

ОЦІНКА СОРТОВОЇ СТІЙКОСТІ ГОРОХУ ПІДЗИМНЬОГО СТРОКУ СІВБИ ДО ЗБУДНИКІВ КОРЕНЕВИХ ГНИЛЕЙ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

КРИВЕНКО А.І. – доктор сільськогосподарських наук, професор
orcid.org/0000-0002-2133-3010
Одеський державний аграрний університет
УСОВ Р.М. – аспірант
orcid.org/0009-0003-2282-7025
Одеський державний аграрний університет

Постановка проблеми. Горох (*Pisum sativum* L.) є однією з провідних зернобобових культур України, що має важливе продовольче, кормове та агроекологічне значення. У структурі посівних площ Лісостепу України ця культура займає вагоме місце, забезпечуючи господарства високобілковою сировиною та відіграючи суттєву роль у біологізації землеробства завдяки здатності до азотофіксації. Водночас реалізація продуктивного потенціалу сортів гороху, значною мірою, обмежується поширенням комплексу ґрунтових фітопатогенів, зокрема збудників кореневих гнилей.

Кореневі гнилі є одними з найпоширеніших і найшкідливіших хвороб гороху як в Україні, так і за її межами. Ураження рослин у фазі сходів становить 13–45%, у фазі цвітіння – 33–80%, призводить до втрати врожаю, що можуть досягати 30–50% і більше, залежно від погодних умов та рівня розвитку хвороби. За даними досліджень, коефіцієнт шкідливості фузаріозної кореневої гнилі в умовах Лісостепу України, перевищує 60%, що супроводжується істотним зниженням маси насіння, маси 1000 насінин та погіршенням його посівних і технологічних якостей. Ураження кореневої системи патогенами, призводить до порушення водного та мінерального живлення рослин, змін у перебігу фізіологічного-біохімічних процесів, зменшення фотосинтетичної активності та, як наслідок, до недобору врожаю [1].

Етіологічна структура кореневих гнилей гороху є складною і представлена переважно грибами родів *Fusarium*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, а за умов надмірного зволоження – *Aphanomyces euteiches*. Тривале збереження інфекції в ґрунті у вигляді міцелію, хламідіоспор, склероціїв та уражених рослинних решток ускладнює контроль захворювання. Ефективність хімічних та агротехнічних заходів захисту є обмеженою, а їх застосування не завжди забезпечує стабільний фітосанітарний ефект, особливо за повторного вирощування зернобобових культур у сівозміні [1].

Особливої актуальності проблема, набуває за впровадження підзимніх строків сівби гороху. Осіння сівба, дозволяє раціональніше використовувати ґрунтову вологу, уникати весняних посух і формувати вищий рівень урожайності, однак супроводжується зміною умов перезимівлі, температурного та вологісного режимів ґрунту, що може впливати

на інтенсивність розвитку ґрунтової інфекції. Низькі температури в осінньо-зимовий період, тривале перебування насіння і проростків у ґрунті, а також підвищена вологість створюють передумови для посилення ураження рослин збудниками кореневих гнилей на ранніх етапах органогенезу.

У зв'язку з цим, зростає значення створення та добору сортів, адаптованих до підзимнього строку сівби й одночасно стійких до комплексу збудників кореневих гнилей. Сортова стійкість є найбільш економічно доцільним і екологічно безпечним елементом інтегрованого захисту рослин, що дозволяє зменшити інфекційне навантаження, підвищити стабільність агроценозів та забезпечити формування високоякісного врожаю без надмірного застосування пестицидів.

Проте питання оцінки сортової стійкості гороху підзимнього строку сівби до збудників кореневих гнилей в умовах Лісостепу України залишаються недостатньо вивченими, що зумовлює необхідність проведення комплексних фітопатологічних досліджень із урахуванням регіональних ґрунтово-кліматичних особливостей та видового складу патогенів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сучасних наукових дослідженнях проблема кореневих гнилей гороху, набула особливої актуальності у зв'язку з їх широким поширенням у різних агрокліматичних зонах світу – зокрема в країнах Європи, Північної Америки та Азії – та значними втратами врожаю, спричиненими комплексом ґрунтових патогенів (*Fusarium* spp., *Aphanomyces euteiches*, *Pythium* spp., *Didymella pinodella* тощо). За даними сучасних міжнародних досліджень, ураження *Aphanomyces euteiches* може зумовлювати суттєве зниження продуктивності культури навіть за відсутності виражених надземних симптомів [2, 3].

Однією з провідних тенденцій останніх років є застосування сучасних молекулярних і геномних технологій для ідентифікації генів та локусів, що визначають часткову стійкість до кореневих гнилей у гороху. Так, у дослідженні, опублікованому у 2024 році, за допомогою транскриптомного аналізу було виявлено 39 генів-кандидатів, які можуть бути залучені до імунної відповіді рослин на інфекцію *Aphanomyces euteiches*, одному з найагресивніших збудників кореневої гнилі. Ці гени асоційовані зі шляхами сигналізації жовчної та абсцизової кислот і включають рецептор-кіназу з LRR-доменною

структурою, що може бути перспективною мішенню для селекції стійких генотипів [4].

Крім того, генетичне картографування кількісних ознак (QTL) показало, що стійкість до *Aphanomyces euteiches* є полігенним ознакою, з ключовими локусами, що локалізуються на декількох хромосомах, включно з хромосомою 4 та іншими регіонами геному гороху [3, 4].

Ще одне генетичне дослідження, що з'явилося у 2025 році, застосовує асоціативну генетику та GWAS-методи для виявлення маркерів, пов'язаних із стійкістю до корневих гнилей. Ці результати, підкреслюють складну генетичну природу ознаки та потенціал використання маркерів у селекційних програмах для прискорення добору стійких сортів [5].

Однією з актуальних тенденцій є впровадження високопродуктивних технологій фенотипування для раннього виявлення корневих гнилей. Так, дослідження останніх років продемонстрували можливість використання гіперспектральної візуалізації для ранньої діагностики *Aphanomyces* у рослин гороху ще до появи явних симптомів, що має важливе значення для швидкої оцінки реакції генотипів на інфекцію та підвищення ефективності селекційних відборів [5].

Сучасні дослідження дедалі більше акцентують увагу на ролі кореневої мікробіоти у формуванні стійкості рослин. Встановлено, що різні генотипи гороху по-різному модулюють склад ризосферних мікробних спільнот під час інфекції, а окремі таксони корелюють із підвищеною толерантністю до патогенів [4].

Такі результати свідчать про перспективність мікробіом-орієнтованих підходів у селекції та інтегрованому захисті рослин, що поєднують генетичні та біологічні механізми стійкості

Польові та лабораторні дослідження у Франції виявили, що новий патоген *Didymella pinodella* може відігравати важливу роль у комплексі корневих гнилей гороху, і більшість сучасних сортів є сприйнятливими до цього збудника. Ці дані, підкреслюють необхідність розширення спектра оцінки стійкості сортів не лише до класичних збудників (*Fusarium*, *Aphanomyces*, *Pythium*), але й до нових патогенів, що з'являються у посівах [3].

У лабораторних оцінках 2024-2025 років, було виділено 15 ізолятів *Fusarium* з високою агресивністю та оцінено 66 зразків гороху за стійкістю до фузаріозної кореневої гнилі, що дало змогу виявити окремі резистентні генотипи, придатні для подальшого використання у селекції [2].

Практичні агрономічні дослідження в Північній Америці 2025 р. підтверджують, що інтегроване управління – комбінація вибору стійких сортів, оптимальних строків посіву, обробки насіння фунгіцидами та сівозміни – підвищує ефективність протидії корневим гнилям. Ці стратегії забезпечують значне зменшення втрат врожаю, що підкреслює важливість поєднання генетичних і агротехнічних заходів [6].

Аналіз сучасної літератури показує динамічний розвиток досліджень у сфері корневих гнилей гороху, з особливим акцентом на генетичну основу

стійкості, нові підходи до фенотипування та молекулярної діагностики, а також на інтегровані управлінські стратегії. Попри значний прогрес, питання адаптації сортів до конкретних умов підзимних строків посіву, а також їх стійкості до різноманітного комплексу ґрунтових патогенів у контексті Лісостепу України потребують подальшого поглибленого вивчення.

Метою статті є комплексна оцінка сортової стійкості гороху підзимнього строку сівби до збудників корневих гнилей в умовах Лісостепу України, встановлення рівня ураження рослин залежно від генотипу та визначення перспективних сортів як джерел підвищеної резистентності для використання в селекційних програмах і технологіях інтегрованого захисту культури.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили упродовж 2023–2025 рр. в умовах ТОВ «СИЛКАТ-1» Черкаської області (зона Правобережного Лісостепу України), а також у лабораторії з рослинної діагностики та насінневої експертизи Агробіотехного факультету Одеського державного аграрного університету.

Об'єктом досліджень були посіви гороху підзимового строку сівби, а також збудники корневих гнилей (*Fusarium* spp., *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani*, *Aphanomyces euteiches*). У лабораторних дослідженнях вивчали насіння сортів Мороз, Ендуро, Балтрап і ФЕРО.

Поширеність і розвиток корневих гнилей, шкідливість та порогові значення шкодочинності визначали за загальноприйнятими фітопатологічними методиками шляхом маршрутних обстежень посівів у фазах сходів і цвітіння. Зразки відбирали по діагоналі поля у 20 точках, у кожній з яких аналізували по 10 рослин. Після промивання кореневої системи оцінювали ступінь ураження за чотирибальною шкалою (0–4 бали).

Оцінку ураженості модельних рослин проводили кожні 10 днів після сівби. Показники розвитку хвороби співставляли з гідротермічними умовами: сумою ефективних температур ґрунту й повітря (вище +5 °C), середньодобовою температурою ґрунту на глибині 0–10 см, кількістю опадів та вологістю ґрунту (%). На основі отриманих даних побудовано кореляційно-регресійні моделі прогнозування розвитку корневих гнилей.

Виділення патогенів із уражених рослин, здійснювали на поживних середовищах із подальшим виділенням чистих культур. Ідентифікацію грибів проводили за морфолого-культуральними ознаками відповідно до класичних мікологічних визначників. Патогенні властивості ізолятів перевіряли методом штучного зараження.

Для оцінки патогенності видів *Fusarium* використовували стерильний ґрунт, зволожений до 60% повної вологоємності та простерилізований протягом 2 годин під тиском 2 атм. У кожную посудину (5 кг ґрунту) вносили по 200 мг міцеліальної маси гриба, вирощеного на стерильному зерні вівса. Висівали по 10 продезінфікованих (0,5% розчин перманганату калію, 20 хв) насінин. Ступінь ураження визначали на 10-й день після появи сходів.

Вплив строків сівби на розвиток хвороби вивчали шляхом висівання насіння районowanego сорту Мороз у три строки з інтервалом 10 днів. Площа облікової ділянки – 10 м², повторність – чотириразова. Норма висіву – 1,4 млн насінин/га, міжряддя – 15 см.

Стійкість сортів оцінювали на природному та штучному інфекційних фонах шляхом внесення інкулюму (70 г на 2 м рядка) перед сівбою. Визначали поширеність, розвиток хвороби, біометричні показники та елементи структури врожаю.

Експериментальні дані аналізували із застосуванням сучасних комп'ютерних статистичних пакетів R (версія 4.x), Python (SciPy, StatsModels), SPSS 26 та Statistica 13. Розраховували середні значення, похибки, коефіцієнти кореляції та рівняння лінійної регресії для прогнозування розвитку хвороби.

Результати досліджень Дослідження поширення корневих гнилей гороху, має важливе економічне значення для розробки ефективних заходів захисту культури. В Україні ураження гороху корневими гнилями спостерігається щороку: від 13 до 45% рослин страждають у фазі сходів, а від 33 до 80% – у період цвітіння [7, 8]. Літературні дані свідчать, що хвороба проявляється вже на стадії появи сходів і поступово посилюється до завершення вегетації. Поширеність і інтенсивність ураження залежать від погодних умов, ґрунтових характеристик, сорту гороху, видової належності та патогенності збудників.

Протягом 2024–2025 рр. було проведено обстеження посівів гороху підзимнього строку сівби в умовах ТОВ «СІЛКАТ-1» Черкаської області. Аналіз результатів досліджень показав, що кореневі гнилі негативно впливають на морфологічні показники рослин гороху, причому інтенсивність ураження безпосередньо корелює зі зниженням ростових і продуктивних параметрів культури. Встановлено, що коренева гниль вражає кореневу шийку та нижню частину стебла і у подальшому проявляється на етапі проростків насіння та може призводити до загибелі сходів, ще до їх появи на поверхні ґрунту. Так, у результаті наших досліджень, встановлено, що на сорті Мороз висота стебла рослин зменшувалася зі збільшенням ступеня ураження корневими гнилями від 66,2 см у здорових рослин до 50,0 см при максимальному ураженні (4 бали). Різниця між ступенями ураження 0–1 (8,2 см) перевищує НІР₀₅ (6,6 см), що свідчить про статистично достовірне пригнічення росту стебла вже при першому

ступені ураження. Аналогічно, відмінності між 0–2 та 0–3 бали також є достовірними.

Довжина кореня з масою та об'єм бульбочок зменшується від 15,8 см до 10,7 см у рослин із максимальним ураженням. Помітне скорочення кореневої системи вже при 2–3 балах ураження (13,8–11,8 см), вказує на критичний вплив патогенів на формування кореневої маси, що безпосередньо знижує здатність рослин до поглинання води та поживних речовин (табл. 1).

Маса стебла та кореня також істотно знижувалася у міру підвищення ступеня ураження. Так, маса стебла зменшилася від 18,1 г у здорових рослин до 7,6 г при 4 балах ураження, що перевищує НІР₀₅ (1,8 г) і свідчить про значне пригнічення вегетативної маси рослин. Маса кореня зменшувалася від 3,7 г до 1,7 г. Досліджено, що відмінності між здоровими рослинами та 3–4 балами ураження, перевищують НІР₀₅ (0,37 г) та підтверджують істотне порушення розвитку кореневої системи при сильному розвитку хвороби.

Таким чином, отримані дані підкреслюють, необхідність впровадження інтегрованих заходів захисту гороху від корневих гнилей, що включають не лише хімічні методи, такі як обробка насіння фунгіцидами, але й агротехнічні заходи: оптимізацію сівозміни, дотримання строків та технології посіву, а також використання стійких сортів у селекційних програмах. Отримані результати, дозволяють не тільки оцінити шкодочинність корневих гнилей, але й прогнозувати зниження продуктивності рослин залежно від ступеня ураження, що має важливе практичне значення для підвищення ефективності виробництва гороху.

За результатами розрахунків, встановлено тісний зворотний кореляційний зв'язок між ступенем ураження корневими гнилями та біометричними показниками рослин сорту Мороз: висота стебла: $r = -0,961$; довжина кореня: $r = -0,991$; маса стебла: $r = -0,933$ та маса кореня: $r = -0,953$. Ці значення свідчать про сильну негативну залежність, тобто зі збільшенням балу ураження всі показники суттєво знижуються (рис. 1.).

Графік наочно демонструє, що особливо критично страждають коренева система та маса стебла при 3–4 балах ураження, тоді як при слабкому ураженні (1–2 бали) відбувається поступове зменшення висоти стебла та маси. Це підтверджує високу шкодочинність корневих гнилей для озимого гороху та необхідність превентивних заходів захисту.

Таблиця 1 – Вплив ураження гороху корневими гнилями на біометричні показники рослин (Мороз, ТОВ «СІЛКАТ – 1», 2024–2025 рр.)

Біометричні показники	Бал ураження					НІР ₀₅
	0	1	2	3	4	
Висота стебла, см	66,2	58,0	56,0	53,5	50,0	6,6
Довжина кореня, см	15,8	14,9	13,8	11,8	10,7	1,6
Маса стебла, г	18,1	16,5	14,8	13,8	7,6	1,8
Маса кореня, г	3,7	3,4	3,1	1,8	1,7	0,37

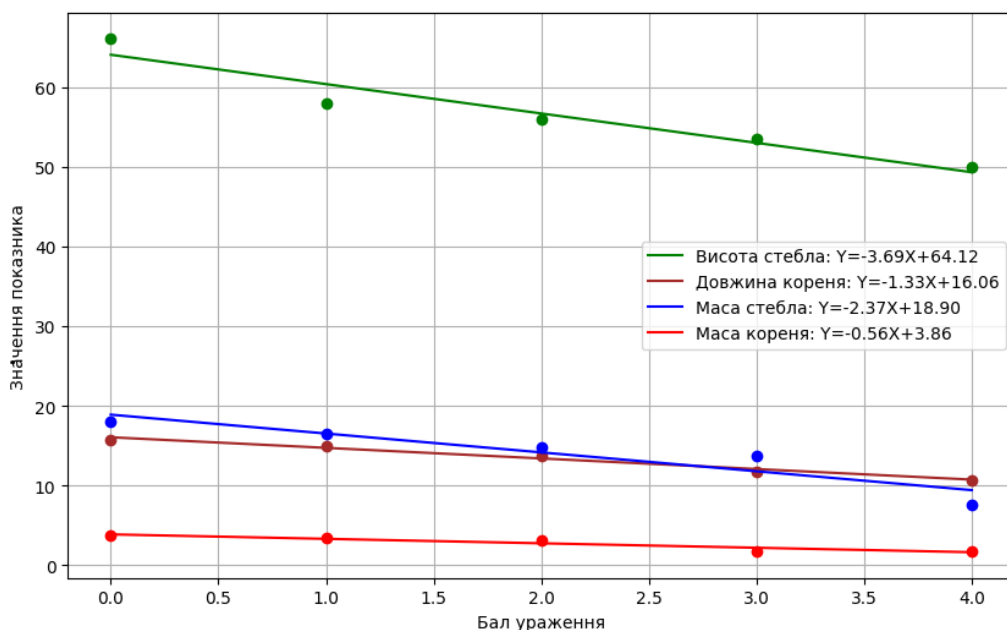


Рис. 1. Регресійний аналіз залежності біометричних показників гороху сорту Мороз від ураження кореневими гнилями

Всі біометричні показники рослин, мають сильну зворотну кореляційну залежність зі ступенем ураження (г від $-0,933$ до $-0,991$). Найбільш критично це відображається на показниках довжини кореня та маси стебла, особливо при сильному ураженні (3–4 бали), що може істотно знижувати врожайність. Навіть при помірному ураженні (1–2 бали), спостерігається достовірне зменшення ростових показників, що свідчить про високу шкодочинність кореневих гнилей на рослинах.

Отримані результати, дозволяють кількісно прогнозувати втрати продуктивності рослин у залежності від інтенсивності розвитку хвороби, що є важливим для розробки системи превентивного захисту та селекційної роботи з підвищення стійкості сортів. Ураження гороху кореневими гнилями, статистично достовірно знижує всі основні морфофізіологічні показники рослин гороху підзимнього строку сівби.

З огляду на сучасні вимоги щодо підвищення продуктивності та стійкості зернових бобових культур, було проведено комплексне обстеження посівів гороху підзимнього строку сівби сортів Мороз, Ендуро, Балтрап, Балкан та Фєро. Метою дослідження, було визначення динаміки поширення та розвитку кореневих гнилей на різних етапах онтогенезу рослин, що дозволяє оцінити їх сортову стійкість та прогнозувати потенційні втрати урожаю.

Поширення і розвиток кореневих гнилей, оцінювали на етапах сходів та цвітіння, що відображає ключові фази формування продуктивності. Результати показали, що всі сорти зазнають значного впливу патогенів у міру росту рослин, однак відзначаються різні рівні стійкості в ранній та пізній фазах розвитку (рис. 2).

Поширення хвороби на сходках сорту Мороз сягав $40,3\%$, при цьому розвиток патогену ста-

новив $18,6\%$, що свідчить про помірну початкову уразливість. На етапі цвітіння поширення досягло $98,0\%$, а розвиток хвороби зріс до $44,7\%$, що свідчить про значний прогрес патології в процесі генеративного розвитку рослин.

Сорт Ендуро проявив найнижчий рівень ураженості на сходках серед досліджуваних сортів – $33,6\%$, з розвитком хвороби $11,6\%$, що свідчить про відносно високий початковий імунітет. Однак, у фазі цвітіння поширення хвороби збільшилось до $97,4\%$, а розвиток – до $46,6\%$, демонструючи, що під час активного росту рослин, патоген значно впливає на продуктивність.

Високий рівень поширення хвороби на сходках мав сорт Балтрап – $54,8\%$, а розвиток кореневих гнилей становив $34,5\%$, що свідчить про високу початкову ураженість. На етапі цвітіння поширення досягло 100% , а розвиток підвищився до $59,8\%$, підкреслюючи значний інфекційний тиск та потенційну загрозу втрат урожаю без застосування ефективних заходів захисту.

На сорті Балкан поширення кореневих гнилей на сходках, становило близько $37,7\%$, а розвиток патогену – $15,6\%$, що свідчить про відносну початкову стійкість. У фазі цвітіння поширення зросло до $98,5\%$, а розвиток – до $41,9\%$, демонструючи середню стійкість у ранніх фазах росту та підвищену сприйнятливість у фазі інтенсивного розвитку рослин.

Сорт Фєро мав на сходках поширення кореневих гнилей $49,8\%$, а розвитком – $24,9\%$, що вказує на середній рівень початкової стійкості. У фазі цвітіння поширення досягло 100% , розвиток хвороби сягав до $56,9\%$, що характеризує цей сорт, як сприйнятливий до патогенів у період активного формування генеративних органів.

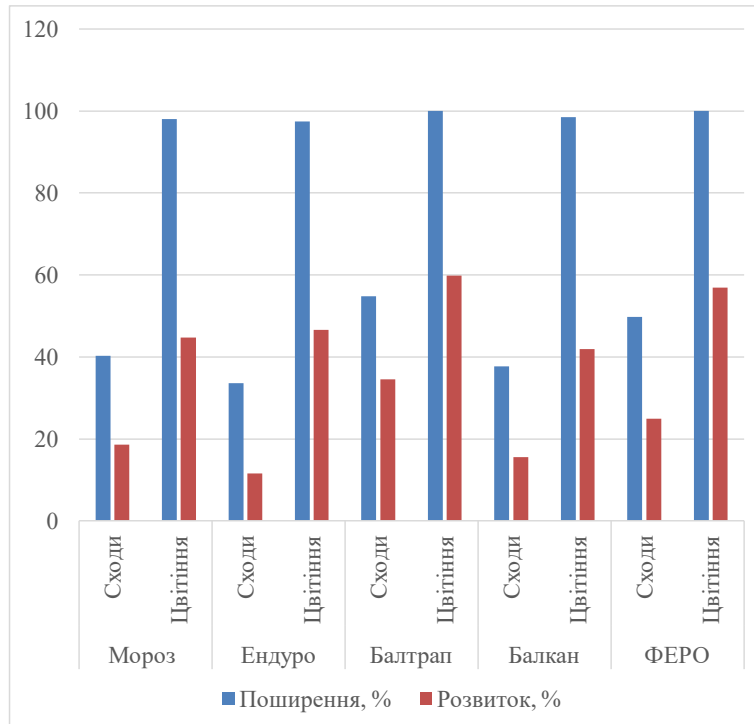


Рис. 2. Поширення кореневих гнилей на сортах гороху підзимнього строку сівби в умовах ТОВ «СИЛІКАТ-1» Черкаської області, середнє 2023 – 2025 рр.

Аналіз проведених досліджень свідчить, що всі сорти підзимнього строку сівби, зазнають суттєвого інфекційного тиску в період цвітіння, однак на етапі сходів відносно стійкішими виявились Ендуро та Балкан. Ці результати, підкреслюють важливість врахування сортових особливостей при підборі посівного матеріалу для підзимнього посіву та плануванні інтегрованих заходів захисту рослин. Своєчасне застосування агротехнічних та хімічних методів контролю кореневих гнилей, дозволяє мінімізувати втрати врожаю та забезпечити високу продуктивність сорту

Детальний аналіз отриманих даних показав, що серед досліджуваних сортів не виявлено повністю стійких до збудників кореневих гнилей. Усі сорти, незалежно від їх генетичних особливостей, у тій чи іншій мірі піддавалися ураженню хоча б одним патогеном. Це свідчить, про відсутність донорів стійкості серед районуваних сортів гороху ТОВ «СИЛІКАТ-1» Черкаської області та підкреслює необхідність пошуку нових джерел імунітету.

На основі отриманих результатів, доцільно рекомендувати подальший пошук генетичних ресурсів стійкості у інших сортах або видах роду *Pisum*, які можна використовувати в селекційних програмах. Інтеграція таких генів у селекційний процес, дозволить підвищити рівень імунітету гороху до збудників, що у свою чергу, сприятиме підвищенню продуктивності культури та стабільності врожаю в умовах високого інфекційного тиску.

Через небезпеку, яку становлять кореневі гнилі гороху, виникає потреба у розробці заходів для запобігання їх розвитку. Найбільш екологічно без-

печним і економічно вигідним способом протидії цій хворобі, є впровадження у виробництво стійких сортів.

Проте значна мінливість погодних умов та різний інфекційний фон, ускладнюють можливість практичного застосування отриманих результатів досліджень в умовах України. У зв'язку з цим, протягом двох років ми вивчали стійкість районуваних і перспективних сортів гороху до кореневих гнилей.

Дослідження урожайності зерна гороху різних сортів, проведені у ТОВ «СИЛІКАТ-1» Черкаської області протягом 2024–2025 рр., показали, що продуктивність рослин значною мірою, залежала від рівня ураження збудниками хвороб. При цьому, сорти з більшою стійкістю до захворювань формували вищу врожайність, більше бобів і насінин на рослину та мали крупніше насіння, що свідчить про їх високий потенціал генеративного розвитку (табл. 2).

Серед досліджуваних сортів, найвищу продуктивність продемонстрували Балкан, Ендуро та Мороз, які характеризувались оптимальним співвідношенням кількості бобів, насінин та маси 1000 насінин. Урожайність цих сортів становила від 2,96 до 3,32 т/га, що перевищує врожайність менш продуктивних сортів Балтрап та Фєро (2,81–2,94 т/га) на 0,15–0,51 т/га, підтверджуючи їх продуктивну перевагу в умовах Черкаської області.

Особливу увагу, слід звернути на кількість насінин з однієї рослини, яка у сортів Балкан і Ендуро досягала 271–274 шт., що на 6–10 шт. перевищує менш продуктивні сорти. Крім того, маса 1000 насінин у цих сортів була більшою на 6–16 г у порівнянні

Таблиця 2 – Показники урожайності гороху різних сортів ТОВ «СИЛІКАТ-1» Черкаської області, Середнє 2024–2025 рр.)

Сорт	Кількість бобів з рослини, шт.	Кількість насінин з рослини, шт.	Маса 1000 насінин, г.	Урожайність, ц/га
Мороз (ст)	7,6	22,5	266,4	2,96
Ендуро	7,8	23,8	271,8	3,26
Балтрап	6,8	22,1	258,3	2,81
Балкан	8,1	24,3	274,8	3,32
Феро	6,9	22,6	262,4	2,94

з Балтрап та Феро, що свідчить про формування крупного, щільного та якісного насіння, придатного для посіву та переробки.

Результати аналізу показав, що сорти з високою врожайністю та великою масою насінин, відзначались найменшою сприйнятливістю до захворювань, що підтверджує наявність прямого зв'язку між стійкістю до хвороб і продуктивністю рослин. Це є важливим критерієм для селекційної роботи, підбору високопродуктивних сортів і вдосконалення технологій вирощування.

Таким чином, Балкан, Ендуро та Мороз, можуть бути рекомендовані для широкого вирощування у регіонах із подібними агрокліматичними умовами завдяки поєднанню високої врожайності, стійкості до хвороб та високої якості насіння. Сорти Балтрап та Феро також можуть використовуватись у виробництві, але з урахуванням їх нижчого потенціалу продуктивності та дещо більшої сприйнятливості до захворювань.

Висновки. Проведені дослідження показали, що ураження кореневими гнилями є одним із ключових чинників, що обмежує продуктивний потенціал гороху підзимнього строку сівби в умовах Лісостепу України. Встановлено, що інтенсивність розвитку хвороби, зростає у міру росту рослин: на сходах поширення патогенів коливалось від 33,6 до 54,8 %, а на фазі цвітіння – від 97,4 до 100 %. Розвиток хвороби на сходах складав 11,6–34,5 %, тоді як у фазі цвітіння він підвищувався до 41,9–59,8 %.

Аналіз сортової стійкості показав, що серед досліджуваних сортів відносно стійкими на ранніх етапах росту були Ендуро та Балкан, тоді як сорти Балтрап та Феро проявили високий рівень початкової уразливості. Сорт Мороз, характеризувався помірною стійкістю на сходах, однак на етапі цвітіння, показав значне підвищення інтенсивності ураження.

Дослідження урожайності показали прямий взаємозв'язок між стійкістю сортів до корневих гнилей та продуктивністю. Найвищі показники врожайності за середніх гідротермічних умов Черкаської області продемонстрували сорти Балкан (3,32 т/га), Ендуро (3,26 т/га) та Мороз (2,96 т/га). Вони формували більшу кількість бобів і насінин на рослину, а також крупніше насіння (маса 1000 насінин – 266–275 г), що свідчить про високий потенціал генеративного розвитку та якість насіння. Менш продуктивні сорти Балтрап (2,81 т/га) та Феро (2,94 т/га), мали нижчі значення продуктивних ознак і більш високу сприйнятливість до хвороб. На основі

отриманих результатів, можна рекомендувати сорти Балкан, Ендуро та Мороз для широкого вирощування у Лісостепу України завдяки оптимальному поєднанню високої врожайності, стійкості до корневих гнилей та високої якості насіння. Сорти Балтрап та Феро, можуть застосовуватися за умов контролю інфекційного тиску та удосконалення агротехнічних заходів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Мороз Є. О., Поспелова Г. Д., Коваленко Н. П. Захист гороху від корневих гнилей фузаріозної етіології. *Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування* : матеріали міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. Полтава : ПДАУ, 2024. С. 75–77.
2. Kälın C., Piombo E., Bourras S. et al. Transcriptional analysis identifies candidate genes for Aphanomyces root rot resistance in pea. *BMC Plant Biology*. 2024. Vol. 24. P. 18.
3. Ariza-Suarez D., Wille L., Hohmann P. et al. Association genetics and genomic prediction for resistance to root rot in pea. *BMC Plant Biology*. 2025. Vol. 26(1) P. 131. doi: 10.1186/s12870-025-07803-0.
4. Rodriguez-Mena S., Rubiales D., González M. Identification of sources of resistance to Aphanomyces root rot in Pisum. *Plants*. 2024. Vol. 13(17). P. 2454.
5. Chatterton S., Singh K. D. High-throughput imaging system for early detection of root rot disease in field peas (*Pisum sativum* L.). *Agriculture and Agri-Food Canada Research Report*. 2025. 14 p.
6. Suzuki T., Kitazawa Y., Motohashi T. et al. First report of bacterial brown root rot in pea sprouts (*Pisum sativum* L.) caused by a *Pseudomonas* species. *Journal of General Plant Pathology*. 2023. Vol. 89. P. 347–351.
7. Головне управління аграрної освіти МОН України. Кореневі гнилі гороху: поширення, збудники, шкідливість : навч.-метод. посіб. 2024. С. 12–15.
8. Державна служба України з питань безпеки харчових продуктів. Прогноз фітосанітарного стану на 2021 рік : метод. рек. Київ, 2021. С. 3–6.

REFERENCES:

1. Moroz, Ye. O., Pospelova, H. D., & Kovalenko, N. P. (2024). Zakhyst horokhu vid korenevyykh hnylei fuzarioznoi etiologii [Protection of peas from root rot of fusarium etiology]. *Urozhainist ta yakist produktsii roslynnytstva za suchasnykh tekhnologii vyroshchuvannia* : materialy mizhnar. nauk.-prakt. internet-konf. Poltava : PDAU, 75–77 [in Ukrainian].

2. Kälin, C., Piombo, E., & Bourras, S. (2024). Transcriptomic analysis identifies candidate genes for Aphanomyces root rot resistance in pea. *BMC Plant Biology*, 24(144), 18.

3. Ariza-Suarez, D., Wille, L., & Hohmann, P. (2025). Association genetics and genomic prediction for resistance to root rot in pea. *BMC Plant Biology*, 26(1), 131. doi: 10.1186/s12870-025-07803-0.

4. Rodriguez-Mena, S., Rubiales, D., & González, M. (2024). Identification of sources of resistance to Aphanomyces root rot in Pisum. *Plants*, 13(17), 2454.

5. Chatterton, S., & Singh, K.D. (2025). High-throughput imaging system for early detection of root rot disease in field peas (*Pisum sativum* L.). *Agriculture and Agri-Food Canada Research Report*, 14.

6. Suzuki, T., Kitazawa, Y., & Motohashi, T. (2023). First report of bacterial brown root rot in pea sprouts (*Pisum sativum* L.) caused by a *Pseudomonas* species. *Journal of General Plant Pathology*, 89, 347–351.

7. Korenevi hnyli horokhu: poshyrennia, zbudnyky, shkidlyvist [Pea root rot: distribution, pathogens, harmfulness]. (2024). *Holovne upravlinnia ahrarnoi osvity MON Ukrainy*, 12–15 [in Ukrainian].

8. Prohnoz fitosanitarnoho stanu na 2021 rik [Forecast of phytosanitary conditions for 2021]. (2021). *Derzhavna sluzhba Ukrainy z pytan bezpeky kharchovykh produktiv*, 3–6 [in Ukrainian].

Кривенко А.І., Усов Р.М. Оцінка сортової стійкості гороху підзимнього строку сівби до збудників кореневих гнилей в умовах Лісостепу України

Мета. Комплексна оцінка сортової стійкості гороху підзимнього строку сівби до збудників кореневих гнилей в умовах Лісостепу України, встановлення рівня ураження рослин залежно від генотипу та визначення перспективних сортів як джерел підвищеної резистентності для використання в селекційних програмах і технологіях інтегрованого захисту культури. **Методи досліджень:** польовий; лабораторний; статистичний – для оцінки достовірності даних. **Результати.** Протягом 2024–2025 рр. було проведено обстеження посівів гороху підзимнього строку сівби в умовах ТОВ «СИЛІКАТ-1» Черкаської області. Аналіз результатів досліджень показав, що кореневі гнилі негативно впливають на морфофізіологічні показники рослин гороху, причому інтенсивність ураження безпосередньо корелює зі зниженням ростових і продуктивних параметрів культури. Встановлено, що коренева гниль вражає кореневу шийку та нижню частину стебла і у подальшому проявляється на етапі проростків насіння та може призводити до загибелі сходів, ще до їх появи на поверхні ґрунту. Так, у результаті наших досліджень, встановлено, що на сорті Мороз висота стебла рослин зменшувалася зі збільшенням ступеня ураження кореневими гнилями від 66,2 см у здорових рослин до 50,0 см при максимальному ураженні (4 бали). Різниця між ступенями ураження 0–1 (8,2 см) перевищує NIP_{05} (6,6 см), що свідчить про статистично достовірне пригнічення росту стебла вже при першому ступені ураження. Аналогічно, відмінності між 0–2 та 0–3 бали також є достовірними. **Висновки.** Проведені дослідження показали, що ураження кореневими гнилями є одним із ключових чинників, що обмежує

продуктивний потенціал гороху підзимнього строку сівби в умовах Лісостепу України. Встановлено, що інтенсивність розвитку хвороби, зростає у міру росту рослин: на сходах поширення патогенів коливалося від 33,6 до 54,8 %, а на фазі цвітіння – від 97,4 до 100 %. Розвиток хвороби на сходах складав 11,6–34,5 %, тоді як у фазі цвітіння він підвищувався до 41,9–59,8 %. Аналіз сортової стійкості показав, що серед досліджуваних сортів відносно стійкими на ранніх етапах росту були Ендура та Балкан, тоді як сорти Балтрап та Феро проявили високий рівень початкової уразливості. Сорт Мороз, характеризувався помірною стійкістю на сходах, однак на етапі цвітіння, показав значне підвищення інтенсивності ураження. Дослідження урожайності показали прямий взаємозв'язок між стійкістю сортів до кореневих гнилей та продуктивністю. Найвищі показники врожайності за середніх гідротермічних умов Черкаської області продемонстрували сорти Балкан (3,32 т/га), Ендура (3,26 т/га) та Мороз (2,96 т/га). Вони формували більшу кількість бобів і насінин на рослину, а також крупніше насіння (маса 1000 насінин – 266–275 г), що свідчить про високий потенціал генеративного розвитку та якості насіння. Менш продуктивні сорти Балтрап (2,81 т/га) та Феро (2,94 т/га), мали нижчі значення продуктивних ознак і більш високу сприйнятливості до хвороб. На основі отриманих результатів, можна рекомендувати сорти Балкан, Ендура та Мороз для широкого вирощування у Лісостепу України.

Ключові слова: горох підзимнього строку сівби, кореневі гнилі, інфекційні фони, врожайність, сортова стійкість, кількість бобів на рослину, кількість насінин на рослину.

Kryvenko A.I., Usov R.M. Assessment of varietal resistance of winter-sown peas to root rot pathogens in the forest-steppe conditions of Ukraine

Purpose. Comprehensive assessment of varietal resistance of winter-sown peas to root rot pathogens in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine, establishment of the level of plant damage depending on the genotype and identification of promising varieties as sources of increased resistance for use in breeding programs and technologies of integrated crop protection. **Research methods:** field; laboratory; statistical – to assess the reliability of the data. **Results.** During 2024–2025, a survey of winter-sown pea crops was conducted in the conditions of LLC "SILIKAT-1" of Cherkasy region. Analysis of the research results showed that root rots negatively affect the morphophysiological indicators of pea plants, and the intensity of damage directly correlates with a decrease in growth and productive parameters of the crop. It was found that root rot affects the root collar and the lower part of the stem and subsequently manifests itself at the stage of seed sprouts and can lead to the death of seedlings, even before they appear on the soil surface. Thus, as a result of our research, it was found that in the Moroz variety, the height of the stem of plants decreased with an increase in the degree of root rot damage from 66.2 cm in healthy plants to 50.0 cm at maximum damage (4 points). The difference between the degrees of damage 0–1 (8.2 cm) exceeds the NIP_{05} (6.6 cm), which indicates a statistically significant inhibition of stem growth already at the first degree of damage. Similarly, the differences between 0–2 and 0–3 points are also significant. **Conclusions.** The conducted studies showed that root rot infection is one of the key

factors limiting the productive potential of peas of the winter sowing period in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine. It was established that the intensity of disease development increases as plants grow: on seedlings, the spread of pathogens ranged from 33.6 to 54.8%, and in the flowering phase – from 97.4 to 100%. The development of the disease on seedlings was 11.6–34.5%, while in the flowering phase it increased to 41.9–59.8%. The analysis of varietal resistance showed that among the studied varieties, Enduro and Balkan were relatively resistant in the early stages of growth, while the varieties Baltrap and Fero showed a high level of initial vulnerability. The variety Moroz was characterized by moderate resistance on seedlings, however, at the flowering stage, it showed a significant increase in the intensity of the lesion. Yield studies have shown a direct relationship between the

resistance of varieties to root rot and productivity. The highest yield indicators under average hydrothermal conditions of the Cherkasy region were demonstrated by the varieties Balkan (3.32 t/ha), Enduro (3.26 t/ha) and Moroz (2.96 t/ha). They formed a greater number of beans and seeds per plant, as well as larger seeds (weight of 1000 seeds – 266–275 g), which indicates a high potential for generative development and seed quality. Less productive varieties Baltrap (2.81 t/ha) and Fero (2.94 t/ha) had lower values of productive traits and higher susceptibility to diseases. Based on the results obtained, the varieties Balkan, Enduro and Moroz can be recommended for widespread cultivation in the Forest-Steppe of Ukraine.

Key words: winter-sown peas, root rot, infectious backgrounds, yield, varietal resistance, number of beans per plant, number of seeds per plant.



Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

Дата першого надходження статті до видання: 18.02.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 27.03.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 28.04.2026