

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

06.01 – МКР. 2188 “С” 2023.11.29. 06 ПЗ

ЗАЄЦЬ РУСЛАН МИХАЙЛОВИЧ

2024 р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультету захисту рослин, біотехнологій та екології

УДК 632.3:632.93:633.14

ПОГОДЖЕНО

Декан факультету

захисту рослин, біотехнологій та екології

_____ **Коломієць Ю.В.**

«___» _____ 2024 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

ентомології, інтегрованого захисту та

карантину рослин

_____ **Доля М.М.**

«___» _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: Збудник ореольного бактеріозу жита *Pseudomonas syringae* pv.
coronofaciens та контроль його поширення в агрофітоценозах**

Спеціальність 202 Захист і карантин рослин

Освітня програма Карантин рослин

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Гарант освітньої програми,

к.с.-г.н., доцент

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи,

доктор філософії

Виконав

Сикало О.О.

Статкевич О.І.

Заєць Р.М.

КИЇВ – 2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
ентомології, інтегрованого захисту та
карантину рослин
_____ Доля М.М.
« ____ » _____ 2024 р.

З А В Д А Н Н Я

**ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТУ**

Зайцю Руслану Михайловичу

Спеціальність 202 Захист і карантин рослин

Освітня програма Карантин рослин

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: Збудник ореольного бактеріозу жита *Pseudomonas syringae* pv. *coronofaciens* та контроль його поширення в агрофітоценозах

затверджена наказом ректора НУБіП України від 29 листопада 2023 р. №2188 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру: 15 листопада 2024 р.

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: збудник ореольного бактеріозу жита, *Pseudomonas syringae* pv. *coronofaciens*, контроль

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Виявлення збудника ореольного бактеріозу жита
2. Вивчення біологічних властивостей *Pseudomonas syringae* pv. *coronofaciens*
3. Дослідження впливу пестицидів на *Pseudomonas syringae* pv. *coronofaciens*

Дата видачі завдання “10” вересня 2023 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

О.І. Статкевич

Завдання прийняв до виконання

Р.М. Заєць

РЕФЕРАТ

Робота виконана на 51 сторінці, містить 3 розділи, 2 рисунки, 7 таблиць, 36 використаних джерел.

Метою даної роботи було вивчення властивостей штамів збудника ореольного бактеріозу жита та дослідження впливу пестицидів на цього збудника.

У роботі наведено експериментальні дані, щодо вивчення біологічних властивостей *Pseudomonas syringae* pv. *coronofaciens*, збудника ореольного бактеріозу жита. Наведено дані вивчення впливу пестицидів різних хімічних груп та призначення на штами *Pseudomonas syringae* pv. *coronofaciens*.

Антибактеріальну дію щодо збудників ореольного бактеріозу жита мають препарати до складу яких входить манкоцеб (Пенкоцеб, Татту, Ридоміл Голд, Ацидан). Антибактеріальну активність стосовно *Pseudomonas syringae* pv. *coronofaciens* виявив також біологічний фунгіцид Мікосан В.

ЗМІСТ

Вступ	6
Розділ 1. Огляд літератури	8
1.1. Жито – біологічні та споживчі властивості	8
1.2. Бактеріальні хвороби жита	11
1.3. Заходи боротьби із збудниками бактеріальних хвороб	22
1.3.1. Використання хімічних препаратів для захисту рослин	22
1.3.2. Екологічні проблеми використання пестицидів	24
Розділ 2. Матеріали і методи	28
2.1. Виявлення бактерій в тканинах рослин	28
2.2. Виділення бактерій із уражених рослин	28
2.3. Вивчення морфології виділених фітопатогенів	31
Розділ 3. Результати дослідження	34
3.1. Біологічні властивості штамів <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>coronafaciens</i> , виділених із рослин жита	34
3.2. Пошук препаратів для захисту посівів жита від збудників бактеріальних хвороб	41
Висновки	47
Список використаних джерел	48

ВСТУП

Зернові культури мають виключно важливе значення в сільському господарстві. Одним із найважливіших завдань агропромислового комплексу України в сучасних умовах є значне збільшення виробництва продовольчого та кормового зерна провідних зернових культур. Однією з причин низької ефективності зернової галузі впродовж останніх років є великі його втрати у процесі виробництва при досить високій собівартості та низькій якості. Фітопатогенні бактерії здатні спричинювати різноманітні захворювання зернових культур, результатом яких є несхожість зерна, загибель сходів і дорослих рослин, і часто є причиною зниження їхньої врожайності [1].

Сучасне інтенсивне землеробство ґрунтується на використанні мінеральних добрив, пестицидів регуляторів росту рослин. Застосування хімічних засобів було, є і, мабуть, ще буде одним з основних елементів системи захисту рослин. Однак, використання пестицидів крім позитивного ефекту призводить до змін, часто незворотних, мікробних ценозів ґрунту та рослин. Особливістю пестицидів, що вирізняє їх поміж інших забруднювачів, є неможливість перешкоджання їхньому надходженню в середовище, оскільки вони обов'язково використовуються в сільському господарстві [2].

Отже, хімізацію, що інтенсивно розвивається в сільському господарстві, можна оцінювати з двох позицій — як економічно вигідну і як екологічно небезпечну для навколишнього середовища і для самої людини.

Підраховано, що 98% інсектицидів (проти комах) і фунгіцидів (проти грибкових захворювань), 60—95% гербіцидів (проти бур'янів) не досягають об'єктів пригнічення, а потрапляють у воду і в повітря. Застосування пестицидів призводить до пригнічення біологічної активності ґрунтів і перешкоджає природному відновленню родючості, викликає втрату харчової цінності та смакових якостей сільськогосподарської продукції, збільшує втрати і скорочує термін збереження продукції, знижує урожайність багатьох культур внаслідок загибелі комах-опилювачів.

Але як впливають різні пестициди на ураженість жита фітопатогенними бактеріями не досліджено.

Отже, метою даної роботи було вивчення властивостей штамів збудника ореольного бактеріозу жита та дослідження впливу пестицидів на цього збудника.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні завдання:

- Виявити збудників бактеріальних хвороб жита
- Вивчити біологічні властивості збудника ореольного бактеріозу жита *Pseudomonas syringae* pv. *coronofaciens*
- Дослідити вплив пестицидів на збудника ореольного бактеріозу жита *Pseudomonas syringae* pv. *coronofaciens*
- Провести скринінг бактерій з антагоністичною активністю до *Pseudomonas syringae* pv. *coronofaciens*, перспективних для створення мікробіологічних препаратів для захисту рослин

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Жито – біологічні та споживчі властивості

Другий після жита справжній хлібний злак. Вміст клейковини в зерні становить 8,0-26%, білка - 7-19%, крохмалю - до 69%, ліпідів — 1,6-3,5%; лізину в зерні — 333-606 мг/100г, у білку - 2,4-4,8%. Клейковина розпливчаста, з високим рівнем гідратованості [3].

Житній хліб поживніший, ніж пшеничний (енергетична цінність 1 кг становить у середньому 2480 ккал проти 2348 ккал у пшеничного), але важче перетравлюється. Містить вітаміни А, В, В2, В3, В6, РР, С, ненасичені жирні кислоти, багато фосфору, заліза, кальцію. Має підвищену кислотність, яка обумовлює його своєрідний смак. Вуглеводи при випіканні хліба карамелізуються, надаючи йому специфічний аромат і коричневий колір.

Крім виготовлення хліба, зерно використовують для виробництва спирту, крохмалю, солоду та ін. Зелена маса, яка відростає рано навесні, є цінним зеленим кормом, солома — сировиною для виробництва целюлози, лігніну, фурфуролу тощо, а також використовується на корм та як покрівельний матеріал [3, 4].

Відносно молода культура вторинного походження, що тривалий час супроводжувала як бур'ян, а потім як зернова домішка посіви жита та ячменю при поширенні їх у північні та високогірні райони, і тільки в III-II тисячоліттях до н.е. відокремилась як самостійна культура. Належить до так званих сірих хлібів (ячмінь, овес, тритикале).

Добрий попередник, очищує від бур'янів та окультурює ґрунт. Раніше його вирощували першим на першозораних землях (рослина-піонер).

У порівнянні з пшеницею, жито має деякі переваги:

- високі зимо- та морозостійкість;
- стійкість до кореневих гнилей;
- невибагливість до ґрунтів (різноманітні ґрунти, крім засолених і заболочених);

- багатокolosковість колоса (до 50 колосків);
- велику кущистість;
- велику вегетативну масу;
- більш високий вміст лізину в зерні.

Основна перевага жита полягає в тому, що його вирощують практично без застосування пестицидів, тобто отримують екологічно чисту дешеву продукцію для виробництва хліба й кормів.

Завдяки високим зимо- та посухостійкості, невибагливості до ґрунтів, жито вважається культурою низького економічного ризику, особливо в районах з бідними ґрунтами й суворим кліматом.

Недоліками жита є:

- вузька сфера переробки, обмежене використання;
- високорослість, схильність до вилягання;
- схильність до проростання зерна в колосі;
- висока череззерниця (неповна озерненість колоса);
- нижчі, ніж у пшениці, вміст білка в зерні та хлібопекарські якості.

Антиметаболіти зменшують перетравність та засвоюваність кормів, викликають розлади травлення. Головним фактором, який гальмує перетравлювання білків жита, є високий вміст пентозанів — некрохмальних полісахаридів.

Шкідливі в кормовому відношенні пентозани підвищують хлібопекарські якості борошна. Серед запасних білків жита переважають водорозчинні, які не утворюють клейковину.

Пентозани деякою мірою виконують функцію клейковини: вони мають високу водоутримуючу здатність і в'язкість, що обумовлює збільшення об'єму тіста і свіжість хліба при тривалому зберіганні.

Недоліками жита є також схильність до ураження ріжками (*Claviceps purpurea*).

Гриб *Claviceps purpurea* не тільки зменшує врожайність, але й шкідливий для здоров'я людини й тварин. Отруєння хлібом, виготовленим із зерна з домішками ріжок, викликає хворобу *ерготизм*, яка супроводжується гангреною, нервовими спазмами, галюцинаціями, судомами. Це явище спостерігали ще в середньовіччі й назвали його “антоновим вогнем”. У 994 р. від цієї хвороби в Європі померло понад 40 тис. людей. Напередодні одного з походів на турок ерготизм вивів із строю кавалерію Петра I, змінивши таким чином хід історії.

Ріжки містять амід лізергинової кислоти (ЛДА), який є попередником диетиламідів лізергинової кислоти (ЛСД) — наркотичної речовини. Здавна ріжки застосовували для стимулювання пологів, регулювання серцевої діяльності тощо.

За посівною площею у світі (понад 11 млн. га) жито посідає останнє місце серед зернових культур, за врожайністю (19,4 ц/га) - п'яте місце після кукурудзи, рису, жита, ячменю.

В Україні вирощують переважно озиме жито на площі 500-700 тис. га, рідко — яре (ярицю). Його середня врожайність у 1990-1995 рр. коливалась в межах 20-24 ц/га, що на 10-16 ц/га менше, ніж жита. На окремих сортодільницях України врожайність жита сягає 45-60 ц/га, що свідчить про високі потенційні можливості культури. У 2002 р. урожайність озимого жита становила 15,2 ц/га [5].

Жито запилюється перехресно, у зв'язку з чим природні популяції представлені гетерозиготними рослинами, які не завжди повторюють певну ознаку в потомстві. Сортові популяції жита завдяки ізольованому розмноженню більш константні за морфологічними ознаками та різновидовим складом.

Сорти жита розрізняються за кількістю хромосом (диплоїдні $2n=14$, тетраплоїдні $2n=28$), за використанням (зернові, зерно-силосні) та скоростиглістю (скоростиглі, пізньостиглі).

У 2013 р. до Реєстру сортів рослин України було занесено 25 сортів жита, серед них зернового призначення — 18 сортів (Інтенсивне 65, Інтенсивне 99, Богуславка, Боротьба, Верхняцьке 94, Воля, Київське 86, Київське 90, Київське 93, Клич, Первісток, Полікросне, Ніка, Паллада, Хасто, Харківське 88, Харківське 95, Харківське 94), три — тетраплоїдних (Вересень, Древлянське, Пуховчанка), а також чотири сорти диплоїдного жита зерно-силосного використання (Верхняцьке 32, Нива, Харківське 55, Харківське 78).

Найбільше сортів створено в Інституті рослинництва ім. В.Я.Юр'єва УААН (м. Харків): Харківське 55, Харківське 78, Харківське 88, Харківське 95, Харківське 98 та сорт Хасто, а також в Інституті землеробства УААН (с.м.т. Чабани, Київська область): Київське 86, Київське 90, Київське 93, Інтенсивне 95, Інтенсивне 99.

1.2. Бактеріальні хвороби жита

На житі основними бактеріальними хворобами є бактеріальний опік (*Xanthomonas translucens* pv. *secalis*), базальний бактеріоз або бактеріальна плямистість (*Pseudomonas syringae* pv. *atrofaciens*), ореольний бактеріоз (*Pseudomonas syringae* pv. *coronafaciens*), бактеріоз (*Pseudomonas fluorescens*), бактеріальна плямистість (*Pantoea agglomerans*). Захворювання, виявлені в поодиноких випадках – плямистий бактеріоз (*Pseudomonas cerealium*) і жовтий слизистий бактеріоз (*Rathayibacter rathayi*) [1].

Бактеріальний опік жита

Синонім хвороби: Плямистість листя.

Збудник хвороби: *Xanthomonas translucens* pv. *secalis* (Reddy, Godkin & Johnson 1924) Vauterin et al. 1995.

Історія відкриття, розповсюдження, шкідливість. Вперше *X. translucens* pv. *secalis* описаний в 1924 році в США і названий *Bacterium translucens* var. *secalis*. Збудник спричинював опік листя жита. Пізніше захворювання виявлено в різних штатах Америки і провінціях Канади,

Франції, Англії, Африці, Австралії, Бразилії. Про наявність *X. translucens* pv. *secalis* на території розформованого СРСР свідчать малочисельні публікації. Через різницю в сприйнятливості на жита, житі, ячмені штами *X. translucens* штучно розподілені на патовари: *translucens*, *secalis*, *cerealis*, *undulosa*, *hordei*, *hordei-avena*. Оскільки *X. translucens* із жита специфічний лише для жита і не уражує в природних умовах пшеницю, він був названий *X. translucens* pv. *secalis*. В природних умовах жито уражують патовари *secalis* і *cerealis*, а за штучного зараження видимі ознаки хвороби утворює патовар *undulosa*. Хоча *X. translucens* pv. *undulosa* може уражувати жито і в природних умовах [6]. В усіх випадках симптоми однакові.

Симптоми. Розвиток хвороби на листі починається від язичка листа. На паренхімі утворюються темно-зелені, водонасичені, маслянисті, дрібні округлі або витягнуті вздовж листа прозорі плями. З часом вони зливаються в окремі ділянки жовто-бурого, бурого чи буро-чорного кольору, обмежені жилками листа. При сильному розвитку хвороби весь лист стає водонасиченим, а потім жовтіє. Листова піхва також жовтіє, а потім буріє. В кільці стебла утворюється ексудат, який перекриває вихід колоса. В тих випадках, коли колос розвивається нормально, в фазу дозрівання зерна на листі появляються чорні широкі плями-штрихи. За даними деяких авторів симптоми хвороби на житі подібні до таких, які утворюються на жита, ячмені і костріці. Збудник уражує всі частини вегетуючих рослин жита, в тому числі насіння, але частіше уражує лусочки і верхню частину стебла [7]. М.В. Горленко ізолював збудника хвороби із темно-зелених прозорих округлих чи продовгуватих плям і зав'ялого листа жита [6].

За штучного зараження *X. translucens* pv. *secalis* на зернових культурах і травах розвиваються три типи симптомів: 1. Прозорість (П) – на листі водонасичувані, напівпрозорі штрихи з рясним ексудатом, які з часом темніють. 2. Некроз (Н) – коричневий, темно-коричневий або чорний некроз на листьях. 3. Хлороз (Х) – знебарвлення листа від світлого зеленувато-білого до жовтувато-білого, без наявності водонасичення і ексудату.

Перший тип ураження зустрічається на найбільш сприйнятливих до збудника рослинах-хазяїнах, другий – на помірно сприйнятливих рослинах-хазяїнах, третій – на найменш сприйнятливих рослинах-хазяїнах [8]. Заданими М. Moffett і G. McCarthy [9] на деяких рослинах-хазяїнах з'являються всі типи симптомів хвороби, а на інших – один чи два. В польових умовах за штучного зараження *X. translucens* pv. *secalis* на житі і жита розвивається перший і третій тип ураження, на ячмені – перший, на вівсі і коостреці – третій, в умовах теплиці утворюються такі ж типи симптомів хвороби, але на коостреці додатково виявляли некроз [8].

Екологія збудника. *X. translucens* pv. *secalis* в природних умовах зустрічається тільки на житі. Штами *X. translucens* pv. *secalis*, ізольовані з жита, в експерименті патогенні для жита, ячменю, коострецю, свинорію, деяких сортів вівса і не патогенні для лисохвосту, канарейкової трави і спельти. Сприйнятливими умовами для розвитку збудника є висока вологість і температура 26-32°C [1].

Бактеріальна смугастість жита

Збудник хвороби: *Xanthomonas translucens* pv. *cerealis* (Hagborg 1942) Vauterin et al. 1995.

Застарілі назви збудника: *Xanthomonas translucens* f. sp. *cerealis* Hagborg 1942, *X. translucens* var. *cerealis* (Hagborg 1942) Wallin 1946, *X. campestris* pv. *cerealis* (Hagborg 1942) Dye 1978.

Історія відкриття, розповсюдження. Хворобу виявлено в 1980 році в Японії на острові Хоккайдо на житі і коостреці безостому [10].

Симптоми. Хвороба характеризується утворенням на листі жита водянистих, темно-зелених плям, які поступово збільшуються, темніють і перетворюються в коричневі смуги. Поверхня смуг в умовах підвищеної вологості зазвичай покривається молочно-білими краплями бактеріального ексудату, а в суху погоду на них утворюється тонка прозора плівка або жовтуваті сухі гранули.

Екологія збудника. Штами *X. translucens* pv. *cerealis*, виділені із жита в Японії, патогенні для ячменю, жита і викликають типові симптоми ураження. Бактерії не спричинюють хвороби рису та трав - тимофіївки, кострецю безостого. Штами, ізольовані із кострецю, патогенні для ячменю, жита, жита, вівса і не патогенні для рису, кукурудзи, тимофіївки, райграсу, грястиці збірної [10]. Бактерії *X. translucens* pv. *cerealis*, ізольовані з бактеріальної смугастості проса, патогенні для жита, жита, ячменю, вівса і степової трави [10]. Штами *X. translucens* pv. *cerealis*, виділені із смугастої плямистості жита в Бразилії, уражують жито, ячмінь і овес [11].

Базальний бактеріоз жита

Синонім хвороби: Бактеріальна плямистість.

Збудник хвороби: *Pseudomonas syringae* pv. *atrofaciens* (McCulloch 1920) Young, Dye & Wilkie 1978.

Застаріла назва збудника: *Pseudomonas atrofaciens* (McCulloch 1920) Stevens 1925.

Історія відкриття, розповсюдження, шкідливість. *P. syringae* pv. *atrofaciens* вперше виділений з жита Мак-Кулочем в 1920 році. В літературі зустрічається небагато досліджень, присвячених виявленню *P. syringae* pv. *atrofaciens* на житі. Це роботи Р.М. Галач'ян, М.В. Горленко, Г.П. Авезджанової, А.Б. Чумакова, Є.В. Матвєєвої, М.К. Ілюхіної (колишній СРСР), W. Hagborg (Канада), J. Von Kietzel і K. Rudolf (Німеччина). Встановлено, що *P. syringae* pv. *atrofaciens* є основним і найбільш поширеним збудником хвороби жита в Україні [1, 12].

Симптоми. Захворювання виявлено на всіх надземних органах рослин жита. Основною формою проявлення хвороби на житі є плямистість листя. Ураження колоскових лусочок відмічено в поодиноких випадках і лише на деяких сортах [12].

У фазі кущіння ураження листя збудником бактеріальної плямистості зустрічається рідко і лише рослини деяких сортів уражуються на 3-6%. На

листях різних фаз розвитку рослин на початку інфекційного процесу з'являються маленькі коричневі плями. З часом вони стають бежевими, бурими чи світло-коричневими і набувають округлу або продовгувату форму з світло-коричневою або коричневою облямівкою, іноді маслянистої консистенції. Зрідка такі ж плями утворюються на стеблі. Зустрічається побуріння і усихання кінчиків листа. З ростом рослин жита бактеріоз прогресує, особливо від фази кушіння до воскової стиглості. На початку цвітіння бактеріальна плямистість складає 7%, а в фазу молочно-воскової зрілості – 30-40%. На окремих сортах плямистість досягає 50 %. Таке листя передчасно жовтіє, зменшується асиміляційна поверхня листа, іноді відмирає. В таких випадках зменшується кількість зернівок в колосі, а як результат – зниження абсолютної ваги зерна, його загальної ваги і якості урожаю. Плямистість лусочок починає розвиватись в фазі цвітіння і молочно-воскової стиглості. На більшості сортів жита ураження лусочок зустрічається в поодиноких випадках. Внаслідок ураження жита бактеріями деформується колос, він стає недорозвиненим або пустоколосим. Уражене насіння щупле, бурого кольору, з більш темним зародковим кінцем або бурими плямами на поверхні. Частіше уражені зерна не проростають або із них розвиваються пригнічені, скривлені, деформовані сходи.

За штучного зараження стебла жита в фазі виходу колоса в трубку на інокульованих рослинах розвиваються наступні типи уражень:

- 1) хлороз;
- 2) сухі бежеві плями, довжиною до 9 см;
- 3) коричневі маслянисті плями до 3 см, які переходять в коричневі штрихи;
- 4) бежеві плями з коричнево-вишневою або коричневою облямівкою, довжиною 4-5 см;
- 5) сухі маслянисті жовті плями з коричневими штрихами на них;
- 6) сухі плями-штрихи.

Найчастіше при інокуляції з'являються бежеві чи світло-коричневі плями з коричневою облямівкою по краю, слабо агресивні штами утворюють хлороз і бежеві плями. Часто рослини відстають в рості і не виколошуються [1].

Екологія збудника. Штами *P. syringae* pv. *atrofaciens*, ізольовані з жита, за штучного зараження спричинюють хвороби жита, ячменю, суданської трави, проса, сорго, бузку, але агресивність їх нижча ніж на житі.

Патогенні штами *P. syringae* pv. *atrofaciens* виявлені як епіфіти на зовні здорових рослинах жита в фазі виходу колосу в трубку і початку дозрівання зерна [12]. Всі сорти жита, які використовуються в сільському господарстві чутливі до збудника хвороби. Високостійким можна назвати лише один сорт – Українське тетра. Помірно стійкими є сорти Поліське тетра, Білоруське 23, Верхняцьке 32, Деснянка 2 і Славутич. Не стійкі до *P. syringae* pv. *atrofaciens* сорти Харківське 55, Новозибківське, Куштро, Харківське 60, Даньківське селекційне і Белта [13].

Ореольний бактеріоз жита

Синонім хвороби: Бурий бактеріоз.

Збудник хвороби: *Pseudomonas syringae* pv. *coronafaciens* (Elliott 1920) Young, Dye & Wilkie 1978.

Застаріла назва збудника: *Pseudomonas coronafaciens* (Elliott 1920) Stevens 1925.

Історія відкриття, розповсюдження. В 1974-1976 рр. в США вперше виявлено широке розповсюдження ореольного бактеріозу на житі [14].

Симптоми. В середині лютого на листях жита описано декілька типів уражень [14].

Перший тип спостерігається на межі здорової тканини і уражених морозом кінчиків листків. Ураження мають круглу або еліпсоподібну форму, світло або темно-коричневого кольору. Коричневі центри облямовані смугою

зав'ялої тканини, яка не схожа на яскравий жовто-зелений колір, характерний для ореольного бактеріозу.

Другий тип ураження – лінійний, плями світло- або темно-коричневого кольору розповсюджуються на 5-10 см вздовж листа і захоплюють середню жилку. Часто лінійні ураження є результатом злиття декількох уражень. Коричнева некротична тканина облямована вузькою смугою жовтої зів'ялої тканини.

Типові ураження з симптомами ореольного бактеріозу утворюються на початку березня, коли температура підвищувалась до 15-22°C. На початку розвитку інфекції по краю листа або вздовж жилки з'являються коричневі плями з овальними хлорозними зонами навкруги діаметром 15 мм.

Через декілька днів колір плям блідне, світліє, а тканина в центрі стає вдавненою некротичною. Майже завжди збудник спричинює інтенсивне просвітлення тканини листової пластинки.

Захворювання спостерігається в міжвузлях майже до повного дозрівання рослин. Ураження листя з вдавненим некротичним центром відрізняється за кольором – від білих в нових ураженнях до темно-коричневих в старих. Центральна зона облямована світлим жовто-зеленим ореолом 2-3 мм шириною.

Ураження часто розповсюджуються від свого центру вздовж всього листа внаслідок швидкої дифузії токсину. В кінці березня вся тканина нових уражень некротизується і стає світло-коричневою, а старі ураження мають темно-коричневий колір. Уражені ділянки зливаються і часто покривають весь лист. Більшість нових уражень мають овальну форму 5-15 мм довжиною, світло-коричневі, іноді з вузькою жовтою облямівкою.

Ці багаточисельні крапчасті ураження розкидані по всій поверхні листа, мають вид "парші" і подібні до плям, які утворюються за дії хімічних речовин.

До середини травня уражене листя відмирає і на здорових листях симптоми з'являються лише в другій половині травня, в фазі цвітіння і молочно-воскової стиглості [1].

Пошкодження обгорткового листа жита, подібні до некрозів, які утворюються на листі, відбуваються до фази повного дозрівання.

Ураження обгорткового листа розповсюджується по його поверхні і не проникає у внутрішні шари епідермісу. Деякі пошкодження на сильно ураженій тканині подібні до симптомів опіку на листях [1].

Ореольний бактеріоз проявляється також і на колосі жита. Інфікування починається на луззі колоса під точкою приєднання остюків у вигляді коричневих плям.

Найбільш характерним симптомом є побіління лузги колоса. Інфекція не поширюється на сусідні квітки і рідко весь колос біліє. Якщо ураження розвивається в період цвітіння, то весь цвіт гине і насіння не утворюється. Якщо проявлення зараження починається в період розвитку зерна, то ураження бувають незначними.

Екологія збудника. Збудник ореольного бактеріозу краще ізолюється із уражених тканин жита в квітні [88]. По мірі дозрівання рослин патоген виділити важко, а із дозрілих тканин жита збудник майже не ізолюється. Ідеальні умови для розвитку хвороби в кінці зими і ранньою весною. Холодна дощова погода сприяє розвитку хвороби.

Всі досліджувані сорти жита сприйнятливі до збудника ореольного бактеріозу. Побіління колоса жита може спричинювати також антракноз, збудником якого є *Colletotrichum graminicola*, а хлороз листя жита, подібний до ореольного бактеріозу - іржа.

Бактеріоз жита

Збудник хвороби: *Pseudomonas fluorescens* (Trevisan 1889) Migula 1895.

Історія відкриття, розповсюдження. Збудник хвороби виявлений в шести областях вирощування жита в Україні [44].

Симптоми. Жито уражується *P. fluorescens* на всіх фазах його розвитку в вигляді плям на листі в фазі сходів, обгортковому листі, стеблі, лусочках і

зерні жита [15]. На листі в фазі сходів утворюються бежеві і світло-коричневі плями з чорною маслянистою або коричневою облямівкою.

На наступних фазах росту і розвитку жита плями стають коричневими, бурими чи бежевими з коричневими і чорними штрихами, іноді з маслянистою облямівкою. В фазі молочно-воскової зрілості на лусочках утворюються темні плями або вся лусочка стає коричневою.

В деяких випадках *P. fluorescens* можна ізолювати із пустоколосся і засохлого листя. Із уражених тканин рослин з наведеними симптомами хвороби виділені і штами основного збудника базального бактеріозу жита *P. syringae* pv. *atrofaciens*.

Іноді із одного ураженого зразка жита виділяли штами обох видів – *P. syringae* pv. *atrofaciens* та *P. fluorescens*. Штами *P. fluorescens* мають різну агресивність відносно рослини-хазяїна (1-3 бали), переважна більшість їх слабоагресивні. Незначна кількість штамів не патогенні для рослин жита [1].

За штучного зараження в фазі виходу колосу в трубку на стеблі або обгортковому листі жита патогенні штами *P. fluorescens* спричиняли хлороз, як і слабо агресивні штами *P. syringae* pv. *atrofaciens*. Зрідка з часом розвивалось пустоколосся [15].

З уражених рослин жита штами *P. fluorescens* ізолюються в два рази рідше, ніж штами основного патогена жита – *P. syringae* pv. *atrofaciens*.

Бактеріальна плямистість жита

Збудник хвороби: *Pantoea agglomerans* (Beijerinck 1888) Gavini et al. 1989.

Застаріла назва збудника: *Erwinia herbicola* (Lohnis 1911) Dye 1964.

Історія відкриття, розповсюдження. Хворобу виявлено на житі в Україні [16].

Симптоми. Жовто-пігментні бактерії виділяли постійно із зерна, а також листя, зібраного на різних фазах розвитку жита, незалежно від зони вирощування і сорту. На уражених рослинах появляється хлороз або бежеві,

світло-коричневі плями, оточені більш темною облямівкою. Однак, при інокуляції ізольованими бактеріями стебла жита в фазу до початку цвітіння виявляли лише слабкий розвиток хлорозу на листях, стеблі і обгортковому листі [16].

Екологія збудника. Ізольовані бактерії *P. agglomerans* відрізняються за агресивністю, високоагресивних штамів із рослин жита не виділено. Бактерії ізольовані з рослин жита з симптомами захворювання, спричиненого *P. syringae* pv. *atrofaciens*. Хвороба не має господарського значення [1].

Плямистий бактеріоз жита

Збудник хвороби: *Pseudomonas cerealium* (Gentner 1920) Stapp 1928.

Історія відкриття, розповсюдження. Вперше захворювання описане в Німеччині в 1920 році [1], пізніше – в Росії. Збудник хвороби відноситься до групи недостатньо вивчених і не наводиться в визначнику бактерій Бергі [17] і Списку фітопатогенних бактерій [18].

Симптоми. Збудник утворює коричневі або чорно-коричневі плями на різних частинах вегетуючих рослин, часто уражає вузол кущіння. Інфіковане листя жовтіє, засихає і відмирає. Колос погано наповнюється, лусочки можуть розщеплятися, а зерно оголятися і розтріскуватися. Зерно забарвлюється в оранжево-червоний або коричнево-червоний колір і зсихається. Забарвлюється головним чином алейроновий шар. Іноді на щуплому зерні утворюються коричнево-чорні плями [1].

З уражених зерен розвиваються коричневі або червоні ростки, які часто гинуть. На уражених ростках, які вижили, розвиваються коричневі або чорно-коричневі плями. Пізніше такі плями з'являються біля основи листя нижніх ярусів. При цьому верхнє листя передчасно жовтіє, засихає і відмирає, а стебло загниває біля основи і відламується. За зовнішнім виглядом це захворювання подібне до "чорної ніжки". В уражених рослинах велика кількість стерильних квіток. Якщо щупле зерно і розвивається, то воно розміщене в колосі не щільно.

Екологія збудника. Збудник хвороби жита *P. cerealium* зустрічається в посушливі роки. Розповсюджується посівним матеріалом, при вологих умовах зберігання переноситься з ураженого насіння на здорове. Бактерії стійкі до дії сонячних променів.

Осмолення або жовтий слизистий бактеріоз жита

Збудник хвороби: *Rathayibacter rathayi* (Smith 1913) Zgurskaya, et al. 1993.

Застарілі назви збудника: *Aplanobacter rathayi* Smith 1913, *Corynebacterium rathayi* (Smith 1913) Dowson 1942, *C. michiganense* pv. *rathayi* (Smith 1913) Dye & Kemp 1977, *Clavibacter rathayi* (Smith 1913) Davis et al. 1984.

Історія відкриття, розповсюдження. Хворобу вперше виявлено в 1913 році на грястиці збірній, на житі зустрічається рідко [19].

Симптоми. Верхня частина рослин, особливо квітучий колос покривається слизом, часто колос призупиняє розвиток і деформується. Уражені частини підсихають, рослини відрізняються меншим ростом і неповним розвитком верхнього міжвузля. Бактерії спочатку розмножуються на поверхні рослин і тільки з часом проникають у внутрішні тканини рослин [19]. Пізніше їх виявляють в міжклітинному просторі і віскулярній тканині. Зараження рослин можна викликати природним бактеріальним слизом, який з'являється на рослинах. При використанні чистої культури бактерій рослини часто не інфікуються [20]. Але деякі автори вважають, що патогенність цієї бактерії не викликає сумніву [19].

Рожевий бактеріоз зерна жита

Рожевий бактеріоз зерна жита – хвороба, що спричинена комплексом видів мікроорганізмів. Г.П. Аведжанова і А.Б. Чумаков із насіння жита рожевого забарвлення ізолювали бактерії – *P. syringae* pv. *atrofaciens*, *X. campestris* pv. *translucens* і *Bacillus mesentericus*, а також гриби із родів

Alternaria, *Fusarium* та *Penicillium*. При інокуляції колосків жита під час цвітіння виділеними бактеріями і грибами виявлено порожевіння зерна: від грибів в межах 3-5% та від бактерій – до 35%. Інокуляція насіння жита комплексом цих бактерій викликала спочатку знебарвлення, а потім порожевіння тканини навколо місця внесення інфекційного матеріалу [21].

Є.В. Матвеева і Л.Н. Назарова [22] виявили в рожевому зерні жита бактерії трьох видів – *P. syringae* pv. *atrofaciens*, *X. campestris* pv. *translucens* і *Serratia marcescens*. Вони вважають, що таке зерно може бути використано для хлібопекарських і технічних цілей, якщо вміст зерен з рожевим забарвленням не перевищує 12%.

1.3. Заходи боротьби із збудниками бактеріальних хвороб

Методи захисту рослин від шкідників і збудників хвороб можна розділити на:

- агротехнічні (сівозміна, терміни і норми висіву насіння, внесення добрив, способи оброблення ґрунту);
- хімічні (використання пестицидів);
- біологічні (збільшення ефективності природних ентомофагів, інтродукція стійких сортів, використання біотехнологічних препаратів, отримання безвірусного посадкового матеріалу; підвищення стійкості рослин до шкідників і збудників біотехнологічними методами) [2].

Нагляд за розповсюдженням особливо небезпечних, відсутніх та обмежено поширених на території України шкідників та збудників хвороб рослин покладено на Державну службу з карантину рослин України [23].

1.3.1. Використання хімічних препаратів для захисту рослин

В багатьох випадках без використання хімічних препаратів неможливо запобігти шкоді від шкідників, хвороб, бур'янів. Використання хімічних препаратів дає швидкий ефект з найменшими витратами часу та коштів, але використовувати такі препарати необхідно лише за умови, коли ступінь

розвитку шкідливих організмів значно перевищує економічний поріг та інші заходи виявилися не ефективними. За нераціонального використання пестицидів шкода від них може значно перевищувати корисний ефект. Необхідно суворо дотримуватися існуючих правил та норм використання пестицидів, для запобігання шкоди від їхнього використання для довкілля та унеможливлення забруднення пестицидами сільськогосподарської продукції [24].

Використання пестицидів на території України регулюється законодавством України, зокрема: Закон України про пестициди та агрохімікати (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1995, N 14, ст.91; Вводиться в дію Постановою ВР N 87/95-ВР від 02.03.95, ВВР, 1995, N 14, ст.92), Закон України про захист рослин (Відомості Верховної Ради України, 1998 р., N 50-51, ст. 310; 2004 р., N 26, ст. 362; 2006 р., N 22, ст. 184, N 43, ст. 420; 2008 р., NN 5-8, ст. 78), Закон України про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення, Постановою Кабінету міністрів України Про затвердження порядку проведення державних випробувань, державної реєстрації та перереєстрації, видання переліків пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні, та іншими законодавчими актами. На підставі Державного реєстру пестицидів і агрохімікатів Міністерство охорони довкілля розробляє, погоджує з Міністерством охорони здоров'я та Мінагрополітики, готує до друку та видає один раз на п'ять років Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні, з щорічним виданням доповнень до нього про нові зареєстровані, а також заборонені до використання препарати.

В залежності від об'єкту і напряму використання пестициди підрозділяють на [25]:

- ✓ акарициди – для боротьби з кліщами;
- ✓ інсектициди – для боротьби з комахами;
- ✓ молюскоциди – для боротьби з молюсками і слизовиками;
- ✓ нематициди – для боротьби з нематодами;

- ✓ родентициди – для боротьби з гризунами;
- ✓ фунгіциди – для боротьби з збудниками грибних хвороб рослин;
- ✓ бактерициди – для захисту від бактеріальних хвороб;
- ✓ гербіциди - – для боротьби з бур'янами;
- ✓ альгіциди - – для боротьби з водоростями;
- ✓ дефоліанти – препарати для видалення листя;
- ✓ десиканти – препарати для підсушування рослин.

Препарати перших трьох груп підрозділяють в залежності від фази розвитку шкідливого організму, на якій застосовують препарат: овіциди – для знищення яєць, ларвіциди – для знищення личинок, імагоциди – для знищення дорослих комах.

За способом проникнення в організм шкідника розрізняють: препарати контактної дії (які проникають через покриви тіла); препарати кишкової дії (які виявляють токсичну дію при проковтуванні), фумігати (які потрапляють через органи дихання) [25].

За гігієнічною класифікацією пестициди прийнято поділяти на чотири групи: сильнодіючі отруйні речовини із середньолетальною дозою (ЛД₅₀) до 1 мг/кг маси тіла, високотоксичні (ЛД₅₀ від 50 до 200 мг/кг), середньотоксичні (ЛД₅₀ від 200 до 1000 мг/кг), малотоксичні (ЛД₅₀ більше 1000 мг/кг) [25].

1.3.2. Екологічні проблеми використання пестицидів

Інтенсифікація сільського господарства висуває низку важливих завдань. Це не лише раціональне використання природних ресурсів і матеріально-технічних засобів, але й здійснення комплексу заходів, спрямованих на захист навколишнього середовища від забруднення.

Одним з важливих факторів впливу людини на навколишнє середовище є широке застосування пестицидів. За допомогою їх вдалося запобігти катастрофічному впливу багатьох шкідливих об'єктів на стабільність сільського і лісового господарства. Разом з тим, широке використання призвело до цілого ряду негативних наслідків.

Для охорони здоров'я населення і попередження циркуляції пестицидів у природі встановлені гігієнічні нормативи гранично допустимих концентрацій (ГДК) пестицидів у повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, у воді відкритих водоймищ і в ґрунті, а також гранично допустимі залишкові кількості (ДЗК) пестицидів у різних харчових і кормових продуктах та допустимі строки останніх обробок культур до збирання урожаю (час очікування) – період, протягом якого застосований пестицид руйнується цілком або до допустимих залишкових кількостей. Усі ці нормативи вказані в Списку і їх перевищення неприпустиме [26].

Для попередження можливого отруєння людей при проведенні робіт на ділянках, оброблених пестицидами, регламентовані строки виходу робітників на такі ділянки і ці строки вказані в Списку, вказівках щодо застосування препарату та Інструкції з техніки безпеки при зберіганні, транспортуванні та застосуванні отрутохімікатів у сільському господарстві.

У зв'язку з негативним впливом агрохімікатів на навколишнє середовище в світовій науці та практиці систематично вивчається вплив хімічних засобів і їх метаболітів на різні об'єкти навколишнього середовища.

При застосуванні пестицидів виникають наступні екологічні проблеми:

1. Поява нових шкідників. Вона спостерігається, коли розповсюдження виду шкідливих комах, яких раніше стримували ентомофаги, набуває загрозливих розмірів після різкого скорочення останніх унаслідок хімічного захисту рослин. Класичний приклад – масове розмноження червоного павутинного кліща після загибелі його природних ворогів, що викликане застосуванням ДДТ.

Сади є складними екосистемами, які легко порушити використанням пестицидів. Відомо багато випадків збільшення чисельності шкідників у плодкових насадженнях після припинення дії обробок. Повідомлялось, зокрема, про масове розповсюдження в садах яблуневої плодожерки, листокруток, попелиць, червеців.

Використання фунгіцидів беноміла і метилтіофаната проти парші яблунь призводило до розповсюдження вогнищ хвороби і в кінцевому результаті зменшило врожай. Причина тому – токсичність пестицидів по відношенню до земляних черв'яків, які перешкоджають розповсюдженню парші, видаляючи більшу частину ураженого листа з поверхні ґрунту [26, 27].

1. *Розвиток резистентності.* При регулярному застосуванні пестицидів може виникнути необхідність у поступовому збільшенні норм витрати для забезпечення певного рівня ефективності, до того ж у деяких випадках навіть це не призводить до бажаних наслідків. Причиною є селекція резистентних особин у кожному поколінні шкідників. За даними V Міжнародного конгресу по пестицидах, зафіксовано біля 420 видів комах і кліщів, які мають популяції, що резистентні до інсектоакарицидів різної хімічної будови [26].

2. *Поява в харчових продуктах залишків пестицидів,* що перевищують допустимі норми, загальне забруднення навколишнього середовища. Необхідно зазначити, що залишки пестицидів виявляються навіть у тих областях, де їх не використовували, наприклад, в Антарктиці. Це пояснюється тим, що пестициди можуть досягати верхніх шарів атмосфери, переноситись вітром і опадами та випадати на значній відстані від місць застосування.

3. *Знищення дикої фауни і флори.* Пригнічуючи певні види комах, інсектициди впливають на ланцюг живлення. Зазначалось, наприклад, що інтенсивне використання пестицидів на зернових призводить до різкого скорочення чисельності куропаток унаслідок зменшення кількості комах, якими птахи живляться. Гербіциди завдають шкоди дикій фауні, знищуючи рослини, що служать кормом для того чи іншого виду тварин [26].

Учені всього світу наполегливо працюють над розробкою більш безпечних засобів захисту рослин, але використання хімічних засобів на найближчий час залишається одним з головних у захисті рослин від шкідливих організмів. Тому в таких умовах важливим завданням спеціалістів аграрного профілю є опрацювання усіх можливих прийомів, спрямованих на запобігання

і зменшення негативної післядії препаратів, які застосовуються у сільському господарстві. Необхідно дотримуватись регламентів їх використання, категорично забороняється використовувати препарати, які не дозволені відповідними державними установами. Таким чином, запобігання забрудненню навколишнього середовища хімічними засобами є однією з важливих проблем сучасного інтенсивного землеробства.

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

2.1. Виявлення бактерій в тканинах рослин

- 1) мікроскопія уражених тканин при різних типах бактеріальних хвороб;
- 2) виявлення під мікроскопом уражених тканин і бактерій.

Після ознайомлення із зовнішніми ознаками різних типів бактеріальних хвороб рослин приступають до виявлення бактерій в тканинах уражених рослин.

Для виявлення бактерій в тканинах уражених рослин беруть листки огірка, ураженого бактеріальною плямистістю, вирізають шматочки ураженої тканини, кладуть в краплю води на предметне скло.

При малому збільшенні мікроскопа на зрізі видно темні ділянки - міжклітинники, заповнені бактеріями.

В подальшому навкруг тканини з'являється світла облямівка, яка швидко розростається, перетворюючись в дрібнозернисту рухливу масу.

Далі препарат розглядають при великому збільшенні.

При цьому добре видно масу рухливих бактерій.

2.2. Виділення бактерій із уражених рослин

- 1) підготовка матеріалу для отримання чистих культур;
- 2) отримання чистих культур;
- 3) штучне зараження отриманою культурою здорових рослин.

Необхідний матеріал: препарувальні голки, шпатель, пінцет, голки для посіву, спиртівка, пробірка, чашки Петрі, термостат, сушильна шафа, автоклав.

Часто в місцях ураження рослин бактеріями знаходиться велика кількість сторонніх домішок.

визначити істинну причину захворювання, необхідно для заключного діагнозу зробити наступне:

- 1) виявити бактерії в ураженій тканині;

2) виділити в чисту культуру бактерії з ураженої тканини:

3) заразити здорову рослину виділеною культурою бактерій та отримати на зараженій рослині ті ж самі ознаки захворювання.

В процесі виділення бактерій із хворих частин рослин інструменти і посуд повинні бути стерильними.

Стерилізацію проводять сухим жаром (на полум'ї або в сушильній шафі).

При стерилізації, інструмент проводять над полум'ям спиртівки декілька раз.

При охолодженні інструменту необхідно слідкувати за тим, щоб він не торкався навколишніх предметів.

При стерилізації інструменту в сушильній шафі користуються скляним посудом.

Чашки Петрі замотують, кожену окремо в папір і ставлять в шафу на 2-3 години при температурі 130-140 °С.

Після того як шафа остигне, виймають посуд.

Для виділення бактерій із хворих частин рослин, уражений матеріал (стебло, листки, корені) ретельно промивають в водопровідній воді, після чого стерильним скальпелем вирізають певний шматочок (приблизно 0,5 см) ураженої тканини і поміщають на 30 секунд в спирт.

Потім його поміщають у пробірку із стерильною H_2O і звідти переносять стерильним пінцетом в стерильну чашку Петрі.

Чашку Петрі злегка відкривають скальпелем і обрізають шматочок ураженої тканини зі всіх сторін.

Після цього залишки тканини розщеплюють препарувальними голками на маленькі шматочки.

Кожний із таких шматочків кладуть в пробірку з бульйоном, яку ставлять в термостат при температурі 23-25 °С або залишають в кімнаті в теплому місці.

Через добу бульйон мутніє, що засвідчує розвиток з нього бактерій.

Найбільш розповсюдженими живильними середовищами для бактерій є: м'ясо-пептонний бульйон (МП) - готують з 1 кг очищеного від жиру м'яса, пропущеного через м'ясорубку або порубленого ножом.

Потім його змішують з 2 л Н^о і варять на протязі 2 годин.

Із звареного бульйону виймають м'ясо і віджимають в чистому рушнику для отримання більшої кількості бульйону.

Бульйон повинен мати нейтральну реакцію, для чого в нього добавляють невелику кількість соди, 1% пептона, 1% глюкози.

Після цього його кип'ятять і відфільтровують через, паперовий фільтр. Для просвітлення до остигненого до 40 °С бульйону прибавляють один сирий білок курячого яйця на 250-500 см³

Просвітлений бульйон розливають в пробірки по 10 см³ і одразу їх закривають ватними пробками, стерилізують в автоклаві протягом 10 хв. при температурі 120 °С (або в стерилізаторі) 3 дні підряд.

М'ясо-пептонний агар (МПА) готують із бульйону, який містить пептон, в який добавляють по 1,5 г агара, розливають в колби по 250-300 см³ після чого його стерилізують на протязі 1,5 год., охолоджують, змішують з курячим білком, фільтрують на гарячій воронці через щільний фільтр, розливають в пробірки (по 4-5 см³) і знову стерилізують в автоклаві.

Розплавлений м'ясо-пептонний агар виливають із пробірок з стерильні чашки Петрі.

При розливі бульйону обпалюють край пробірки на спиртівці.

Після того як агар в чашках остигне, проводять посів бактерій спеціальною для цієї мети петельною голкою, попередньо прокаленою в полум'ї спиртівки, потім беруть краплю із бульйону і, відкривши кришку чашки Петрі, наносять штрихи по застиглому агарі.

Після закінчення посіву кришку чашки Петрі закривають і зверху на ній роблять надпис з датою посіву, назву бактерії.

Чашки Петрі замотують в папір і поміщають в термостат при температурі 23-24 °С.

2.3. Вивчення морфології виділених фітопатогенів

- 1) термічна і хімічна фіксація препаратів;
- 2) забарвлення препаратів, колір по Граму.

Необхідний матеріал: мікроскоп, предметне скло, спиртівка, фільтрувальний папір, дистильована H_2O , спирт 95-градусний, фуксин або метиленова синь, хромова суміш, розчин Люголя, розчин генціанвіолета, фуксин.

Приблизно через 2-3 дні після посіву бактерій чашки Петрі виймають із термостата і продивляються.

Якщо посів був проведений чисто, то колонії, які утворилися в чашках будуть однорідними, іноді утворюються колонії різного виду, це вказує на забруднення чашок.

Як уже відмічалось, головною ознакою, яка характеризує фітопатогенні бактерії, є форма і колір колоній, наявність або відсутність джгутиків у бактерій, такі біохімічні властивості, як здатність зброджувати цукор, розчіплювати крохмаль, утворювати газу і кислоти, скисати молоко.

Виявлення всіх перерахованих властивостей вимагає багато затрат праці та часу.

Найбільш простим способом вивчення форми бактерій, їх рухливість, розміри - являється забарвлення. Забарвлення бактерій проводять наступним чином.

Беруть предметне скло, попередньо ретельно вимите (спочатку скло опускають в хромову суміш, потім промивають простою H_2O , потім дистильованою і витирають чистим фільтрувальним папером).

На чисте скло піпеткою наносять краплю стерильної H_2O , потім прокаленою петлевидною голкою беруть невелику кількість бактерій із колонії, яка утворилась в чашках Петрі, і рівномірно розчиняють в краплі H_2O при цьому не рекомендується брати багато культури бактерій.

Отриманий мазок висушують, залишають його на деякій час при кімнатній температурі.

Після висушування приступають до фіксації препарату.

Фіксація робиться для того, щоб бактерії краще прилипали до скла і не змивались H_2O під час зняття фарби зі скла.

Крім того, фіксований препарат краще забарвлюється, тому що мертві бактеріальні клітини забарвлюються краще, ніж живі.

Фіксація проводиться нагріванням над полум'ям спиртівки.

Для цього беруть скло мазком доверху, проводять його декілька раз через полум'я спиртівки доти, поки, приклавши руку до скла, не буде відчуття легкого опіку.

Недоліком цього способу фіксації, являється та обставина, що при нагріванні може змінитися будова бактеріальної клітини.

Тому часто прибігають до хімічної фіксації препаратів. Для хімічної фіксації використовують 95° етиловий спирт.

При фіксації спиртом на висушений мазок наливають спирт і тримають біля 2 хв., після чого приступають до забарвлення препарату.

Для цього весь мазок покривають розчином барвника і тримають його на мазку на протязі 2- 3 хв.

Після чого фарбу змивають легким струменем H_2O .

При цьому зайва фарба змивається, а фарба, яка ввібрала бактеріальні клітини, залишається.

Для забарвлення бактерій беруть фуксин або метиленову синь.

Після того як фарба буде змита, препарат просушують і проглядають під мікроскопом.

Забарвлення фітопатогенних бактерій по Граму названо по імені автора, який запропонував спосіб забарвлення, оснований на тому, що одні бактерії легко фарбуються (позитивне забарвлення по Граму), інші бактерії зовсім не фарбуються (негативне забарвлення по Граму).

Ця властивість пояснюється тим, що протоплазми грам позитивних бактерій є магнеєва сіль РНК, яка дає з особливим специфічним білком рибонуклеопротейдний комплекс, здатний утримувати фарбу.

Якщо цей комплекс в бактеріальній клітині відсутній, то специфічного забарвлення не буде.

Грам позитивні бактерії забарвлюються в темно-синій, грамнегативні - в фіолетово-червоний колір.

Більшість фітопатогенних бактерій грам негативні.

Для того, щоб зафарбувати препарат по Граму, необхідно взяти фіксований препарат і фарбувати його генціанвіолетом на протязі 1-1,5 хв., потім змивають фарбу, промивають препарат та обробляють на протязі 1-2 хв. розчином Люголя.

Після цього препарат промивають H_2O і обробляють 95° спиртом на протязі 0,5-1 хв.

Потім препарат знову промивають H_2O після чого його забарвлюють фуксином Циля, який змивають H_2O і препарат продивляються під мікроскопом.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Біологічні властивості штамів *Pseudomonas syringae* pv. *coronafaciens*, виділених із рослин жита

Для проведення дослідження відбирали рослини із типовими симптомами ураження. Симптоми ураження жита збудником ореольного бактеріозу жита *Pseudomonas syringae* pv. *coronafaciens* проявлялися переважно на листках і характеризувалися наступними ознаками.

Основні симптомами були некротичні плями:

- Спочатку з'являлися дрібні, водянисті плями.
- Згодом вони ставали темно-коричневими або чорними, оточеними світло-зеленим або жовтуватим ореолом (рис. 3.1).

Ореольний ефект:

- Світло-зелений ореол навколо ураженої ділянки виникав через токсини, що виділяє бактерія.
- Ореол був типовою ознакою дії патогену.

Деформація листкової пластинки: уражені ділянки підсихали, що призводило до скручування або деформації листків.

Поступове в'янення: ураження листків супроводжувалося їх в'яненням і загибеллю за поширення інфекції.

Порушення росту рослин: за сильного ураження рослин зменшувалася кількість фотосинтетично активної тканини.

Також нами було відмічено вторинні симптоми ураження збудником ореольного бактеріозу жита *Pseudomonas syringae* pv. *coronafaciens*: за умови підвищеної вологості спостерігали виділення бактеріальної слизової маси, що може бути помітною на поверхні уражених листків.

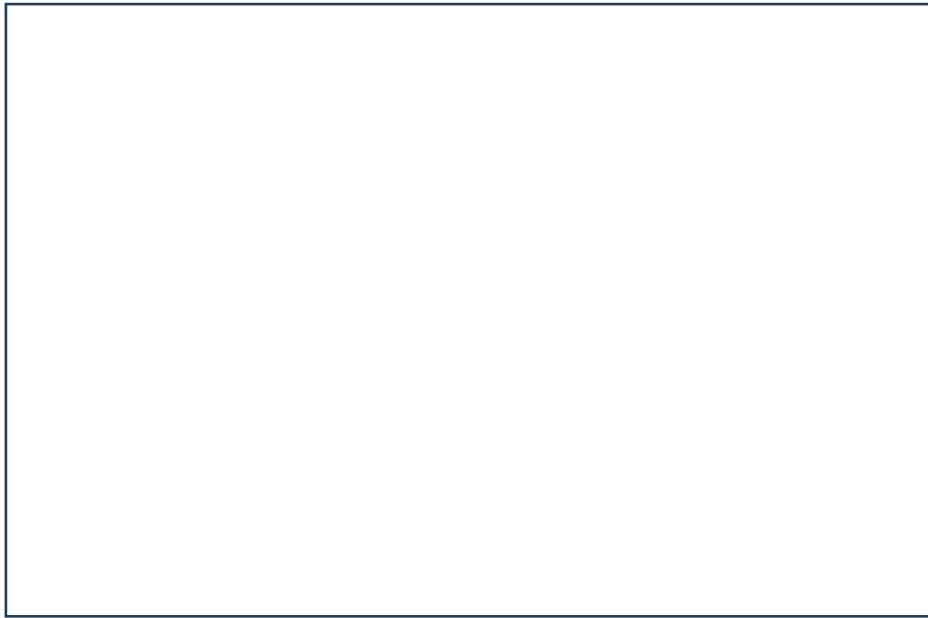


Рис. 3.1. Симптоми ураження рослин збудником ореольного бактеріозу жита *Pseudomonas syringae* pv. *coronafaciens*.

За вивчення морфології ізолятів *Pseudomonas syringae* pv. *coronofaciens* виділених із уражених рослин, встановили що виділені бактерії є грамнегативними, що має низку характерних морфологічних властивостей.

Клітинна морфологія:

- Форма клітини: прямі або злегка вигнуті палички.
- Розміри: 0,5–0,8 мкм у ширину та 1,0–3,0 мкм у довжину.
- Рухливість: рухливі завдяки одному чи кільком полярним джгутикам.

Фізіологічні особливості:

- Грамнегативність: стінка клітини типова для грамнегативних бактерій (зовнішня мембрана, тонкий шар пептидоглікану).
- Капсули: зазвичай не утворює виразних капсул, але може утворювати слизову масу (екзополісахариди), що допомагає у прикріпленні до поверхні.

Культуральні властивості:

Колонії на живильних середовищах:

- Рівні, блискучі, злегка опуклі.

– Колір: жовтувато-зелений або кремово-білий залежно від середовища.

Пігмент: деякі штами виробляли флуоресцентний пігмент (піовердин) під ультрафіолетовим світлом.

Метаболічні властивості: аеробна бактерія, яка не росте в анаеробних умовах, не утворює спор.

Оптимальні умови для росту:

- температура: оптимальна температура для росту — 20–25°C.
- рН середовища: близько 7,0.

Із уражених рослин жита нами було виділено 22 ізоляти, для виділення збудника вивчали фізіолого-біохімічні властивості ізолятів.

Таблиця 3.1.

Фізіолого-біохімічні властивості ізолятів *P. syringae*

Тест	ЛЖ-1-5	ЛЖ-6-7	ЛЖ-8-11
Рухливість	+	+	+
Оксидазна активність	–	–	–
Редукція нітратів	–	–	–
Лакмусова сироватка	Л	Л	Л
Розрідження желатини	+	–	+
Утворення індолу	–	–	–
Утворення сірководню	–	–	–

Примітка. Л – утворення луку

Усі нові виділені штами використовували цитрат, маніт, ксилозу, арабінозу, галактозу, сахарозу і не використовували лактозу, трегалозу, малонат, мальтозу та целобіозу. Ці штами показали такі реакції, як β -

глюкозидаза, фосфатаза, гідроліз ескуліну, і не продемонстрували активності уреаз, орнітиндекарбоксілази, лізиндекарбоксілази

Таблиця 3.2

Фізіологічні та біохімічні властивості

	ЛЖ-1-5	ЛЖ-6-7	ЛЖ-8-11
Утилізація:			
Сахароза	+	+	+
гліцерин	+	+	+
D-глюкоза	+	+	+
D-фруктоза	+	+	+
капрінова кислота	+	+	+
Манітол	V (7+)	+	+
D-маноза	V (7+)	+	+
Цитрат	+	V (2+)	+
L-еритритол	V (8+)	V (3+)	V (4+)
Мальтоза	V (6+)	V (3+)	±
інозит	V (6+)	+	+
L-Аскорбінова кислота	±	±	±
L-рамноза	-	-	-
D-Целлобіоза	-	-	-
β-аланін	-	-	-
L-винна кислота	-	-	-
L-арабіноза	-	-	-
Лактоза	-	-	-
Етанол	-	-	-
Етаноламін	-	-	-
n-пропанол	-	-	-

L-лейцин	-	-	V(1+)
D-серин	±	±	±
Ріст при: 0°C	+	+	+
41°C	-	-	-
Ріст на: NB-5% NaCl	±	±	±
NB-7% NaCl	-	-	-
Гідроліз ліпідів	+	+	+
Лакмусове молоко	Alk	Alk	Alk
Вироблення пігменту меланіну	+	+	+
Флуоресцентний пігмент	ion +	+	V (5+)
Гідроліз желатину	V (6+)	V (3+, 1±)	V(1±)
Лецитиназа	V (5+)	V (3+)	V (2+)
Малонат	-	V (3 Alk)	V (3+)
Аргінін дигідролаза	-	-	-
Редукція натратів	-	-	-
Гідроліз крохмалю	-	-	-
Оксидаза	-	-	-

Символи та скорочення: +, тест позитивний; — тест негативний; ±, слабка або відсутність відповіді через 5 днів, позитивний через 14 днів; Алк, лужний; V, змінна; цифри вказують на кількість позитивних (+) або слабких (±) штамів; NB, живильний бульйон Difco; НД, не визначено.

Ізольовані нами штами *P. syringae* pv. *coronafaciens* використовують як єдине джерело вуглецевого живлення на середовищах Омелянського та Гіса глюкозу, арабінозу, галактозу, ксилозу, фруктозу, інозитол, манітол, сахарозу, манозу, сорбітол, гліцерол і не використовують лактозу, саліцин, мальтозу, рамнозу, целобіозу, інулін, дульцитол. Досліджувані нами штами *P. syringae* pv. *coronafaciens* не використовують рафінозу (табл. 3.3).

Таблиця 3.3.

Використання вуглеводів як єдине джерело живлення

Вуглеводи	ЛЖ-1-5	ЛЖ-6-7	ЛЖ-8-11
Глюкоза	К	К	К
Арабіноза	К	К	К
Галактоза	К	К	К
Ксилоза	К	К	К
Маноза	К	К	К
Сахароза	К	К	К
Фруктоза	К	К	К
Інозитол	К	К	К
Манітол	К	К	К
Сорбітол	К	К	К
Гліцерол	К	К	К
Лактоза	—	—	—
Мальтоза	—	—	—
Інулін	—	—	—
Дульцитол	—	—	—
Саліцин	—	—	—
Целобіоза	—	—	—
Рамноза	—	—	—
Рафіноза	—	—	—

Примітка. К – утворення кислоти, – – відсутність росту

Патогенні властивості штамів перевіряли шляхом штучного зараження рослин жита або вівса в польових умовах у фазі трубкування, у якій, за даними С.С.Сидоренко із співавторами [30], рослини найчутливіші до фітопатогенних бактерій.

За інокуляції рослин жита суспензією клітин *P. syringae* pv. *coronafaciens* на них утворюються видовжені плями бурого кольору з бурочервоною облямівкою вздовж стебла, подібних до виявлених у природних умовах. За штучного зараження *P. syringae* pv. *coronafaciens* уражує також пшеницю і жито, але агресивність штаму значно нижча, ніж на вівсі.

Виділені штами зумовлюють реакцію надчутливості на листі тютюну (рис. 3.1). Як і типові штами *P. syringae* pv. *atrofaciens* та *P. syringae* pv. *coronafaciens* виділені ізоляти вже через добу спричинюють чіткі некротичні плями на листках тютюну в місцях інфільтрації клітин бактерій.

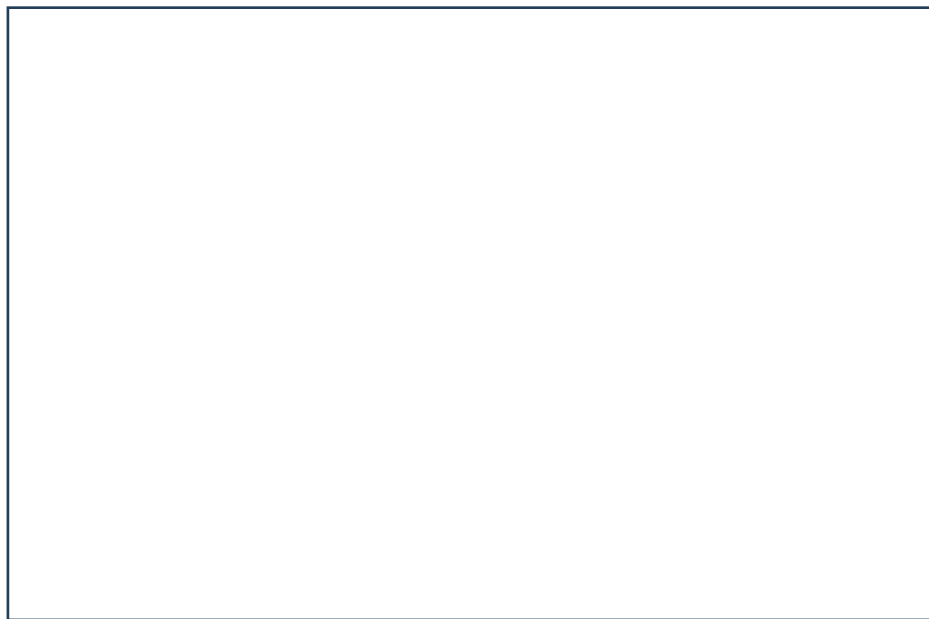


Рис. 3.1. Реакція надчутливості на листках тютюну, спричинена ізолятами *P. syringae* pv. *coronafaciens*

3.2. Пошук препаратів для захисту посівів жита від збудників бактеріальних хвороб

Для здійснення досліджень нами спочатку було обрано три фунгіциди, які рекомендовані до використання на зернових культурах:

Фундазол, який рекомендовано для обробки в період вегетації пшениці (ярої і озимої) та жита проти снігової плісняви, церкоспорельозу, фузаріозної кореневої гнилі, офіобольозу та борошнистої роси, обробки насіння пшениці, ячменю, вівса, жита, проса проти летючої та твердої сажки, церкоспорельозу і фузаріозної кореневої гнилі.

Топсін М, що застосовують в період вегетації для пшениці, ярого та озимого ячменю проти борошнистої роси, септоріозу, бурої іржі, фузаріозної та церкоспорильозної кореневих гнилей.

Максим 025FS фунгіцид для протруювання насіння пшениці проти летючої та твердої сажки, кореневих гнилей, снігової плісняви.

Нами встановлено, що жоден з цих препаратів в межах вивчених концентрацій не має антибактеріальної активності стосовно всіх досліджуваних ізолятів *P. syringae* pv. *coronafaciens* (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Вплив препарату Фундазол на фітопатогенні бактерії

Ізолят	Кількість препарату, г/л					
	10	5	1	0,1	0,01	10 ⁻³
ЛЖ-1	±	+	+	+	+	+
ЛЖ-2	+	+	+	+	+	+
ЛЖ-3	+	+	+	+	+	+
ЛЖ-4	±	+	+	+	+	+
ЛЖ-5	–	+	+	+	+	+
ЛЖ-6	±	+	+	+	+	+
ЛЖ-7	±	+	+	+	+	+
ЛЖ-8	+	+	+	+	+	+

ЛЖ-9	±	+	+	+	+	+
ЛЖ-10	±	+	+	+	+	+
ЛЖ-11	±	+	+	+	+	+

Примітки: + - ріст культури; ± - слабкий ріст або утворення окремих колоній; – - відсутність росту.

Таблиця 3.5

Вплив препарату Топсін М на фітопатогенні бактерії

Ізолят	Кількість препарату, г/л					
	10	5	1	0,1	0,01	10 ⁻³
ЛЖ-1	+	+	+	+	+	+
ЛЖ-2	+	+	+	+	+	+
ЛЖ-3	+	+	+	+	+	+
ЛЖ-4	+	+	+	+	+	+
ЛЖ-5	+	+	+	+	+	+
ЛЖ-6	+	+	+	+	+	+
ЛЖ-7	+	+	+	+	+	+
ЛЖ-8	+	+	+	+	+	+
ЛЖ-9	+	+	+	+	+	+
ЛЖ-10	+	+	+	+	+	+
ЛЖ-11	+	+	+	+	+	+

Примітки: + - ріст культури; ± - слабкий ріст або утворення окремих колоній; – - відсутність росту.

Вплив препарату Максим 025FS на фітопатогенні бактерії

Ізолят	Кількість препарату, г/л					
	0,1	0,25	0,5	0,05	0,005	5*10 ⁻⁴
ЛЖ-1	+	+	+	+	+	+
ЛЖ-2	+	+	+	+	+	+
ЛЖ-3	+	+	+	+	+	+
ЛЖ-4	+	+	+	+	+	+
ЛЖ-5	+	+	+	+	+	+
ЛЖ-6	+	+	+	+	+	+
ЛЖ-7	+	+	+	+	+	+
ЛЖ-8	+	+	+	+	+	+
ЛЖ-9	+	+	+	+	+	+
ЛЖ-10	+	+	+	+	+	+
ЛЖ-11	+	+	+	+	+	+

Примітки: + - ріст культури; ± - слабкий ріст або утворення окремих колоній; – - відсутність росту.

Тому нами перевірено антибактеріальну активність пестицидів, які рекомендовані до використання на інших культурах, щодо збудників бактеріозів зернових культур. Оскільки типові штами *P. syringae* pv. *atrofaciens*, *P. syringae* pv. *coronafaciens* не виявляли різниці у чутливості до фунгіцидів, усі наступні дослідження здійснювали з використанням ізольованих штамів. Пестициди досліджували у рекомендованій виробником дозі, у 10 разів більшій та у 10 і 100 разів менших дозах. Результати досліджень наведено в таблиці 3.7.

Чутливість збудників бактеріозів зернових культур до деяких пестицидів

Препарат	Доза	Ізоляти		
		ЛЖ-1-5	ЛЖ-6-7	ЛЖ-8-11
Пенкоцеб	32,0 г/л	–	–	–
Пенкоцеб	3,2 г/л	–	–	–
Пенкоцеб	0,32 г/л	–	–	–
Пенкоцеб	0,032 г/л	поодинокі колонії	поодинокі колонії	поодинокі колонії
Татту	60 мл/л	–	–	–
Татту	6 мл/л	–	–	–
Татту	0,6 мл/л	+	+	+
Татту	0,06 мл/л	+	+	+
Ацидан	50 г/л	–	–	–
Ацидан	5 г/л	–	–	–
Ацидан	0,5 г/л	–	–	–
Ацидан	0,05 г/л	+	+	+
Ридоміл Голд	50 г/л	–	–	–
Ридоміл Голд	5 г/л	–	–	–
Ридоміл Голд	0,5 г/л	–	–	–
Ридоміл Голд	0,05 г/л	слабкий ріст	–	слабкий ріст
Чемпіон	30 г/л	–	–	–
Чемпіон	3 г/л	–	–	–
Чемпіон	0,3 г/л	–	–	–
Чемпіон	0,03 г/л	+	–	+
Ефатол	20,0 г/л	–	–	–
Ефатол	2,0 г/л	–	+	–
Ефатол	0,2 г/л	+	+	+
Ефатол	0,02 г/л	+	+	+

Тіофен	25,0 г/л	+	+	+
Тіофен	2,5 г/л	+	+	+
Тіофен	0,25 г/л	+	+	+
Тіофен	0,025 г/л	+	+	+
Мікосан В	250 мл/л	–	–	–
Мікосан В	50 мл/л	–	–	–
Мікосан В	5 мл/л	+	+	+
Мікосан В	0,5 мл/л	+	+	+
Ураган форте	50 мл/л	–	–	–
Ураган форте	5 мл/л	слабкий ріст	слабкий ріст	слабкий ріст
Ураган форте	0,5 мл/л	+	+	+
Ураган форте	0,05 мл/л	+	+	+
Конфідор Максі	1 г/л	+	+	+
Конфідор Максі	0,1 г/л	+	+	+
Конфідор Максі	0,01 г/л	+	+	+
Конфідор Максі	0,001 г/л	+	+	+
Оперкот	10,0 г/л	+	+	+
Оперкот	1,0 г/л	+	+	+
Оперкот	0,1 г/л	+	+	+
Оперкот	0,01 г/л	+	+	+
Контроль		+	+	+

Примітка. + - ріст бактерій, – - відсутність росту.

Фунгіцид Ефатол виявляє антибактеріальну активність лише у дозі, що у 10 разів перевищує рекомендовану виробником.

На ріст фітопатогенних бактерій *P. syringae* не впливають препарати Ураган, Конфідор Максі, Оперкот.

Пенкоцеб має антибактеріальну дію у рекомендованій та нижчій за рекомендовану у 10 разів дозах. У дозі нижчій за рекомендовану у 100 разів цей препарат майже не впливає на ріст бактерій *P. syringae* pv. *coronafaciens*. Препарат Татту виявляє антибактеріальну активність у рекомендованій та вищій за рекомендовану концентраціях. Ридоміл Голд та його аналог Ацидан мають антибактеріальну дію щодо збудників бактеріозів зернових культур у рекомендованій та у 10 разів нижчій концентраціях, як і Пенкоцеб. До складу препаратів Пенкоцеб, Татту, Ридоміл Голд, Ацидан входить манкоцеб, якому і притаманна антибактеріальна дія. Різниця у антибактеріальній активності цих препаратів пов'язана із різною концентрацією манкоцебу у разі застосування фунгіцидів у рекомендованих виробниками дозах.

Таким чином, серед досліджуваних фунгіцидів виявлені препарати з антибактеріальною активністю – Пенкоцеб, Татту, Ридоміл Голд, Ацидан та Чемпіон і біофунгіцид Мікосан В, які можуть бути використані для захисту рослин від деяких збудників бактеріальних хвороб.

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що поширенішими бактеріальними хворобами жита в Україні ореольний бактеріоз.

2. За морфологічними та біохімічними властивостями виділені ізоляти бактерій з жита ідентифіковані як *P. syringae* pv. *coronafaciens*. Нами встановлено, що за деякими характеристиками (використання рафінози, сахарози, рамнози, манітолу, інозитола) досліджувані бактерії відрізнялися від неопатотипового штаму *P. syringae* pv. *coronafaciens* та типового штаму *P. syringae* pv. *coronafaciens*. Але ці незначні відмінності не виходять за межі біологічних властивостей групи *P. syringae*.

3. За фізіологічними, біохімічними, патогенними властивостями обрані нами для дослідження штами *P. syringae* pv. *coronafaciens* не відрізнялися від типового штаму *P. syringae* pv. *syringae*, що свідчить про умовний їхній поділ на патовари.

4. Серед досліджуваних пестицидів виявлені фунгіциди з антибактеріальною дією – Пенкоцеб, Ацидан, до складу яких входить манкоцеб, якому і притаманна антибактеріальна дія. Препарати можуть бути використані для захисту рослин жита від збудників бактеріальних хвороб.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Onaga, G.; Wydra, K. Advances in plant tolerance to abiotic stresses. In *Plant Genomics*; BoD: Norderstedt, Germany, 2016; pp. 229–272.
2. González-Lamothe, R.; Mitchell, G.; Gattuso, M.; Diarra, M.S.; Malouin, F.; Bouarab, K. Plant Antimicrobial Agents and Their Effects on Plant and Human Pathogens. *Int. J. Mol. Sci.* **2009**, *10*, 3400–3419.
3. Gull, A.; Lone, A.A.; Wani, N.U.I. Biotic and abiotic stresses in plants. In *Abiotic and Biotic Stress in Plants*; De Oliveira, A.B., Ed.; IntechOpen: London, UK, 2019; pp. 1–6.
4. Isah, T. Stress and Defense Responses in Plant Secondary Metabolites Production. *Biol. Res.* **2019**, *52*, 39.
5. Hong, J.; Yang, L.; Zhang, D.; Shi, J. Plant Metabolomics: An Indispensable System Biology Tool for Plant Science. *Int. J. Mol. Sci.* **2016**, *17*, 767.
6. Castro-Moretti, F.R.; Gentzel, I.N.; Mackey, D.; Alonso, A.P. Metabolomics as an Emerging Tool for the Study of Plant–Pathogen Interactions. *Metabolites* **2020**, *10*, 52.
7. Fraire-Velázquez, S.; Balderas-Hernández, V.E. Abiotic stress in plants and metabolic responses. In *Abiotic Stress—Plant Responses and Applications in Agriculture*; Vahdati, K., Leslie, C., Eds.; InTechOpen: Rijeka, Croatia, 2013; pp. 25–48.
8. Jorge, T.F.; Mata, A.T.; António, C. Mass Spectrometry as a Quantitative Tool in Plant Metabolomics. *Philos. Trans. R. Soc. A* **2016**, *374*, 20150370.
9. Mazid, M.; Khan, T.A.; Mohammad, F. Role of Secondary Metabolites in Defense Mechanisms of Plants. *Biol. Med.* **2011**, *3*, 232–249.
10. Arruda, R.L.; Paz, A.T.S.; Bara, M.T.F.; Côrtes, M.V.D.C.B.; Filippi, M.C.C.D.; Conceição, E.C.D. An Approach on Phytoalexins: Function, Characterization and Biosynthesis in Plants of the Family *Poaceae*. *Ciênc. Rural* **2016**, *46*, 1206–1216.

11. Wani, S.H.; Kumar, V.; Shriram, V.; Sah, S.K. Phytohormones and Their Metabolic Engineering for Abiotic Stress Tolerance in Crop Plants. *Crop J.* **2016**, *4*, 162–176.
12. Saini, P.; Gani, M.; Saini, P.; Bhat, J.A.; Francies, R.M.; Negi, N.; Chauhan, S.S. Molecular breeding for resistance to economically important diseases of fodder oat. In *Disease Resistance in Crop Plants*; Wani, S., Ed.; Springer: Cham, Switzerland, 2019; pp. 199–239.
13. Belobrajdic, D.P.; Bird, A.R. The Potential Role of Phytochemicals in Wholegrain Cereals for the Prevention of Type-2 Diabetes. *Nutr. J.* **2013**, *12*, 62.
14. Sang, S.; Chu, Y. Whole Grain Oats, more than just a Fiber: Role of Unique Phytochemicals. *Mol. Nutr. Food Res.* **2017**, *61*, 1600715.
15. Dutta, B.; Gitaitis, R.; Agarwal, G.; Coutinho, T.; Langston, D. *Pseudomonas coronafaciens* sp. nov., a New Phytobacterial Species Diverse from *Pseudomonas syringae*. *PLoS ONE* **2018**, *13*, e0208271.
16. Elliott, C. Halo Blight of Oats. *J. Agric. Res.* **1990**, *19*, 72–139.
17. Wilkie, J.P. Halo Blight of Oats in New Zealand. *J. Agric. Res.* **1992**, *15*, 461–468.
18. Harder, D.E.; Harris, D.C. Halo Blight of Oats in Kenya. *East Afric. Agric. For. J.* **1993**, *38*, 241–245.
19. Kim, Y.C. First Report of Oat Halo Blight Caused by *Pseudomonas coronafaciens* in South Korea. *Plant Dis.* **2020**, *104*, 1853.
20. Persson, P.; Sletten, A. Halo blight of oats in Scandinavia. In *Plant Pathogenic Bacteria*; De Boer, S.H., Ed.; Springer: Dordrecht, The Netherlands, 2001; pp. 265–268.
21. Martinelli, J.A. Major Diseases on Oats in South America. In Proceedings of the Sixth International Oat Conference, Lincoln University, Canterbury, New Zealand, 13–16 November 2000; Volume 6, pp. 277–283.
22. Lamichhane, J.R.; Varvaro, L.; Parisi, L.; Audergon, J.M.; Morris, C.E. Disease and Frost Damage of Woody Plants Caused by *Pseudomonas syringae*: Seeing the Forest for the Trees. *Adv. Agron.* **2014**, *26*, 235–295.

23. Jones, J.D.; Dangl, J.L. The Plant Immune System. *Nature* **2006**, *444*, 323–329
24. Pretorius, C.J.; Tugizimana, F.; Steenkamp, P.A.; Piater, L.A.; Dubery, I.A. Plant Metabolomics for Biomarker Discovery: Key Signatory Metabolic Profiles for the Identification and Discrimination of Oat Cultivars. *Metabolites* **2021**, *11*, 165.
25. Gorash, A.; Armonienė, R.; Mitchell Fetch, J.; Liatukas, Ž.; Danytė, V. Aspects in Oat Breeding: Nutrition Quality, Nakedness and Disease Resistance, Challenges and Perspectives. *Ann. Appl. Biol.* **2017**, *171*, 281–302.
26. Kumar, R.; Bohra, A.; Pandey, A.K.; Pandey, M.K.; Kumar, A. Metabolomics for Plant Improvement: Status and Prospects. *Front. Plant Sci.* **2017**, *8*, 1302.
27. Tekauz, A. A Numerical Scale to Classify Reactions of Barley to *Pyrenophora teres*. *Can. J. Plant Pathol.* **1985**, *7*, 181–183.
28. An, J.H.; Noh, Y.H.; Kim, Y.E.; Lee, H.I.; Cha, J.S. Development of PCR and TaqMan PCR Assays to Detect *Pseudomonas coronafaciens*, a Causal Agent of Halo Blight of Oats. *Plant Pathol. J.* **2015**, *31*, 25.
29. Н.В. Пінчук, Т.О. Буткалюк, П.М. Вергелес; Т.М. Коваленко Загальна фітопатологія: методичні вказівки для виконання практичних робіт студентами агрономічного факультету денної та заочної форми навчання галузі знань: 20 «Аграрні науки та продовольство» спеціальності: 201 «Агрономія» освітнього ступеня «Бакалавр». Вінницький національний аграрний університет. Вінниця: ВНАУ, 2018. 51 с.
30. Barta, T.M.; Willis, D.K. Biological and Molecular Evidence that *Pseudomonas syringae* pathovars *coronafaciens*, *striaefaciens* and *garcae* are likely the same pathovar. *J. Phytopathol.* **2005**, *153*, 492–499
31. Maraite, H.; Weyns, J. *Pseudomonas syringae* pv. *aptata* and pv. *atrofaciens*, Specific Pathovars or Members of pv. *syringae*? In *Pseudomonas Syringae Pathovars and Related Pathogens*; Rudolph, K., Burr, T.J., Mansfield,

J.W., Stead, D., Vivian, A., von Kietzell, J., Eds.; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2007; pp. 515–520.

32. Piao Yang, Lijing Zhao, Yu Gary Gao, Ye Xia, Detection, Diagnosis, and Preventive Management of the Bacterial Plant Pathogen *Pseudomonas syringae*, Plants, 10.3390/plants12091765, **12**, 9, (1765), (2023).

33. Stead, D.E.; Hennessy, J.; Elphinstone, J.G.; Wilson, J.K. Modern methods for classification of plant pathogenic bacteria including *Pseudomonas syringae*. *Dev. Plant Pathol.* **1997**, *9*, 427–434.

34. Iličić, R.; Balaž, J.; Stojšin, V.; Jošić, D. Characterization of *Pseudomonas syringae* pathovars from different sweet cherry cultivars by RAPD analysis. *Genetika* **2016**, *48*, 285–295.

35. Butsenko, L.; Pasichnyk, L.; Kolomiets, Y.; Kalinichenko, T. The Effect of Pesticides on the Tomato Bacterial Speck Disease Pathogen *Pseudomonas Syringae* pv. *Tomato*. *Appl. Sci.* **2020**, *10*, 3263.

36. Kolomiets, Y.; Grygoryluk, I.; Butsenko, L.; Kalinichenko, A. Biotechnological control methods against phytopathogenic bacteria in tomatoes. *Appl. Ecol. Environ. Res.* **2019**, *17*, 3215–3230.