23.08.2024) (in Ukrainian).
4. European and Mediterranean Plant Protection Organization (2023). EPPO, A2 List of pests recommended for regulation as quarantine pests. 09.2023. URL: https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant_quarantine/A2_list: (last access 23.08.2024).
5. Zelia A.H., Oliinyk T.M., Zelia H.V. (2020). Vidbir dzherel stiikosti kartopli

do raku *Synchytrium endobioticum*. [Selection of sources of potato resistance to wart *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*, 67, 77-91. doi: 10.32636/01308521.2020-(67)-2-5.5 (in Ukrainian).

6. Przetakiewicz J. (2017). Sampling, maintenance and pathotype identification *Synchytrium endo-bioticum* (Schilb.) Perc. *Plant Breeding and Seed Science*, 76, 29-36.

7. Verheles P.M., Pinchuk N.V., Kovalenko T.M. (2020). *Karantyn roslyn: navch. posib.* [Plant quarantine, Training manual]. Vinnytsia: VNAU. 44-48 p. (in Ukrainian).

8. Krym I.W. (2020). Laboratorne vyznachennia urazhennia sortiv kartopli buroi bakterialnoiu hnyliu. [Laboratory determination of brown rot potato defeating of different varieties]. *Zakhyst i karantyn roslyn*, 66, 127-136. <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2020.66.127-136> (in Ukrainian).

9. Skrypnyk N.V., Makaruk O.M. (2014). Bura bakterialna hnyl — nebezpechne karantynne zakhvoriuvannia vydiv rodyny Solanaceae. [Brown rot — dangerous quarantine diseases of the Solanaceae]. *Zakhyst i karantyn Roslyn*, 60, 349-356. URL: <https://zkr.ipp.gov.ua/index.php/journal/issue/view/6/60-pdf> (in Ukrainian).

10. Stankevych S.V., Lezhenina I.P., Zabrodina I.V. (2022). Rehulovani nekarantynni shchikidlyvi orhanizmy: navch. posib. [Regulated non-quarantine pests. Training manual.]. Kharkiv. nats. ahrar. un-t V.V. Dokuchaieva. Kharkiv: Vydavnytstvo Ivanchenka I.S. 77 p. (in Ukrainian).

11. Kolomiets Yu.V., Butsenko L.M., Lisovyi O.A. et al. (2023). Zbudnyky miakykh hnylei ovochevykh kultur rodu *Dickeya*. [Causes of soft rots of vegetable crops of the *Dickeya* genus]. *Biologichni systemy: teoriia ta innovatsii*, 14(3-4), 64-75. doi: [http://dx.doi.org/10.31548/biologiya14\(3-4\).2023.006](http://dx.doi.org/10.31548/biologiya14(3-4).2023.006) (in Ukrainian).

12. Richard Baker, Claude Bragard, Thierry Candresse, Gianni Gilioli et al. (2013). Scientific Opinion on the risk of *Dickeya dianthicola* for the EU territory with identification and evaluation of risk reduction options. *EFSA Journal*; 11(1):3072, 3-6. doi: <http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2013.3072>

13. EPPO activities on plant protection products. URL: https://www.eppo.int/ACTIVITIES/ppp_activities

Надійшла до редакції: 03.09.2024

Прийнята до друку: 03.10.2024

Надруковано: грудень, 2024

Опубліковано онлайн: лютий, 2025