

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ВОЛИНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ЛЕСІ**  
**УКРАЇНКИ**

**Кафедра ботаніки і методики викладання природничих наук**

На правах рукопису

**ШЕМЕЙКО АНАСТАСІЯ ВАСИЛІВНА**

**ДІАГНОСТИКА, ЛІКУВАННЯ ТА ПРОФІЛАКТИКА**  
**БАКТЕРІАЛЬНОГО ОПШКУ (*ERWINIA AMYLOVORA* BURILL**  
**WINSLOW ET AL) ПЛОДОВИХ ДЕРЕВ В УМОВАХ ЗАКАРПАТСЬКОЇ**  
**ОБЛАСТІ**

Спеціальність 091 Біологія та біохімія  
Освітньо-професійна програма  
Лабораторна діагностика  
Робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр»

Науковий керівник:

**КОЦУН ЛАРИСА ОЛЕКСАНДРІВНА**

кандидат біологічних наук,  
доцент кафедри ботаніки і методики  
викладання природничих наук

РЕКОМЕНДОВАНО ДО ЗАХИСТУ

Протокол № 2

засідання кафедри фізіології людини і  
тварин від 21.11. 2025 р.

завідувач кафедри доц. Качинська Т. В.



ЛУЦЬК – 2025

## АНОТАЦІЯ

**ШЕМЕЙКО А.В.** Діагностика, лікування та профілактика бактеріального опіку (*Erwinia amylovora* Burill Winslow et Al) плодових дерев в умовах Закарпатської області. Рукопис. Робота на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня „Магістр” за спеціальністю 091 Біологія та біохімія. Волинський національний університет імені Лесі Українки. 2025.

В роботі досліджено особливості поширення бактеріального опіку плодових рослин небезпечного захворювання деревних рослин. Спричинене карантинним видом бактерій – *Erwinia amylovora* Burill Winslow et Al, яка належить до грам-негативних організмів, які мають форму паличок та численні перитрихально розміщені джгутики. Спор та капсул ця бактерія не утворює. Є типовим аеробом. Уражає понад 170 видів деревних рослин. Проте найбільше у цьому переліку представників родини *Rosaceae*, серед яких плодови і декоративні рослини. Збудник поширюється на великі відстані повітряними потоками, комахами, дощем. Хвороби уражає всі органи рослин: квітки, листки, пагони, плоди, поступово поширюється в стовбур. Проведені дослідження засвідчили, що хвороба уражає переважно молоді дерева, зокрема яблуню, грушу, айву. Викликає почорніння листків, які довго тримаються на рослині та гачкоподібне згинання пагонів. Бактерія швидко опускається по гілках до стовбура, іноді за один вегетаційний період, викликаючи загибель молодих плодових садів. Встановлено, що бактерія швидко мутує, тому препарати для боротьби із бактеріальним опіком стають не дієвими. Нами розроблено систему профілактичних заходів для боротьби із карантинних збудником цієї хвороби.

**Ключові слова:** *Erwinia amylovora*, карантинний вид бактерії, збудник, діагностика хвороби, профілактика, заходи боротьби.

## Summary

**Shemeiko Anastasiia. Diagnosis, treatment and prevention of bacterial blight (*Erwinia amylovora* Burill Winslow et Al) of fruit trees in the conditions of the Transcarpathian region.** Manuscript. Work on obtaining a Master's degree qualification in the specialty 091 Biology and biochemistry. Lesya Ukrainka Volyn National University. 2025.

The paper investigates the features of the spread of bacterial blight of fruit plants, a dangerous disease of woody plants. Caused by a quarantine type of bacteria - *Erwinia amylovora* Burill Winslow et Al, which belongs to gram-negative organisms that have the shape of rods and numerous peritrichally located flagella. This bacterium does not form spores and capsules. It is a typical aerobe. It affects more than 170 species of woody plants. However, the largest number in this list are representatives of the Rosaceae family, including fruit and ornamental plants. The pathogen spreads over long distances by air currents, insects, rain. The disease affects all plant organs: flowers, leaves, shoots, fruits, gradually spreading into the trunk. Studies conducted in the study area showed that the disease mainly affects young trees, in particular apple, pear, quince. It causes blackening of leaves that remain on the plant for a long time and hook-shaped bending of shoots. The bacterium quickly descends along the branches to the trunk, sometimes in one growing season, causing the death of young orchards. It has been established that the bacterium mutates quickly, so various drugs to combat the disease become ineffective. We have developed a system of preventive measures to combat the quarantine pathogen of this disease.

**Key words:** *Erwinia amylovora*, quarantine type of bacteria, pathogen, disease diagnosis, prevention, control measures.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	5
<b>Розділ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ</b>	
1.1. Історія вивчення проблеми.....	8
1.2. Біологічна характеристика та систематичне положення <i>Erwinia amylovora</i>	
1.3. Етіологія та симптоматика бактеріального опіку.....	10
1.4. Природні умови Закарпатської області.....	
<b>Розділ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ</b>	
2.1. Матеріали дослідження.....	15
2.2. Методика дослідження.....	15
<b>Розділ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ</b>	
3.1. Видовий склад плодових рослин, уражених бактеріальним опіком.....	19
3.2. Прояви хвороби у різні періоди вегетаційного періоду.....	26
3.3. Заходи боротьби із збудником бактеріального опіку плодових рослин	
3.4. Профілактика поширення бактеріального опіку плодових рослин	
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	41
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	43
<b>ДОДАТКИ</b> .....	

## ВСТУП

**Актуальність дослідження.** За останні десятиліття в Україні значно погіршилась фітопатогенна ситуація у садівництві. Специфічність погодних умов Закарпатської області, глобальні зміни клімату, високий відсоток приватних розсадників, де часто не дотримуються фітосанітарних норм, велика кількість привозного посадкового матеріалу стало причиною поширення різноманітних грибкових і бактеріальних хвороб рослин. Найнебезпечнішим збудником сучасних плодових садів стала бактерія *Erwinia amylovora* Burill Winslowetal, яка включена до «Переліку регульованих шкідливих організмів, обмежено поширених в Україні». Вона викликає захворювання – бактеріальний опік, який проявляється у почорнінні листків на деревах, які довго не опадають. Батьківщиною бактерії є Північна Америка. Вперше хворобу було діагностовано у Сполучених Штатах Америки. Бактерія здатна уражати понад 170 видів деревних рослин, проте найчастіше вона трапляється на яблуні, груші, айві, горобині, глоду, кизильнику, персику. У Закарпатській області у багатьох фермерських господарствах поширення цього захворювання набуває ознак епіфітотії, а у окремих присадибних садах до 80% яблунь та груш уражено цією хворобою. Проте населення мало обізнане із проявами бактеріального опіку, адже деякі його ознаки співпадають із іншими хворобами, переважно спричиненими грибами. Симптоматика бактеріального опіку викликає труднощі у населення та приватних підприємців, що перешкоджає здійсненню його ранньої діагностики. Крім того, значна частина людей не усвідомлює усю небезпеку поширення захворювання, економічні втрати, які приносить ця хвороба, тому не інформує відповідні служби про локалітети цього карантинного виду. Все це й визначило актуальність проведення нашого дослідження.

**Мета дослідження** – вивчення етіології та симптоматичних проявів бактеріального опіку плодових деревних рослин для здійснення ранньої діагности хвороби та оптимізації заходів по локалізації та попередженню її поширення.

Для досягнення поставленої мети нами окреслено наступні завдання:

- з'ясувати видовий склад рослин, які уражаються бактеріальним опіком в умовах Закарпатської області;
- провести діагностику хвороби протягом вегетаційного періоду у різних видів рослин за візуальними ознаками;
- з'ясувати залежність поширення хвороби від віку, сорту рослин та перебігу погодних умов;
- вивчити вплив різних антибіотиків на пригнічення розвитку бактерії *Erwinia amylovora*;
- дослідити найбільш ефективні заходи боротьби із хворобою у деревних рослинах;
- окреслити систему профілактичних заходів для попередження поширення карантинного виду в районі дослідження.

**Об'єкт дослідження** – бактеріальний опік плодових рослин.

**Предмет дослідження:** етіологія, симптоматика, заходи боротьби та профілактика бактеріального опіку плодових рослин.

*Методи дослідження* – польовий (збір даних по симптоматиці хвороби), лабораторний (дослідження морфологічних особливостей прояву хвороби), статистичний (обробка результатів експериментальних досліджень), загальнонаукові методи аналізу та узагальнення.

**Практичне значення дослідження.** Вивчення бактеріального опіку плодових рослин дозволить проводити ранню діагностику проявів хвороби з метою швидкого та раціонального прийняття рішень щодо локалізації та знищення її осередків, проведення ефективних профілактичних заходів боротьби.

**Наукова новизна роботи.** Робота містить узагальнені дані, необхідні для візуальної симптоматики бактеріального опіку у різних рослин, які важливі для ранньої діагностики хвороби з метою проведення карантинних заходів по її локалізації та попередження її поширення у Закарпатській області.

**Апробація роботи.** Результати дослідження апробовані на ІХ Міжнародній науково-практичній конференції молодих учених, студентів та аспірантів «Актуальні проблеми розвитку природничих та гуманітарних наук» (14 листопада 2025 року). Узагальнені результати наукового дослідження висвітлені у матеріалах тез конференції на тему: «Поширення бактеріального опіку (*Erwinia amylovora* Burill Winslow et al) на плодових дерев в умовах Закарпатської області».

**Структура роботи.** Магістерська робота викладена на сторінці машинописного тексту, складається з 3 розділів, висновків, списку використаних джерел (54 джерела) та додатків. Робота ілюстрована 5 таблицями та 10 рисунками.

# Розділ 1

## ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 1.1. Історія вивчення проблеми

Під бактеріозом розуміють складний патологічний процес, який спричиняє зміну фізіологічних функцій та процесів обміну речовин рослинного організму під впливом бактерій, які в нього проникли. Бактерії можуть досить швидко уражати весь рослинний організм, проникаючи в судинну систему, поширюються по всіх тканинах, або в окремі його органи. Тому поширення хвороби може носити дифузний характер (загальні бактеріози), або викликати місцеві ураження певних органів (локальні бактеріози).

Довгий час вчені вважали, що хвороби рослин спричинені різними видами грибів. Проте у 1879 році американський вчений Т.Дж.Берріл встановив, що почорніння листків і загибель рослин груші спричиняє бактерія. Пізніше його учень Ервін Сміт (1854-1927) обладнав бактеріальну лабораторію у Вашингтоні і розпочав систематичні дослідження хвороб, які спричиняють бактерії. Він зробив значний вклад у розвиток нової науки – бактеріальної фітопатології, дослідивши величезну кількість бактеріозів рослин. Вдячні колеги увінчали його ім'я у назві роду бактерій, що спричиняють розвиток хвороби – бактеріального опіку плодових рослин *Erwinia*.

Аналіз джерельної бази засвідчив, що бактеріальні хвороби деревних рослин, в тому числі бактеріальний опік, викликаний *Erwinia amylovora*, вивчені не достатньо. В літературних джерелах описано значну кількість бактеріозів, викликаних бактеріями не лише з роду *Erwinia*, але й з родів *Corynebacterium*, *Brenneria*, *Xylella*, *Rhizobium*, *Bacillus*, *Clostridium*, які спричиняють різноманітні захворювання плодових рослин. Це відображено в роботах Buchanan & Gibbons (1974), Гвоздяк (2005), Hoichuk, Drozda, Shvets (2018).

*Erwinia amylovora* Burill Winslowetal є місцевим видом бактерій Північної Америки. За межами континенту її було ідентифіковано у 1920 році у Новій Зеландії. Як хворобу бактеріальний опік плодових дерев, викликаний бактерією *Erwinia amylovora* уперше був зафіксований у Сполучених Штатах Америки наприкінці ХУІІІ сторіччя у штаті Нью-Йорк у культурних насадженнях груші та айви. Пізніше ввезення різних сортів плодових дерев європейської селекції на північноамериканський континент, які виявились не стійкими до захворювання, посприяло швидкому поширенню хвороби.

Наразі хворобу фіксують в усіх районах США, де можливе вирощування зерняткових плодових культур. З кінця ХІХ сторіччя бактеріальний опік поширився і в Південній Америці: Мексиці, Чилі, Гватемалі, також проник у Канаду. Щороку США втрачали мільйони доларів унаслідок поширення хвороби, яка не тільки зменшувала урожай плодових рослин, але й призводила до втрати великих площ плодових садів.

Зростання інтенсивності торгівельних зв'язків із різними країнами сприяла швидкому поширенню хвороби. Пізніше хворобу із США завезли до Японії і Китаю, де вона уразила плодові дерева на великих площах, що призвело до загибелі садів і врожаю.

На початку ХХ сторіччя цю небезпечну хворобу було виявлено у садах майже на всіх континентах. Із посадковим матеріалом в середині ХХ сторіччя бактеріальний опік було завезено до країн Європи та Середземномор'я. Проведений аналіз поширення цього небезпечного захворювання Європейською та Середземноморською організацією карантину та захисту рослин (ЄОЗР) засвідчив, що хвороба трапляється серед насаджень плодових дерев в усіх європейських країнах, окрім Фінляндії.

Вперше бактеріальний опік офіційно описують у Великобританії у 1957 році. За декілька років хворобу фіксують у більшості країн Європи. У 1966 році хворобу ідентифікують у Польщі та Нідерландах, що призвело до зниження десятки га садів, живих загорож глоду. У 1968 році опік фіксують у Данії на значних площах плодових рослин. Через кілька років у 1971 році

бактеріальний опік виявлено у Німеччині, де він призвів до мільйонних збитків. Через рік хворобу зареєстровано у Франції, проте збудник не перейшов Альпи та Піренеї, тому у багатьох районах до цього часу жодного разу не було зафіксовано у садах ознак бактеріального опіку. У Словаччині хворобу виявлено на початку XXI сторіччя. У 2007 році бактеріальний опік було зареєстровано у Латвії.

Не краща ситуація спостерігається і в країнах Азії, де зафіксовано поширення бактеріального опіку в насадженнях різних видів плодових рослин Ізраїлю, Лівану, Туреччини, Йорданії, Ірану. Дісталася хвороба і Африки, де зареєстрована в Єгипті, Алжирі, Марокко. У 1964 році у садах Нілу бактеріальний опік уразив великі площі садів, що призвело до втрати 95% урожаю груш. В Австралії після виявлення одного вогнища бактеріального опіку плодових вжиті карантинні заходи дозволили ліквідувати його.

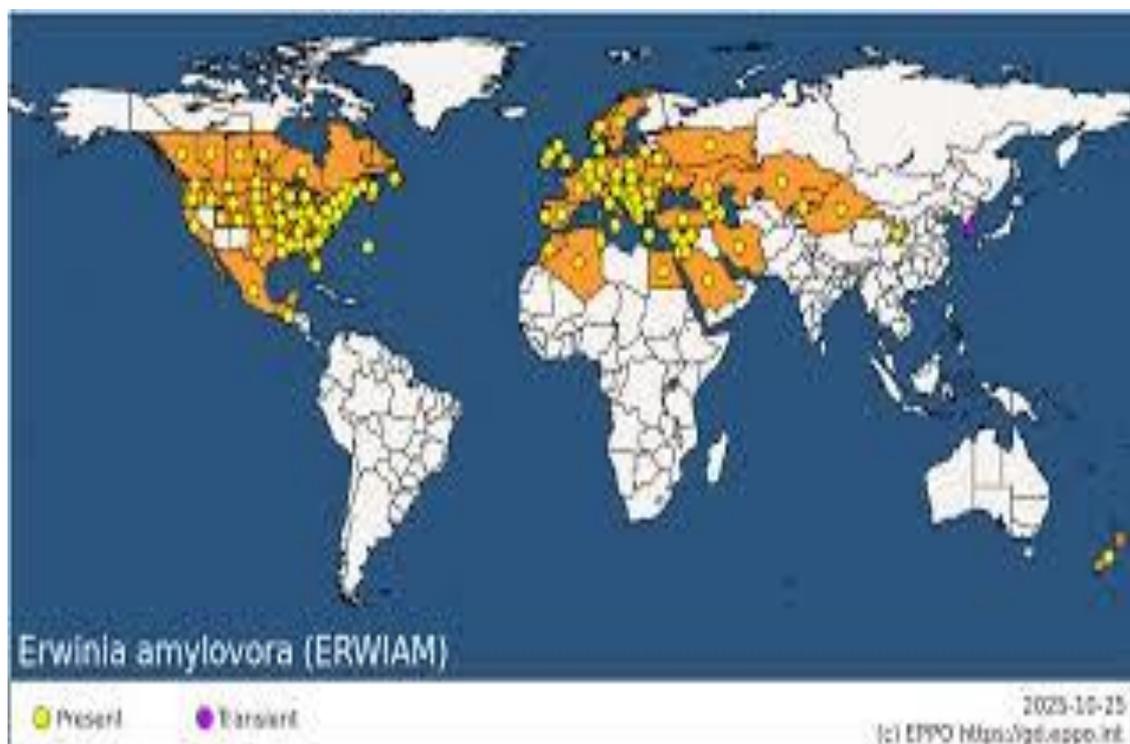


Рис.1.1. Географія поширення карантинного виду *Erwinia amylovora*, що спричиняє бактеріальний опік рослин (джерело [https://www.google.com/search?q=erwinia+amylovora+%D1%84%D0%BE%D1%82%D0%BE+%D0%BF%D0%BE%D1%88%D0%B8%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F+%D0%BA%D0%B0%D1%80%D1%82%D0%B0&sca\\_esv=3d84987f98942ec5&udm=2&hl=uk&biw=1885&bih=869&sxsrf=AE3TifMjJ-](https://www.google.com/search?q=erwinia+amylovora+%D1%84%D0%BE%D1%82%D0%BE+%D0%BF%D0%BE%D1%88%D0%B8%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F+%D0%BA%D0%B0%D1%80%D1%82%D0%B0&sca_esv=3d84987f98942ec5&udm=2&hl=uk&biw=1885&bih=869&sxsrf=AE3TifMjJ-) )

В Україні бактеріальний опік виявлений в кінці ХХ сторіччя. Вперше вогнище карантинного виду було зафіксовано 1999 році у Чернівецькій області. На площі 150 га були введені карантинні заходи. Через кілька років хворобу фіксують у Закарпатській області на площі 16,62 га у різних районах: Берегівському, Виноградівському, Ужгородському, Іршавському, Рахівському. У 2013 році симптоми хвороби були виявлені у плодів рослин у Вінницькій, Івано-Франківській, Рівненській, Львівській областях, що призвело до введення карантинних заходів. Наразі в Україні хворобу фіксують на площі понад 61 тис. га. Проте це не остаточні дані, хвороба вже охопила значно більше областей і площ.

Європейська та Середземноморські організації з карантину і захисту рослин (ЄОКЗР) (ЄРРО) постійно надають інформацію про географію поширення бактеріального опіку в різних країнах.

Нами проаналізовано джерельну базу з теми дослідження. В українських джерелах вона представлена незначною кількістю публікації, які стосується переважно досліджень проявів хвороби у певних рослин, її поширенню. Так, Гамалія В.М. у своєму науковому доробку описує розвиток бактеріологічних хвороб рослин в Україні у різні періоди, характеризує центри із вивчення бактеріозів у першій чверті ХХ сторіччя. У роботах Гвоздяк Р.І. із співавторами проводять аналіз фітопатогенних бактерій, вивчають епіфітну фазу *Erwinia amylovora* та *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* на бур'янових рослинах плодів садів.

Поширенню бактеріозів індукованих *Erwinia amylovora* у різних видів рослин біоценозів Полісся приділена увага у роботі Бойко А.А та Цвігун В.О. Прояв, діагностику та локалізацію бактеріального опіку досліджують Садляк А.М., Мовчан О.М., Устінов І.Д. Важливим узагальненням етіології та симптоматики бактеріозів деревних рослин у насадженнях зеленої зони міста Києва присвячена робота Кульбанської І.М., Швець М.В., Маркова Ф.Ф. , у лісових біоценозах – праця Орловського А.В., Бойко А.А., Сус Н.П., Цвігун В.О.

У зарубіжних виданнях поширенню бактеріальному опіку присвячена робота Bonn W.G.; van der Zwet T., епідеміологічним проблемам – праця Thomson S.V., мікроскопічним дослідженням *Erwinia amylovora* – робота Born Y.; Fieseler L.; Klumpp J.; Eugster M.R.; Zurfluh K.; Duffy B.; Loessner M.J.

Значна частина опрацьованих нами джерел містить загальну інформацію про біологічні особливості *Erwinia amylovora*, симптоматику протікання хвороби та заходи боротьби з нею.

## **1.2. Біологічна характеристика та систематичне положення *Erwinia amylovora***

Серед представників роду *Erwinia* є патогени, сапротрофи, складники епіфітної та ендоефітної мікрофлори рослин.

Збудником бактеріального опіку є бактерія *Erwinia amylovora* Burill Winslowetal. Вона належить до грам-негативних бактерій із родини *Enterobacteriaceae*, що мають форму паличок, які на кінцях злегка заокруглені. Довжина їх коливається від 1,5-2,5 мікрон завдовжки та 0,5-1 мікрон в діаметрі. *E. amylovora* належать до рухомих бактерій із численними перитрихально розміщеними джгутиками. Спор та капсул ця бактерія не утворює. Є типовим аеробом. Бактерія здатна утворювати кислоти із різних сахаридів, зокрема глюкози, галактози, манози, рибози, фруктози, адоніт, дульцит. Джерелом вуглецю та енергії для бактерії є ацетат, фумарат, малат тощо. Характерною особливістю є гідролізація крохмалю тільки до декстринів.

Для розвитку *E. amylovora* найбільш сприятливою є температура +21-28°C, тоді як мінімальна коливається в межах від +3°C до +12°C. Максимальна температура, за якої бактерія може існувати, становить в діапазоні +32°C ..+42°C. За температури понад 44°C бактерія переважно гине. При оптимальних температурних показниках *E. amylovora* здатна до поділу кожні 20 хвилин, тому за таких умов її чисельність може зростати у геометричній прогресії.



Рис. 1.2. Загальний вигляд *Erwinia amylovora* (джерело <https://www.google.com/search?q=erwinia%20amylovora%20%D1%84%D0%BE%D1%82%D0%BE&udm=2&tbs=rimg:CXp1xmESo9O5YRAdD95Ee5WusgIAwAIA2AIA4AIA&hl=uk&sa=X&ved=0CBoQuIBahcKEwjotout5tGQAxUAAAA>)

При ураженні рослин, бактерії виділяють на плодах, пагонах та стовбурах бактеріальний слиз, який називається ексудатом. Живляться такі бактерії осмотичним способом, коли поживні речовини потрапляють всередину бактеріальної клітини безпосередньо через її оболонку. Проникаючи в тканини рослин, бактерія починає виділяти гідролітичні ферменти, такі як хлорофілаза, тирозиназа та інші, які беруть участь в руйнуванні тканин ушкоджених органів та використовують їх як їжу. Найкращі умови для розвитку патогенної бактерії – це температура 20-35°C, висока вологість та нейтральне чи слаболужне середовище.

На поживному середовищі утворюють колонії білого, брудно-білого або кремового забарвлення, округлої форми, маслянистої консистенції. Колонії мають ущільнену центральну частину та злегка хвилясті краї. Розміри колонії рідко перевищують 1-2 мм. Розвиток колонії найкраще проходить при температурі 20-30°C, рН середовища становить 7,2-7,5. *Erwinia amylovora* є

облігатним паразитом рослин і може розмножуватись лише при наявності відповідного господаря.

Рід отримав назву на честь відомого фітопатолога Ервіна Фрэнка Смита (1854—1927). До 1990 року кілька представників роду було виділено в окремий рід *Pectobacterium*. Пізніше цей поділ не використовувався. На основі досліджень 16S рРНК, проведених у 1998 році науковцями на чолі з Хаубеном, види *E. carotovora* (як *P. carotovorum*), *E. cacticida*, *E. chrysanthemi*, *E. cyripedii* віднесли знову до роду *Pectobacterium*, а види *E. alni*, *E. nigrifluens*, *E. paradisiaca*, *E. quercina*, *E. Rubrifaciens* і *E. salicis* об'єднані у рід *Brenneria*. Проте це не вирішило проблем у систематиці роду *Erwinia*, над нею продовжують працювати вчені, вона постійно оновлюється завдяки накопиченню доказової бази.

#### Систематичне положення виду:

**Домен:** Бактерії – *Bacteria*  
**Тип:** Proteobacteria  
**Клас:** Gamma Proteobacteria  
**Ряд:** Enterobacteriales  
**Родина:** Enterobacteriaceae  
**Рід:** Erwinia  
**Вид:** *Erwinia amylovora*

### 1.3. Етіологія та симптоматика бактеріального опіку

Бактеріальний опік спричинений *Erwinia amylovora* Burill Winslowetal., уражає понад 170 видів деревних рослин із понад 40 родів здебільшого родини Трояндові (*Rosaceae*). В цьому переліку не тільки плодові дерева (яблуня, груша, яйва, глід, малину, іргу, горобина), але й великий перелік лісових культур Закарпатської області. Це дуб звичайний, ясен звичайний, бук лісовий, гіркокаштан звичайний, клени гостролистий та несправжньо-платановий, робінія звичайна, ліщина звичайна, береза повисла, граб звичайний, в'язи шорстколистий та граболистий, липи широколиста та

дрібнолиста, верби плакуча та ламка, гледичія триколючкова, тополя чорна тощо.

Деякі види декоративних рослин, такі як кизильник, глід, горобина звичайна є резерватами інфекції цієї небезпечної бактеріальної хвороби наших садів.

Останнім часом фіксують симптоми бактеріального опіку і на багатьох хвойних рослинах, зокрема на соснах кримській та звичайній, ялиці кавказькій тощо. Часто хвороба проявляється специфічними ознаками, такими як засмоленість шишок та скловидність насіння. Побуріння гілок відбувається зверху донизу, утворюючи сухобочини. Хвоя хворих рослин має червонувате забарвлення. Часто у хвойних при ураженні бактеріальним опіком збільшується виділення живиці.

Проте, науковці А.А.Бойко та В.О.Цвігун стверджують, що крім дерев та кущів, живителями бактеріального опіку можуть бути трав'яні рослини природних фітоценозів, серед яких щиріця біла (*Amaranthus albus* L.), будяк кучерявий (*Carduus crispus* L.), лобода біла (*Chenopodium album* L.), паслін чорний (*Solanum nigrum* L.), щавель скупчений (*Rumex conglomeratus* Murr.), переступень білий (*Bryonia alba* L.). Період розвитку хвороби у них характеризується схожими з деревними рослинами симптомами: з'являються хлорозно-коричневі плями на листках, які швидко поширюються на всю листову пластинку, спричиняючи їх всихання та скручування.

В залежності від виду рослин, уражених хворобою, симптоматика може мати суттєві відмінності. Поширюється збудник на великі відстані повітряними потоками, дощем, а також комахами, птахами. Серед останніх можуть бути як шкідники, наприклад, попелиця, так і корисні комахи-запилювачі: бджоли, джмелі. На лапках комахи переносять частинки бактеріального ексудату, одна крапля якого може містити понад 1000000 бактерій. Поширюється бактеріальний опік і через садивний інструмент під час щеплень, обрізування дерев. При недотриманні правил дезінфекції садивного інструменту, уражатись може значна кількість саджанців.

Інкубаційний період у бактерії *Erwinia amylovora* досить короткий, лише 3-5 днів.

Зимує збудник бактеріального опіку безпосередньо у тканинах ураженої рослини. При сприятливих погодних умовах навесні, коли починається сокорух, бактерія активізується, проникає у живі тканини і починає інтенсивно розмножуватись, руйнуючи їх. Часто бактерії передаються із садивним матеріалом і прищепами. Вірогідність ураження зростає в разі недотримання правил дезінфекції під час обрізування дерев і недбалості під час догляду.

Хвороба уражає всі органи рослин, зокрема бруньки, квітки, пагони. Вона має досить добре виражену симптоматику. Так, на уражених рослинах груші в період цвітіння починають засихати квітки і зав'язі. Пізніше бактерія проникає у листки, викликаючи їх почорніння. Вона проникає до них через продихи, різноманітні ушкодження тканин листка, спричинені вітром, градом, комахами. Проте листки не опадають і довго тримаються на рослинах. Уражаються досить швидко одно- дворічні пагони, які часто деформуються. Бактерія швидко поширюється у стовбур, спричиняючи розтріскування та відшарування перидерми. Пагони у груші, уражені бактерією, змінюють своє забарвлення від темно-коричневого до чорного. На поверхню корку виступає світло-бура слизиста рідина, яка розтікається по стовбуру. Деревина рослин, яка відповідає за транспортування розчинів мінеральних речовин, стає під корою вологою та темніє.

У дерев, яким притаманний м'який луб, особливо виразно помітне набухання кори внаслідок накопичення рідини та відшарування корку. Добре помітні зміни, спричинені хворою на бересті берези, на якій утворюються пухлини, заповнені рідиною. Ексудат у берези спочатку не має забарвлення, потім стає рожевим, а з часом чорніє. У дубів, у яких товста та тріщинувата кора ексудат виділяється через тріщини. Часто суха кора тріскається і відпадає шматками, оголяючи внутрішні тканини, заболонь.

Від часу перших проявів хвороби до ураження гілок і стовбура проходить досить короткий період часу – 1-2 місяці. Власне збудник поширюється за цей

період на 1-3 м по судинній системі рослин, швидко досягаючи кореня та кореневої шийки. Якщо це невеликі дерева плодкових рослин, то вони гинуть уже через 3-4 місяці, дорослі рослини на другий рік. Деревя стоять із повністю чорними листками, які не опадають, нагадуючи обпалені вогнем рослини. Ось чому цю хворобу назвали «опіком».

Уражаються опіком також плоди груш, особливо недозрілі. Бактерія потрапляє у плід через ушкодження комахами, через плодоніжку, через природні пори, або після ураження градом. Вони стають чорного або коричневого кольору. На плодах виділяється бактеріальний ексудат переважно бурого кольору.

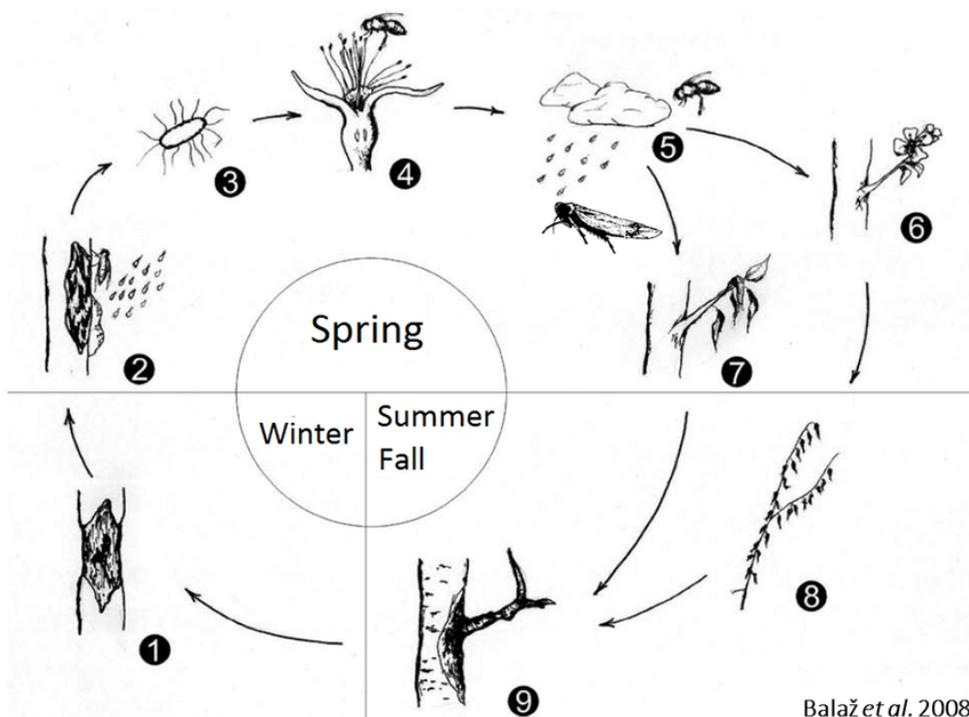


Рис.1.3.Цикл розвитку *Erwinia amylovora* (джерело: [https://www.google.com/search?q=Erwinia+amylovora+%D1%84%D0%BE%D1%82%D0%BE&sca\\_esv=3d84987f98942ec5&udm=2&hl=uk&biw=1885&bih=869&sxsrf=AE3TifNkBIAnXS6-FolQY-](https://www.google.com/search?q=Erwinia+amylovora+%D1%84%D0%BE%D1%82%D0%BE&sca_esv=3d84987f98942ec5&udm=2&hl=uk&biw=1885&bih=869&sxsrf=AE3TifNkBIAnXS6-FolQY-))

На горісі грецькому спостерігається засихання вегетативних бруньок, вони не розпускаються, а ті листки, що розвинулися, поступово чорніють, відмирають, проте не опадають. Уражує бактеріальний опік і суцвіття горіха, вони засихають і чорніють. Уражені плоди також чорніють і можуть довго висіти на дереві. Поступово ураження проникає в стовбур, спричиняючи

розтріскування та відпадання кори, із тріщин якої просочується чорний в'язкий ексудат. Часто стовбур вкривається поздовжніми тріщинами, завдовжки до 30 см.

При бактеріальному опіку руйнується судинна система рослин. При цьому судини набувають різного кольору. Так, у дуба та різних представників в'язових судини стають чорно-коричневого кольору, у робінії несправжньооакацієвої – оливково-зелені, у гледичії вони темно-червоні.

Бактеріальний опік сильно вражає і насадження яблунь. Симптоматика має деякі відмінності. Наприклад, пагони у них змінюють забарвлення від світло-коричневих до темно-коричневого кольору.

Схильність до ураження бактеріальним опіком підвищується при поєднанні певних суб'єктивних причин: сильне обрізування дерев, що спричиняє стрес у рослин, надмірне внесення добрив, зокрема азотних, різноманітні механічні ушкодження, що викликані погодними умовами, шкідниками.

Швидкому розмноженню бактерії сприяє висока вологість повітря, температура понад +18°C. У результаті розвитку бактерії з'являється бактеріальний ексудат у вигляді тоненької плівки, яка є потужним джерелом первинної інфекції квіток, листків та однорічних пагонів. Збудник переважно розвивається на приймочці маточки.

Активність поширення хвороби значно збільшується при зміні погодних умов: часті дощі, туман, мряка, роса. Цікавий факт, що бактерія на світлі може зберігати життєздатність впродовж 22 годин, тоді як у темряві – понад 2 місяці. Якщо температура понижується до +16°C, то латентний період у бактерії подовжується. Найкраще *Erwinia amylovora* розвивається при температурі 25-30°C, мінімальна температура для підтримання життєздатності бактерії – +3°C, а при температурі 43-50°C бактерія гине.

Бактерія *Erwinia amylovora* здатна до мутацій та сильної трансформації. Вона може набувати різноманітної форми, що значно утруднює способи боротьби з бактеріальним опіком. Так, понад 30 років тому з поширенням

бактеріального опіку можна було боротися за допомогою препаратів міді, проте на даний час вони втратили свою ефективність у боротьбі з бактерією.

Слід зазначити високу шкодочинність бактеріального опіку. Згідно літературних джерел, хвороба може за один вегетаційний період уразити понад 50% деревних рослин, а при сприятливих умовах у деяких плодкових садах і до 90 %. Це приносить непоправну шкоду розсадникам і садам, декоративним насадженням, адже не тільки втрачається урожай плодкових рослин, але й затрачаються великі кошти на викорчовування і знешкодження хворих рослин.

#### **1.4. Природні умови Закарпатської області**

Закарпатська область належить до однієї із західних областей України. Характеризується унікальними природними умовами, які спричинені особливостями розташування території на південно-західних схилах Українських Карпат. Гори на території області займають понад 80%. Вони характеризуються куполоподібними вершинами хребтів з переважно похилими схилами. Географічне положення області зумовлює її кліматичні особливості, адже гірські хребти виступають межею між теплішими умовами у Закарпатті та більш холоднішими у Передкарпатті. Тому клімат тут визначають повітряні маси із Атлантичного океану та континентальні повітряні маси помірних широт.

Клімат м'який, помірно-континентальний, що є його характерною особливістю та відрізняється від інших регіонів України на цій широті. На Закарпатській низовині влітку середні температури значно вищі, ніж у горах. Середні температури липня становлять +20°C, середні температури січня – біля -4°C. Абсолютний максимум температури був у місті Берегове і становив +41°C. Зимовий період характеризується м'якою і багатосніжною зимою із частими відлигами. За рік поверхня Закарпатської області отримує до 48 ккал/см тепла.

Територія області добре забезпечена вологою. Проте вони розподілені вкрай нерівномірно: найбільше їх (понад 1400 мм) випадає на північному сході та сході Карпат, на рівнинах їх кількість значно менша – 500-600 мм. Найбільше опадів випадає влітку – до 60%, переважно у червні. Для території характерні часті зливи та грози. Для області характерне переважання південно-західних вітрів.

Сніговий покрив тримається в середньому 110 днів і на рівнині встановлюється у грудні – на початку січня, а зникає на початку березня. Проте у зв'язку із глобальними змінами клімату від рідко буває стійкий.

В районі дослідження зосереджено понад дві третини всього біорізноманіття України. Тут зростає понад 2000 видів рослин, та сотні видів тварин. Для Закарпатської області властива досить висока лісистість – понад 54%.

## Розділ 2

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

#### 2.1. Матеріали дослідження

В основу кваліфікаційної роботи покладені матеріали проведених впродовж 2024-2025 рр. Досліджень на території Закарпатської області, безпосередньо в межах Рахівського району.

Матеріалом для дослідження були результати власних польових досліджень, проведених протягом вегетаційного періоду 2025 року від періоду цвітіння деревних рослин до осені. Весняні обстеження проводили для виявлення весняного опіку квіток. Цей період є найбільш сприятливим для дослідження та ідентифікації всіх бактеріальних хвороб на плодових рослинах, адже влітку у значної частини бактеріозів проходить затухання проявів інфекції. Досліджували фермерські плодові сади, приватні присадибні сади біля власних будівель, вуличні насадження, насадження парків та скверів тощо. У розсадниках обстеження проводили на понад 20% насаджень, на присадибних ділянках обстежували 100% деревних рослин. Дослідження у фермерських розсадниках проводили по двох діагоналях та з 4 боків обстежуваної території.

Дослідження проводили із врахуванням погодних умов вегетаційного періоду 2025 року у Закарпатській області. Весняний період 2025 року виявився досить сприятливим для розвитку бактеріальних хвороб. Різкі пониження температури та часті дощі, тумани, які сприяли високому рівню відносної вологості у повітрі створили оптимальні умови для поширення збудника. Для визначення бактеріального опіку на плодових деревах використовували візуальні дослідження в різні вегетаційні періоди. При цьому уточнювали вид рослин, уражених хворобою, їх кількість, сортову приналежність, вік рослин. Під час огляду рослин на великих розсадниках враховували інформацію про загибель рослин в минулі роки, про виявлення ознак бактеріального опіку в минулі роки.

Облік хворих рослин здійснювали на основі загальноприйнятих вибіркового 10-разових повторень з урахуванням візуально здорових та уражених об'єктів. Загальна схема досліджень бактеріальних хвороб деревних рослин, включала наступні етапи: лісопатологічні обстеження за загальноприйнятими лісівничотаксаційними та фітопатологічними методами.

Назви видів бактеріальних ізолятів наведено за визначниками (Buchanan & Gibbons, 1974). Бактеріальний опік (в'янення) діагностується за зміною типового забарвлення листків (хвої), квіток, зав'язі, пагонів на оливковий, бурий, помаранчево-червоний, чорний, а також гачкоподібним загинанням черешків, що, на думку багатьох дослідників (Черпаків, 2012), є ознакою судинних (трахеїдних) патологій, зокрема опіку. Візуально, уражений орган має вигляд обпаленого вогнем. У будь-якому випадку, опікові хвороби пов'язані з системним ураженням рослин.

Статус *Erwinia amylovora* визначений у відповідності до «Переліку регульованих шкідливих організмів», які мають карантинне значення для України" (2010) (Карантинні види, обмежено поширені в Україні, список А2).

Для виявлення поширення *Erwinia amylovora* у різних насаджень нами проводились обстеження впродовж вегетаційного періоду маршрутним методом та двома способами, прийнятими при фітосанітарному контролі за карантинними видами: спосіб «конверту»: прохід здійснювали по чотирьох сторонах ділянки та по двох діагоналях (його застосовували для великих ділянок) та спосіб зигзаг: прохід здійснювали зигзагоподібно кількома проходами між двома довгими сторонами ділянки [45]. При цьому відмічались симптоми прояву хвороби на рослинах.

Визначення впливу антибіотиків проводили за допомогою підрахунку площі ураження листкової пластинки бактеріальним опіком (площа некротичного ураження). Вибірку брали у десятикратній повторюваності. Якщо площа некрозів збільшилась у два рази за два тижні після обробки –

приймали за 1, якщо площа некрозів не має незначних змін – приймали за 2, якщо площа не змінилась – приймаємо за 3.

При проведенні обстежень користувались інструкцією з виявлення, локалізації та ліквідації вогнищ карантинних організмів (затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 28.05.2004 р., №627) [38].

Математичну обробку отриманих результатів здійснювали за допомогою програми Microsoft office Excel 2003 Statistica 7.0.

Під час експертизи матеріалу дотримувались правил безпеки відповідно до «Інструкції з лабораторної біобезпеки» (2003) по роботі із біологічними об'єктами [1]. При цьому використовували засоби індивідуального захисту, спеціальний одяг та дотримувались правил роботи у лабораторії.

Світлини виконані автором.

## Розділ 3

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

#### 3.1. Видовий склад плодових рослин, уражених бактеріальним опіком

В результаті проведених маршрутних польових досліджень вуличних та паркових насаджень, приватних садів з'ясовано, що бактеріальний опік в умовах Закарпатської області уражає різні види плодових та декоративних рослин. Нами обстежено 1125 деревних рослин, з яких 816 – з родини Трояндові (*Rosaceae*). На 177 деревах або 15,7% від їх загальної кількості виявлено симптоми хвороби. Систематичний аналіз уражених бактеріальним опіком рослин засвідчив виключну більшість представників родини *Rosaceae* – 172 дерева або 15,3% (табл.3.1.) (рис.3.1., рис.3.2.).



Рис.3.1. *Pyrus communis* L.



Рис.3.2. *Cydonia oblonga* L.

З родини Горіхові (*Juglandaceae*) ознаки хвороби виявлено на трьох деревах горіха волоського (*Juglans regia* L.) (рис.3.3.), з родини Ебенові (*Ebenaceae*) – на двох деревах хурми віргінської (*Diospyros virginiana*) сорту «Мідер» (*Meader*) (рис.3.4.).

Як видно із таблиці 3.1., найчастіше уражаються бактеріальним опіком в районі дослідження плоді дерева: яблуня домашня (*Malus domestica* (Borkh.) Borkh. ), груша домашня (*Pyrus communis* L.), айва звичайна (*Cydonia oblonga* L.), вишня повстяна (*Cerasus tomentosa* Wall.). Виявлена хвороба у сливи домашньої (*Prunus domestica*), персику звичайного (*Persica vulgaris* Mill.), абрикосу звичайного (*Armeniaca vulgaris* Mill.), ірги круглолистої (*Amaelanchier ovalis* (Lam.) Dum.).



Рис.3.3. Горіх волоський (*Juglans regia* L.) Рис.3.4.Хурма (*Diospyros lotus* L.)

Ушкоджується бактеріальним опіком і значна кількість декоративних рослин: горобина звичайна (*Sorbus aucuparia* L.), черемха дрібнопилчаста (сакура) (*Padus serrulata* (Lindl.) comb. Nova), глід одноматочковий (*Crataegus monogyna* Ясц.), мигдаль низький (*Amygdalus nana* L.), таволга Вангутта (*Spiraea vanhouttii* Zab.), таволга Бумальда (*Spiraea X Bumalda* Burvenich.), піраканта яскраво-червона (*Pyracantha coccinea* (L.)M. Roem.), лузіанія трилопатева (*Louiseania trifoliata* (Lindl.) Pachom.).

Таблиця 3.1.

**Видовий склад рослин родини Трояндові, уражених бактеріальним опіком**

Вид деревних рослин	К-ть обстежених рослин	К-ть уражених рослин	% уражених рослин від загальної к-ті
<i>Malus domestica</i>	135	34	4,1
<i>Pyrus communis</i>	113	46	5,6
<i>Cydonia oblonga</i>	34	12	1,5
<i>Cerasus tomentosa</i>	24	15	1,8
<i>Prunus domestica</i>	68	5	0,6
<i>Persica vulgaris</i>	74	4	0,5
<i>Armeniaca vulgaris</i>	123	3	0,4
<i>Sorbus aucuparia</i>	67	19	2,3
<i>Padus serrulata</i>	13	6	0,7
<i>Crataegus monogyna</i>	14	1	0,1
<i>Amygdalus nana</i>	27	9	1,1
<i>Spiraea vanhouttii</i>	45	3	0,4
<i>Spiraea X Bumalda</i>	32	2	0,2
<i>Pyracantha coccinea</i>	19	4	0,5
<i>Louiseania trifoliata</i>	28	11	1,3
<b>Всього</b>	<b>816</b>	<b>172</b>	<b>21,1</b>

Як видно із таблиці 3.1., найбільший відсоток уражених бактеріальним опіком плодівих рослин яблуні домашньої (4,1%), груші звичайної (5,6%), вишні повстяної (1,8%). З декоративних рослин найчастіше симптоми хвороби виявлено у насадженнях луїзіанії трилопатевої (1,3%), горобини звичайної (2,3%), яка є доведеним жителем бактерії *Erwinia amylovora*.



Рис.3.5. Співвідношення уражених бактеріальним опіком рослин по родинях

Дослідження поширення хвороби засвідчило її локальний характер у присадибних плодкових садах. Якщо ураження виникло на одній ділянці і не було застосовано заходів по його локалізації, то хвороба швидко поширюється на інші рослини в межах осередку та на прилеглі плодкові сади інших власників. Нами були виявлені осередки, які стали джерелом поширення інфекції на 5-6 суміжних плодкових садів.

Аналіз вікового спектру плодкових дерев засвідчив, що бактеріальний опік уражає як старі дерева, віком 20-30 років, так і молоді. Проте відсоток уражених старих деревних рослин виявився значно меншим, ніж молодих саджанців, про що свідчать дані таблиці 3.2.

Шкодочинна дія збудника хвороби однаково негативно позначається на стані як молодих, так і старих екземплярів, вражених нею рослин. Порівняно більша стійкість до хвороби старіших рослин може бути пов'язана із їх параметрами (товщина і довжина стовбура, скелетних гілок), на враження яких збуднику потрібно значно більше часу, ніж один вегетаційний період. Проте високий відсоток уражених молодих дерев (понад 60%) свідчить, що вони є більш вразливими до захворювання.

*Таблиця 3.2.*

### **Віковий спектр уражених бактеріальним опіком плодкових дерев**

Вид рослин	Кількість уражених рослин шт. та їх %	К-ть уражених старих дерев	% уражених старих дерев	К-ть молодих дерев	% уражених молодих дерев
Яблуня	34 / 4,1	13	38,3	21	61,7
Груша	46 / 5,6	17	36,9	29	63,1

Вивчення сортового різноманіття плодкових дерев груші та яблуні не дозволив виявити закономірності в ураженні рослин. Нами відмічено симптоми хвороби як серед старих («Пепінка золота», «Антонівка», «Сніжний Кельвін», «Джонатан», «Білий налив» тощо), так і серед нових сортів яблунь, які користуються сьогодні найбільшою популярністю («Голден Делішес», «Пінова», «Граф Еззо», «Джулія», «Зорі Ред»). У Закарпатській області сильно

вважаються опіком і зарубіжні сорти, які привозяться із закритою кореневою системою (в контейнерах). Це, наприклад, «Дуранду», «Санта Марія», «Тріумф Пакгама».



Рис.3.5. Молода рослина *Malus domestica* (Borkh.) Borkh. , уражена опіком

Подібна ситуація спостерігається і сортовому розмаїтті груш: у старих сортів, таких як «Бере Аманлі», «Бере Жиффар», «Лимонка», «Кармен», «Конференція» тощо також діагностували ознаки хвороби. Серед дерев сучасних сортів груш «Говерла», «Еріка», «Вільямс», «Санта Марія», «Бере Бокс» виявлене ураження бактеріальним опіком. Сорт «Конференція», який досить поширений в Закарпатті, на відміну від літературних джерел, також сильно вражається хворобою.

Проведені дослідження засвідчили, що на сьогодні не існує сортів, які б були стійкі до бактеріального опіку. Також з'ясовано, що більшість карликових підщеп мають понижений імунітет до хвороби. Встановлено, що дерева різних сортів груш сильніше піддаються ураженню хвороби.

Таким чином, виявлену закономірність, котра полягає у значно меншому ураженні бактеріальним опіком старіших екземплярів рослин порівняно із молодими представниками можна пояснити лише тим, що бактеріальний опік найбільше уражає молоді насадження плодкових рослин.

### **3.2. Прояви хвороби у різні періоди вегетаційного періоду**

Проведені дослідження поширення бактеріального опіку засвідчили його епіфітотичне поширення в окремих приватних садах. Уражаючи одну рослину, збудник хвороби *Erwinia amylovora* швидко поширюється за допомогою вітру, води, комах, птахів. Накопичуючи на певній ділянці бактеріальну масу, вони стають осередком поширення хвороби на прилеглі плодкові та декоративні рослини.

Значний вплив на симптоматику хвороби мають погодні умови. Так, у Закарпатській області весняний період 2025 року виявився досить складним. Різкі коливання температури, нічні заморозки до  $-6^{\circ}\text{C}$ , сприяли формуванню стресової ситуації у рослин та пониження їх опірності. У травні та червні температурні показники були досить високими ( $18-27^{\circ}\text{C}$ ), часті дощі та порівняно висока відносна вологість повітря ( $70-80\%$ ) сприяли швидкому розвитку грибкових та бактеріальних хвороб, зокрема і бактеріального опіку плодкових рослин.

Розвиток бактерії *E. amylovora* співпадає із сезонним розвитком рослини-господаря. Хвороба починає розвиватися навесні із первинного інфекційного агента, який перезимував у виразках на стеблах. Під час цвітіння у деревних рослин, уражених опіком, починається побуріння квіток, які пізніше стають коричневими та довго не опадають. Ці симптоми нами були виявлені у вишні повстистої та лузіанії трилопатевої, які цвітуть досить рано в умовах Закарпаття – перша декада квітня. Проте проведені дослідження не зафіксували цього етапу розвитку хвороби у інших видів рослин, зокрема у груші, яблуні, айви та горобини тощо.

Другий етап розвитку хвороби починається після розпускання у яблуні (або інших видів деревних рослин) листків: на них утворюються червонуваті плямки між жилками, які поступово збільшуються, особливо по його периферії, утворюючи некротичні смужки 3-5 мм, як видно із рисунків 3,5. У груші некротичні плями темно- коричневого кольору, пізніше по периферії з'являється облямований некроз. Такий «рисунок» на листках ми спостерігали у груші, яблуні, персика, абрикоса, айви (рис.3.5.), що є свідченням перших візуальних проявів хвороби.



Рис.3. 5. «Рисунок» на листках яблуні, уражених хворобою

Наступним етапом розвитку хвороби є повне потемніння листків у досліджуваних рослин. У яблуні та айви листки стають коричневого кольору, у груші – майже чорного. Цей етап в районі дослідження припадає на середину червня. Процес відмирання листків значно пришвидшується завдяки сприятливим для збудника умовами, що складаються у червні місяці у Закарпатті: періодом дощів, високої вологості повітря та високим температурним показникам. Вражені листки довго зберігаються на деревах, не опадаючи. В таких умовах бактерія швидко поширюється по молодих

однорічних, а потім і дворічних пагонах, що супроводжується інтенсивним процесом їх всихання (рис.3.6.). Характерною ознакою ураження пагонів бактеріальним опіком є верхівкове гачкоподібне їх скручування. Якщо на пагонах нараховується понад 20 листків гачкоподібного скручування верхівок не відбувається.

Як видно із таблиці 3.3., найшвидше з'являються некротичні плями на молодих листках та спостерігається всихання нездерев'янілих пагонів у насадженнях груші. Для цих плодових рослин характерний і досить швидкий рух хвороби до скелетних гілок, що супроводжується відмиранням великої кількості пагонів. Уражені пагони змінюють забарвлення: у яблунь та айви вони стають темно-коричневого кольору, у груші – чорного.

Таблиця 3.3.

**Інформативність спостережень за ступенем ураження пагонів  
плодових дерев бактеріальним опіком**

Вид рослин	Період появи некрозів на листках	Період побуріння листків	Початок засихання пагонів/ довжина, см	Кількість уражених пагонів на 1 рослині, шт	К-ть засохлих пагонів/ довжина, см
<i>Cydonia oblonga</i>	20.06±10	10.07±16	5.08±18 30±30	8±5	16±8 120±30
<i>Malus domestica</i>	15.06±14	15.07±12	8.08±13 35±25	12±7	20±6 130±35
<i>Pyrus communis</i>	10.06±12	8.07±15	12.08±10 45±30	16±4	32±10 140±40

Проведені дослідження насаджень яйви впродовж 2 місяців (серпень-вересень) засвідчили, що цей процес відбувається також досить швидко. Як видно із таблиці 3.3., на початку серпня збудник уразив пагони завдовжки 30-

60 см – переважно цьогорічний приріст. Листки стали темно-бурого кольору, пагони почорніли, а їх верхівки гачкоподібно зігнулися. Інфекція почала швидко рухатися зверху вниз. Через 40 днів після першої фіксації спостережень, нами відмічене масове ураження пагонів айви завдовжки 1-1,5 метра.



Рис.3.6. Засихання молодих пагонів на деревах айви звичайної

Інформативність проведених досліджень пагонів яблуні, айви та груші представлена у таблиці 3.3., де чітко прослідковується негативна тенденція та швидке опускання хвороби від молодих цьогорічних пагонів до старіших пагонів, скелетних гілок та стовбура. На поверхні стовбурів у місцях розвитку інфекції кора стає вологою, набухлою, а ексудат просочується по тріщинках назовні, утворюючи маслянисті плями. На зрізі скелетних гілок яблуні та груші чітко видно симптоми хвороби у вигляді темної смужки, часто маслянистої, на місці кори, аж до заболоні, що свідчить про глибоке ураження плодівих рослин бактеріальним опіком.



Рис.3.7. Симптоми хвороби на спилі гілки груші та яблуні

Уражує бактерія *E. amylovora* не лише пагони, але і плоди плодових деревних рослин. У яблуні домашньої на плодах з'являються маслянисті червоно-бурі плями. У айви звичайної на плодах утворюються чорні плями, які поступово зливаються. При цьому плід стає чорного кольору та довго тримається на деревах, поступово висихаючи (рис.3.8.).



Рис.3.8. Уражені опіком плоди айви



Рис.3.9. Екссудат на плодах груші

На плодах груш утворюються темно-бурі плями, які пізніше зливаються, а на їх поверхні виділяється маслянистий ексудат коричневого кольору, як видно із рис.3.9. Він містить величезну кількість бактеріальної інфекції, яка переноситься на інші дерева, заражаючи їх. У всіх випадках плоди поступово муміфікуються.

В міру опускання збудника по скелетних гілках до стовбура на ньому з'являються виразки, які здатні збільшуватись у розмірах. Вони невеликого розміру, під ними кора стає м'якою, а на її поверхню виділяється характерна рідина – слизоподібний ексудат, який розтікається по поверхні кори у вигляді тонкої плівки (рис.3.10.).



Рис.3.10. Ексудат на корі груші домашньої

Спочатку ексудат на корі рослин світлого кольору, але в міру накопичення бактерій від стає переважно темного забарвлення. Так, наприклад, у груші він темно- коричневого кольору. У горобини ексудат

представлений світло-бурою слизистою рідиною. Бактерії уражають кору рослини, захоплюють камбій, але не проникають у судини.

Таким чином, впродовж вегетативного розвитку бактеріальний опік пошкоджує як вегетативні, так і генеративні органи рослини (табл.3.4.). Уражені бактерією *E. amylovora* квітки деревних рослин або гинуть, не утворюючи зав'язі зовсім, або з них розвиваються неповноцінні плоди, які в кінцевому підсумку зазнають некротичних змін і не становлять господарської цінності. Уражені вегетативні органи не виконують фотосинтезуючу функцію і зменшують врожайність плодових рослин, спотворюють зовнішній вигляд декоративних рослин.

Вегетативні та генеративні органи рослин є розсадниками для подальшого поширення хвороби, а тому підлягають негайному видаленню та утилізації із дотриманням санітарних вимог. Проте, під час спостережень з'ясовано, що перебіг хвороби зазвичай характеризується досить швидкими темпами. Тому за один вегетаційний період можна втратити або одну рослину (якщо це один випадок ураження), або цілий сад молодих рослин. В цьому головна небезпека хвороби, яка розвивається за один вегетаційний період за сприятливих погодних умов настільки швидко, що може призвести до величезних економічних збитків.

Таким чином, проведені дослідження дозволили виділити 3 критичні періоди у розвитку бактеріального опіку в плодових дерев в районі дослідження (рис.3.11.):

- ранньовесняний, який припадає на період розпускання генеративних бруньок та цвітіння. В районі дослідження ця фаза спостерігається лише у невеликої кількості видів рослин, зокрема у вишні повстистої та лузіанії трилопатевої;

- літній, який супроводжується інтенсивним ростом дерев. В цей період в уражених дерев швидко змінюється симптоматика хвороби: від некротичних плям та «рисунка» на листках у вигляді некротичної смужки по

периферії до повного відмирання листків та почорнінням та гачкоподібним скручуванням пагонів.

– осінній, який супроводжується посиленням сокорухом у рослин. В цей період під перидермою накопичується слизоподібний ексудат, який виступає через тріщини кори. На плодах також утворюється ексудат, вони чорніють і довгий час зберігаються на рослині.

Таблиця 3.4.

Поетапність утворення симптомів бактеріального опіку деревних рослин (на прикладі уражень груші)

Період прояву ознак бактеріального опіку	Фенологічні фази розвитку рослин	Характерні симптоми хвороби
Перша декада квітня	Початок цвітіння	На пелюстках квіток з'являється побуріння, яке поширюється на всі квітки, вони стають коричневого кольору та тримаються на рослині
Середина червня	Фаза зеленого листка	На листовій пластинці з'являються некротичні плямки, по краю листка некротична смуга у вигляді рисунка
Початок серпня	Завершується приріст пагонів	Пагони буріють, верхівки гачкоподібно скручуються
Середина-кінець серпня	Початок дозрівання плодів	Ексудат на плодах, утворення виразок на корі, маслянисті плями на корі стовбура
Вересень	Дозрівання плодів	Почорніння та муміфікація плодів, повне почорніння листків та пагонів

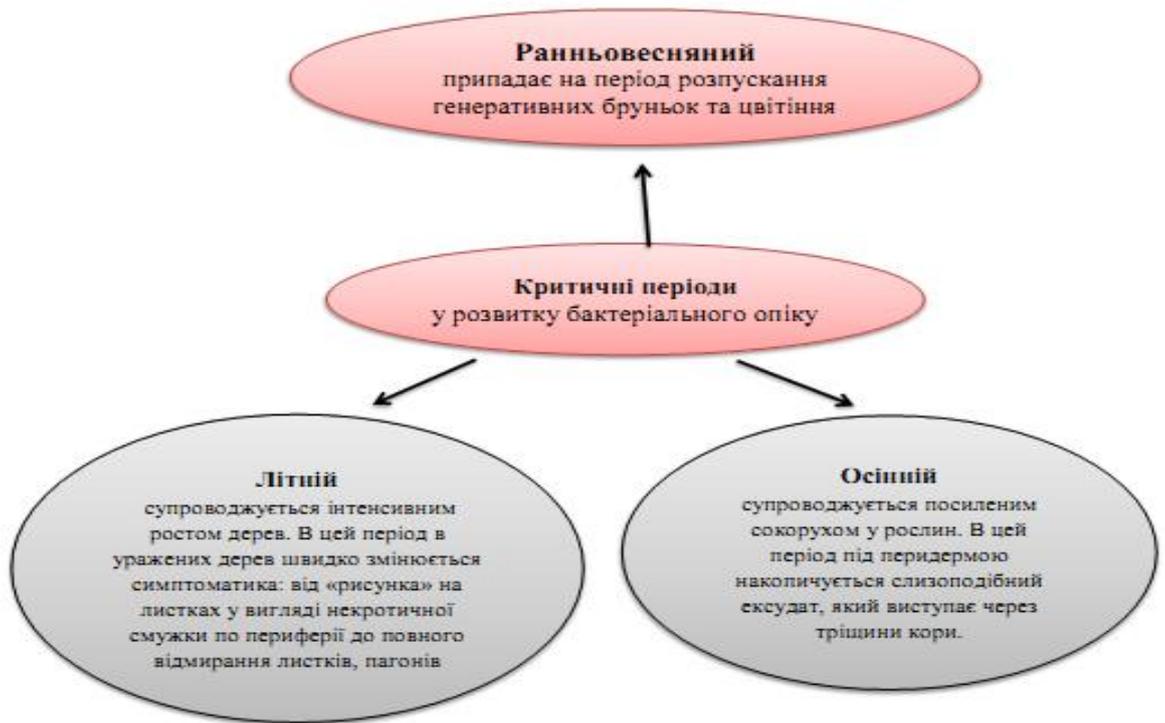


Рис.3.11. Критичні періоди у розвитку бактеріального опіку в плодових деревах

### 3.3. Заходи боротьби із збудником бактеріального опіку плодових рослин

*Erwinia amylovora* характеризується досить швидкими мутагенними процесами, що призводять до вироблення в неї стійкості до різноманітних препаратів, які кілька років тому були ще досить ефективними у боротьбі з хворобою, що вона спричиняє. Років десять тому найбільш ефективними були препарати, які містили у своєму складі мідь (наприклад, мідний купорос, бордоська рідина, фунгіциди, які містили мідь: «Купроксат», «Купролюкс» тощо). Досить хороші результати давали обробки насаджень плодових рослин антибіотиками, зокрема стрептоміцином. Його інтенсивно використовували у багатьох країнах світу, починаючи із 1950 років. Понад 60 років цей препарат був основним у боротьбі із опіком. Але садівники не задумувались про його шкодочинну дію на організм людини та оточуючих живих організмів. Проте останнім часом фермери стверджують неефективність цього препарату у

боротьбі із бактеріальним опіком. Крім того, обробіток садів антибіотиками спричинив обурення у бджолярів, адже вони здатні накопичуватись у меді.

Стрептоміцин довгий час застосовували у Сполучених Штатах Америки та Ізраїлі. Проте в цих країнах *Erwinia amylovora* виробила стійкість до стрептоміцину. В країнах Євросоюзу цей антибіотик є заборонений для використання у сільському господарству.

Проведене опитування власників приватних садів щодо застосування препаратів у боротьбі із бактеріальним опіком засвідчило, що найчастіше господарі використовують все ж таки антибіотики. Крім того в Україні не заборонений до використання стрептоміцин. Як стверджують фермери, кілька років обробляють сади різними видами антибіотиків: гентаміцином, ампіциліном у дозуванні 1 г антибіотику на 10 л води. Деякі садівники розчиняють 6 таблеток тетрацикліну та 1 ампулу стрептоміцину у 10 л води, або використовують 1% стрептоміцин. Останнім часом все частіше власники використовують цефазолін та офлоксацин у боротьбі із захворюванням.

Вплив антибіотиків на пригнічення розвитку хвороби бактеріального опіку ми досліджували у кількох приватних садах та на приватних присадибних ділянках. Як показали спостереження, різні антибіотики по-різному впливають на хворобу, що видно із графіка (рис.3. ). Найкращі результати після обробки показав офлоксацин та цефазолін у концентрації 1%, дещо гірші результати дала обробка цими ж препаратами тільки у концентрації 0,5%. За два тижні після першої обробки практично не збільшились прояви хвороби, у рослин припинилось почорніння листків на тому етапі, коли виявили хворобу.

Значно гірші результати показали обробка препаратами гентаміцином та ампіциліном – розвиток хвороби дещо призупинився, але все ж ще відбувається, причому у концентрації 0,5% ці препарати є неефективними. Найгірші результати показав стрептоміцин у двох концентраціях – 0,5% і 1%. Тому враховуючи його шкодочинність для живих організмів та малу ефективність пропонуємо його заборонити для використання.

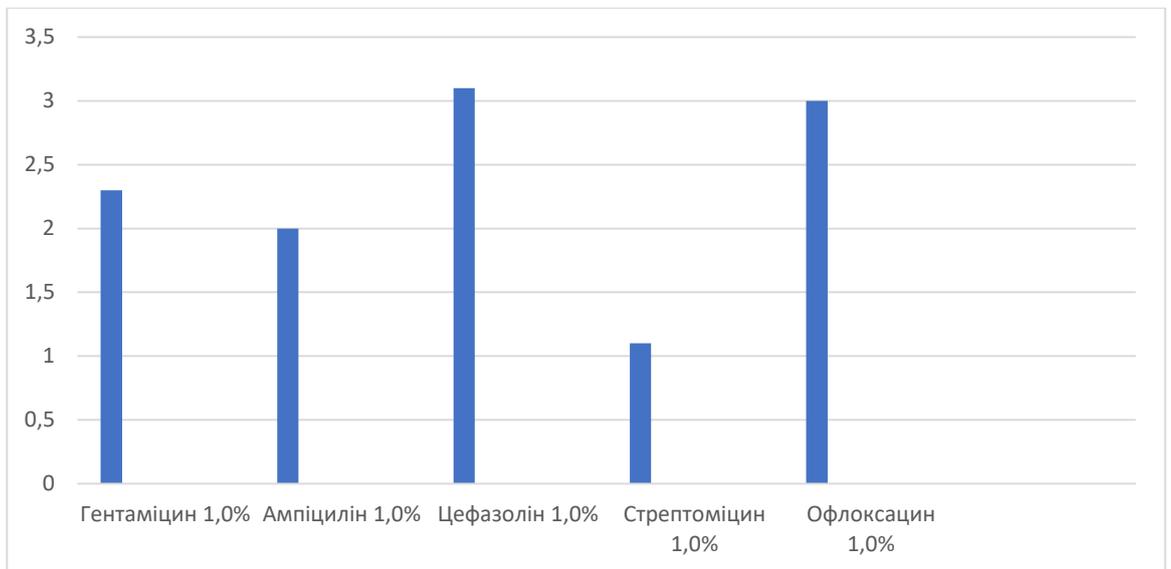


Рис.3.12. Ефективність застосування різних видів антибіотиків для боротьби із бактеріальним опіком у концентрації 1%

Використання антибіотиків у садівництві повинно бути дозованим, проводитись у певні строки і з визначеним терміном очікування.

Зважаючи на велику шкодочинність бактеріального опіку для садівництва, науковці працюють над створенням альтернативних способів боротьби із хворобою. Так, хороші результати показує застосування дріжджових грибів, зокрема *Candida Sake*. На 2023 рік найперспективнішим мікроорганізмом для боротьби із бактеріальним опіком є бактерія *Erwinia tasmaniensis*. Крім того, зараз вчені працюють над використанням інших бактерій для боротьби із бактеріальним опіком, зокрема види роду *Pseudomonas*. Проте їх введення для боротьби із *Erwinia amylovora* ще потребує додаткового вивчення, зокрема як підтримувати поріг популяції бактерій-антагоністів у природних умовах, як досягти максимальної колонізації їх на поверхні рослин-господарів, щоб зворотньо зменшити популяцію шкодочинної бактерії.

Останнім часом науковці пропонують для боротьби із бактеріальним опіком плодових рослин екстракти із різних рослин, зокрема *Mahonia aquipolium*, *Berberis vulgaris*, *Rhus typhina*, *Allium sativum*. Вони показують середні показники, проте вимагають обробки мідьвмістними препаратами.

Проте слід зазначити, що на сьогоднішній день не існує повноцінного лікування від бактеріального опіку плодових рослин. Основним заходом є профілактика, яка полягає у ретельному огляді рослин, щоб не упустити перші прояви хвороби. Механічні видалення гілок значно нижче від ураження дозволяє попередити поширення хвороби.

### **3.4. Профілактика поширення бактеріального опіку плодових рослин**

Для здорового саду необхідно дотримуватись агротехніки вирощування культурних рослин та проводити систему карантинних заходів. *Erwinia amylovora* фахівці рекомендують знищувати до того часу, коли вона уразить рослинний організм зсередини. Після проникнення збудника всередину рослини, зовнішні заходи вже будуть неефективними.

При виявленні ознак бактеріального опіку необхідно попередити карантинні служби з метою локалізації та ліквідації вогнища хвороби.

Агротехнічні заходи полягають у дотриманні наступних правил:

- купувати посадковий матеріал тільки у сертифікованих установах;
- при купівлі саджанців необхідно вибракувати ушкоджені шкідниками та хворобами рослини;
- при посадках рослин дотримуватись норм висадки рослин на одиницю площі;
- для попередження загущення посадок, проводити регулярну санітарну та омолоджуючу обрізку деревних рослин;
- у разі виявлення перших ознак хвороби необхідно видалити усі уражені гілки нижче видимих ознак хвороби на 40 см, щоб попередити поширення бактерії, а рослинні рештки спалити та продезинфікувати ґрунт в пристовбуровому колі. Якщо ж уражено бактеріальним опіком понад 30% дерев, необхідно решта саду викорчувати і спалити.
- у вегетаційний період забезпечити рослинам необхідний догляд, який полягає у правильному поливі, підживленні та розпушуванні ґрунту;

– необхідно обробити сад у фазі зеленого конусу препаратами, які містять мідь. У разі загрози поширення хвороби провести кількарарозовий обробіток. Під час цвітіння провести повторну обробку. Проте квітки розпускаються впродовж кількох днів, тому і обробку необхідно здійснювати кількарарозово.

- помірний, краще крапельний полив насаджень;
- дотримання дозування при внесенні азотних добрив;
- видалення рослин-господарів бактеріального опіку, наприклад глоду, який росте ближче, як 500 м від саду;
- підбір сортів, стійких до бактеріального опіку деревних рослин.

Після роботи в саду необхідно дотримуватись санітарних вимог, зокрема знезаразити садовий інструмент 10%-м розчином мідного купоросу, або можна використати 70%-й розчин метилового спирту чи 10%-й розчин гіпохлориту натрію. Зрізи гілок необхідно продезинфікувати 1%-м розчином мідного купоросу та змастити садовим варом.

Таблиця 3.5.

#### Рекомендації щодо контролю опіку плодкових

Період	Захід
Зимовий	Видаляють висохлі й уражені гілки і спалюють
Весняний період: розпускання листків	Використовують 3 % розчин бордоської рідини і гідроокис міді до початку стадії зеленого конуса.
Весняний період: цвітіння	При $t$ 18 <sup>0</sup> C вологості 70 % проводять обробки антибіотиками. Обов'язкова обробка інсектицидами до початку цвітіння
Осінній період	Обробка 3% бордоською рідиною

Останнім часом публікують дані, що *E. amylovora* в середовищі із міддю переходить у життєздатне, але некультивоване середовище. При цьому бактерії залишаються життєздатними, але не ростуть на твердому поживному середовищі. Коли настають сприятливі умови, бактерії відновлюють свою патогенність і стають небезпечними для рослин-господарів.

## ВИСНОВКИ

В процесі написання кваліфікаційної роботи ми прийшли до наступних висновків:

1. Встановлено, що із 1125 деревних рослин, у понад 15% виявлено симптоми бактеріального опіку. Серед уражених деревних рослин виключно більшість представників родини Трояндові – 172 рослини або 15,3%. Аналіз частоти поширення хвороби у різних господарствах засвідчив її приуроченість до приватних присадибних садів.

2. З'ясовано, що хвороба найчастіше ушкоджує в районі дослідження з плодових рослин насадження груші (5,6%), яблуні (4,1%), вишні повстистої (1,8%), айви (1,5%); з декоративних – горобини звичайної (2,3%), луїзіанії трилопатевої (1,3%).

3. Встановлено, що найбільше уражаються бактеріальним опіком молоді дерева понад 61% у яблуні та 63% у груші. Аналіз залежності сорту плодових рослин від ступеня їх ураження бактеріальним опіком не підтвердився.

4. З'ясовано, що в районі дослідження перший етап розвитку хвороби, який починається із побуріння квіток проявляється лише у вишні повстистої та луїзіанії трилопатевої. Ураження листків із утворення некротичних плям та некротичної смуги по периферії листка характерне для всіх уражених рослин. Період появи некрозів припадає на середину червня, період найбільшої кількості опадів та вологості в районі дослідження.

5. Встановлено швидке поширення хвороби по рослині впродовж 30-40 днів, що супроводжується гачкоподібним скручуванням пагонів та їх засиханням. Плоди змінюють колір, на них виділяється ексудат. Через місяць на стовбурі рослин утворюються масляні плями до призводить до швидкої загибелі рослин.

6. В результаті проведених досліджень нами виділено основні періоди розвитку хвороби: ранньовесняний, літній та осінній, які

характеризуються комплексом характерних симптомів, що може значно полегшити їх діагностику для населення.

7. Розроблені профілактичні заходи по локалізації локалітетів карантинного виду та попередженню поширення хвороби.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бактеріальний опік плодових: фітосанітарний моніторинг плодових насаджень Вінницької області. Карантин і захист рослин. 2012. № 7. С. 21–25.
2. Балабух В. Регіональні прояви глобальної зміни клімату в Закарпатській області. *Український гідрометеорологічний журнал*, 2013, №13. С.55-63.
3. Безкровна О. Бактеріальний опік яблуні та груші - замаскований ворог. *Agroexpert*. 2013. № 10. С. 44–46.
4. Біобезпека під час біологічних досліджень : навчальний посібник / Максимович Я.С., Гергалова Г.Л., Комісаренко С.В. К.: Бихун В.Ю., 2019. 78 с.
5. Бойко А.А., Цвігун В.О. Поширення бактеріозів індукованих *Erwinia amylovora* у різних видів рослин біоценозів Полісся за умов контамінації збудника бактеріофагом. *Агроекологічний журнал*, №2, 2018. С. 93-96.
6. Вергелес П.М., Пінчук Н.В., Коваленко Т.М. Карантин рослин : навч. посіб. : Вінниця: ВНАУ, 2021. 377 с.
7. Виявлення, діагностика та локалізація бактеріального опіку плодових: *Тимчасові методичні вказівки* / А.М. Садляк, О.М. Мовчан, І.Д. Устінов та ін. К.: 2000. 11 с.
8. Гамалія В.М. Розвиток досліджень бактеріальних хвороб рослин в Україні у 20-30-х рр. ХХ ст. Історія української науки на межі тисячоліть. К., 2006. Вип. 23. С. 50 – 55.
9. Гамалія В.М. Розвиток науки про хвороби рослин в Україні на початку ХХ ст. Історія української науки на межі тисячоліть. К., 2006. Вип. 25. С. 86 – 96.
10. Гамалія В.М. Центри з вивчення бактеріозів рослин в Україні (перша чверть ХХ ст.). *Вісник Дніпропетровського університету*. 2006. № 5, вип. 13. С. 47 – 51.
11. Гвоздяк Р. І., Гойчук А. Ф., Розенфельд В. В. Лісова

фітопатобактеріологія : навчальний посібник / за ред. проф. А.Ф.Гойчука. Київ : ВД «Вінніченко», 2014. 252 с.

12. Гвоздяк Р.І., Лукач М.І. Епіфітна фаза *Erwinia amylovora* та *Pseudomonas syriungae* pv. *syringae* на бур'янах плодкових садів. *Мікробіологічний журнал*. 2001. Т. 63, № 3. С. 43–50.

13. Гвоздяк Р.І. Фітопатогенні бактерії. Бактеріальні хвороби рослин / Р.І. Гвоздяк, Л.А. Па- січник, Л.М. Яковлева, С.М. Мороз, В.П. Патики та ін. / за ред. В.П. Патики. К. : Вид-во ТОВ "НВП Інтерсервіс", 2011. 444 с.

14. Дмитрик П. М. Фітопатологія. Конспект лекцій. Івано-Франківськ, 2015. 127 с.

15. Європейська та середземноморська організація з карантину і захисту рослин. Офіційний сайт. URL: <https://www.eppo.int/european and Mediterranean Plant protection organization>.

16. Євтушенко М.Д., Лісовий М.П., Пантелеев В.К., Слюсаренко О.М. Імунітет рослин / За ред. акад. УААН М. П. Лісового. К., 2004. 286 с.

17. Загальна фітопатологія: навчальний посібник. / Пінчук Н. В. та ін. Вінниця, 2018. 272 с.

18. Зелінський Б., Кімейчук І. Ефективні методи попередження та контролю за хворобами та шкідниками деревних рослин та кущів: практичні аспекти та інноваційні підходи <https://rep.btsau.edu.ua/bitstream/BNAU/11253/1/Zb%C3%B3r%20materija%C5%82%C3%B3w%20konferencji%20%C5%81om%C5%BCa-Ma%C5%82yn.%20Cz%C4%99%C5%9B%C4%87%201-270-283.pdf>

19. Косилович Г. О., Коханець О. М. Інтегрований захист рослин : навч. посіб. Львів : Львівський національний аграрний університет, 2010. 165 с.

20. Карантинні організми в Україні та заходи регулювання їх чисельності. / за ред. Ю.Е. Клечковського. Одеса, ТОВ "Елтон". 2011. 138 с.

21. Карантинні організми (з основами експертизи під карантинних матеріалів) : навч. посіб. / С.В.Станкевич, І.П.Леженіна, І.В.Забродіна, Л.В.Жукова. Харків : ФОП Брові О.В. 2021. 459 с. URL: <http://>

<https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/24123>

22. Коваленко Т. М., Пінчук Н. В., Вергелес П. М. Мікробіологія та вірусологія: навч. посібник. Ч.1. Вінниця: ВГАУ, 2020. 346 с.

23. Колодійчук В. Д., Кривенко А. І., Шушківська Н. І. Практикум із сільськогосподарської фітопатології: навч. посіб. Київ: «Центр учбової літератури», 2012. 232 с.

24. Кульбанська І. М., Швець М. В., Марков Ф. Ф. Етіологія і симптоматика бактеріозів деревних рослин у насадженнях зеленої зони м. Києва. *Наукові горизонти*. 2019, № 12 (85) С. 84-95.

25. Марютін Ф.М., Пантелєєв В.К., Білик М.О. Фітопатологія: Навчальний посібник. Харків: Еспада, 2008. 552 с.

26. Методичні вказівки з нагляду, обліку та прогнозування поширення шкідників і хвороб лісу для рівнинної частини України / за ред. В. Л. Мешкової. Харків : ТОВ Планета Прінт, 2020. 92 с.

27. Мікробіологія та вірусологія: Навч. посіб. Ч. 1 / Коваленко Т.М., Пінчук Н.В., Вергелес П.М.: Вінниця: ВНАУ, 2020. – 346 с.

28. Мікробіологія в сучасному сільськогосподарському виробництві: матеріали XV наукової конференції молодих вчених (м. Чернігів, 26 жовтня 2022 р.) / Національна академія аграрних наук України, Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва. Чернігів : видавець Брагинець О. В., 2022. 164 с.

29. Мовчан О.М, Устінов І.Д., Марков І.Л. та ін. Карантинні шкідливі організми. Наукове видання. К.: Світ, 2016. 200 с.

30. Мусієнко С. І. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Фітопатологія» для студентів 1 курсу денної форми навчання за спеціальністю 206 Садовопаркове господарство. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 300 с.

31. Окрушко С. Є., Вергелес П.М. Хвороби і шкідники лісових та садовопаркових культур: навч. посіб. / за ред. С.Є. Окрушко. Вінниця: ВНАУ, 2020. 275 с.

32. Орловський А. В., Бойко А. А., Сус Н. П., Цвігун В. О. Бактеріальні та вірусні вогнища хвороб деревних рослин лісових біоценозів. *Agroecological journal*. №. 4. 2017. С. 114–117.

33. Патица В.П., Пасічник Л.А. Фітопатогенні бактерії: фундаментальні і прикладні аспекти. *Вісник Уманського національного університету садівництва. Мікробіологія*. №2. 2014. С.7-10.

34. Пінчук Н.В., Коваленко Т.М., Вергелес П.М. Садово-паркова фітопатологія: Навч. посіб. / за ред. Н.В. Пінчук: Вінниця: ВНАУ. 2020. 380 с.

35. Порядок проведення інспектування огляду, аналізу, обстеження та знезараження підкарантинних матеріалів і об'єктів та їх переліку / Затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 28.05.2004 р., №627.

36. Про карантин рослин : Закон України від 19 січня 2006 р. № 3369-ІУ зі змінами. Відомості Верховної Ради України. №19-20. 167 с.

37. Пузріна Н. В. Шкідники та збудники хвороб деревних декоративних рослин : навчальний посібник. Ч. І. К., Редакційно-видавничий відділ НУБіП України, 2020. 527 с.

38. Рахівський район: природа, населення, господарство : навч.- метод. посіб. із професійно орієнтованої практики / С. П. Запотоцький, Ю С. Брайчевський, О. О. Галаган та ін. ; за ред. Я. Б. Олійника. К. : ВПЦ "Київський університет", 2015. 254 с.

39. Родігін В.М., Марютін Ф.М., Устінов І.Д. та ін. Карантинні хвороби рослин. Харків. 2012. 360 с.

40. Сологуб О. С., Крим І.В., Мельник П.О.,Хом'як М.В. Методичні рекомендації по біохімічній ідентифікації збудника бактеріального опіку плодів. Українська науково-дослідна станція карантину рослин, 2007. 20 с.

41. Станкевич С.В. Методи огляду та експертизи під карантинних матеріалів : навч. посібник. Харків: ФОП Брові О.В. 2017. 255 с.

42. Станкевич С.В., Леженіна І.П., Забродіна І.В. Карантинні організми, обмежено поширені в Україні: навч. посіб. Харків: Видавництво Іванченка

I.C., 2021. 140 с.

43. Супиханов Б.М., Левченко В.І., Івченко В.М. та ін. Карантинні шкідники та хвороби рослин. Суми : Козацький вал, 2004. 180 с.

44. Фітосанітарні принципи карантину та захисту рослин і застосування фітосанітарних заходів в міжнародній торгівлі. Секретаріат Міжнародної конвенції із захисту рослин. Міжнародний стандарт з фітосанітарного захисту. Рим : ФАО, 2006. №1. 19 с.

45. Фітопатологія. Конспект лекцій. Вид. 2-ге, випр. і доп. / укл. С. Г. Літвіненко, В.В. Буджак. Чернівці: Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2022. 92 с.

46. Фітопатологія: підручник. / І. Л. Марков та ін. Київ: Ліра-К, 2017. 548 с.

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

48. Хвороби листяних деревних рослин (атлас-довідник) / уклад.: В. В. Буджак, С. Г. Літвіненко. Чернівці: Чернівецький національний університет, 2014. 40 с.

49. Хвороби плодових культур: атлас-довідник / уклад.: В. В. Буджак, С. Г. Літвіненко. Чернівці: Чернівецький національний університет, 2015. 32 с.

50. Циліорик А.В., Шевченко С. В. Лісова фітопатологія : підруч. [для студ. вищ. навч. закл.]. К.: КВІЦ, 2008. 464 с.

51. Шаловило Ю.І., Ковальова В.А., Гут Р.Т. Типи бактеріальних хвороб хвойних рослин. Збірник науково-технічних праць НЛТУ.

52. Bonn, W.G.; van der Zwet, T. Distribution and economic importance of fire blight. In *Fire Blight: The Disease and Its Causative Agent, Erwinia Amylovora*; Vanneste, J.L., Ed.; CAB International: Wallingford, CT, USA, 2000; pp. 37–53.

53. Thomson, S.V. Epidemiology of fire blight. In *Fire Blight: The Disease and Its Causative Agent, Erwinia Amylovora*; Vanneste, J.L., Ed.; CAB International: Wallingford, UK, 2000; pp. 9–36.

54. Born, Y.; Fieseler, L.; Klumpp, J.; Eugster, M.R.; Zurfluh, K.; Duffy, B.; Loessner, M.J. The tail-associated depolymerase of *Erwinia amylovora* phage L1 mediates host cell adsorption and enzymatic capsule removal, which can enhance infection by other phage. *Environ. Microbiol.* 2014, *16*, 2168–2180.