

ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ

кореневих гнилей на рослинах *Hordeum vulgare* L.

Мета. Розробити методики складання короткострокового прогнозування сезонного розвитку корневих гнилей ячменю ярого. **Методи.** Дослідження проводили за допомогою кореляційно-регресійних аналізів. Математичну обробку отриманих даних здійснювали методом дисперсійного аналізу. **Результати.** Встановлено високу достовірну кореляцію між показниками поширення та розвитку корневих гнилей ячменю ярого за період дослідження, а також і впродовж сезонного розвитку хвороби в окремі роки. Одержані дані свідчать, що при прогнозуванні рівня ураженості ячменю ярого кореневими гнилями можна брати до уваги будь-який один із зазначених показників — або поширення хвороби, або її розвиток. Аналіз досліджень свідчить, що максимальне поширення та розвиток кореневої гнилі ячменю ярого залежать від дати прояву перших ознак хвороби. Статистичний аналіз даних свідчить про тенденцію до зниження поширення та розвитку кореневої гнилі ячменю ярого за більш пізнього прояву перших ознак хвороби. Отже, проведені дослідження дали змогу розробити та побудувати прогностичні моделі, за якими можна визначити поширення та розвиток кореневої гнилі ячменю ярого в поточному сезоні. **Висновки.** Проведений аналіз виявив, що за даними середньодобової позитивної температури можна достовірно прогнозувати рівень поширення та розвитку кореневої гнилі ячменю ярого. Статистичний аналіз даних свідчить про тенденцію до зниження поширення ($r = -0,44$) та розвитку ($r = -0,70$) кореневої гнилі ячменю ярого за пізнішого прояву перших ознак хвороби. Наведені матеріали дослідження та статистичний аналіз дають комплексну інформацію щодо прогнозування та регулювання фітопатогенного фону в агроценозах рослин ячменю ярого. Це важливо для сучасного аграрного виробництва і дозволяє передбачити початок або зміну розвитку кореневої гнилі на рослинах.

¹Д.Т. ГЕНТОШ,
кандидат сільськогосподарських наук

²Л.В. ГАВРИЛЮК,
доктор філософії

¹О.В. БАШТА,
кандидат біологічних наук

¹Д.Р. ОЛІФЕР

¹І.П. АРТЕМЧУК,
кандидат біологічних наук
¹Національний університет
біоресурсів і природокористування
України, Київ, вул. Героїв Оборони, 15,
03041, Україна

²Інститут агроекології
і природокористування НААН,
вул. Метрологічна, 12, м. Київ,
03143, Україна

хвороби; математичне моделювання; короткостроковий аналіз; фітопатогени

У XXI столітті практично в усіх галузях науки, особливо природничо-математичних, ефективно використовують методику моделювання, створення якої зумовлене розвитком людського пізнання і тісно пов'язане з перетворенням математики на універсальну мову і проникнення її в усі галузі суспільних наук. Математичне моделювання у біології на сучасному етапі є одним із найефективніших методів дослідження і визначення оптимальних форм розв'язання біологічних проблем, що дає змогу проаналізувати кількісні характеристики предметів як у статичному, так і динамічному режимах, широко використовуючи при цьому електронно-обчислювальну техніку [1, 2].

Ячмінь ярий уражується багатьма хворобами переважно паразитичної природи. Недо-

бір врожаю цієї культури від комплексу хвороб може сягати у середньому від 12 до 18%, а в роки масового розмноження патогена — 50%, іноді й більше. Найбільшої шкоди рослинам завдають кореневі гнилі, а саме гельмінтоспоріозна, фузаріозна, офіобольозна, пітіозна, ризоктоніозна та церкоспорельозна кореневі гнилі [3–6].

Науковці N.N. Lou та ін., A.A. Postovalov та ін, а також M. Narba та ін прийшли до висновку, що кореневі гнилі є однією з найбільш численних і шкідливих хвороб зернових злакових культур, у тому числі ячменю ярого, у всіх зонах їх вирощування [7–11]. Для ефективного контролю хвороби даного типу істотне значення має своєчасне врахування особливостей розвитку хвороби.

За даними T.T. Matengu, P.R. Bullock, M.S. Mkhabela та ін. моделювання ризику корневих гнилей з використанням метеорологічних даних відіграє важливу роль в контролі захворювань сільськогосподарських культур. Контроль корневих гнилей за допомогою фунгіцидів знижує втрати врожаю, пов'язані з хворобою. Однак, коли погодні умови несприятливі для прояву хвороби, застосування фунгіцидів може бути недоцільним. Фунгіциди слід використовувати помірковано, лише за наявності збудника хвороби та сприятливих погодних умов [12, 13].

Прогнозування розвитку хвороб рослин ускладнюється тим, що потребує розглядання динаміки щонайменше двох популяцій (рослин-господарів та збудників) із урахуванням особливостей ґрунтових умов і метеорологічних показників.

Відомі спроби пов'язати перебіг деяких вирішальних етапів інфекційного циклу та рівень розвитку хвороби з тими чи іншими чинниками, або їхньою сукупністю, та використати дані для складання прогнозів [14].

Прогнозування спалаху хвороби рослин або її розвитку, інфекційного та латентного періодів у більшості випадків базується на регресійних моделях, які поширені у багатьох природничих науках. Будь-яка модель адекватно описує процеси в тій області визначення, в якій одержано її параметри [15, 16].

Деякі прогнози є значно точнішими, якщо їх базувати на прямих спостереженнях у польових умовах конкретного року. З великої кількості елементів взаємодії рослини-господаря та збудника хвороби, що відбуваються в полі, можна відтворити у лабораторних умовах лише окремі найпростіші процеси. Наявність у польових умовах двох або більше збудників хвороб, додатковий вплив шкідливих комах, несприятливих погодних умов вносить суттєві корективи у прогнози [17, 18].

На рослину-господаря, збудника та хворобу впливають чинники, які взаємодіють між собою, внаслідок чого можуть виникати ефекти як синергізму, так і антагонізму. Серед таких чинників провідними є метеорологічні показники, які зумовлюють сприйнятливність рослин до інфекції, рівень патогенності збудника, темпи сезонного розвитку рослини-господаря, тривалість інкубаційного періоду, окремих стадій розвитку рослини-господаря та хвороби [19, 20]. Тому в основу прогнозування поширення хвороб можуть бути покладені інформаційні прояви дії зв'язків між показниками їхнього розвитку та чинниками, що на них впливають.

Мета роботи — розробити методики складання короткострокового прогнозу сезонного розвитку кореневих гнилей на рослинах ячменю ярого. Короткострокове прогнозування потрібне для визначення дати появи, максимуму та дати згасан-

ня епізоотії протягом сезону, а також визначення очікуваного рівня ураженості ячменю ярого кореневими гнилями.

Методи. Протягом 2017—2021 рр. в умовах НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» вивчали вплив метеорологічних факторів (температура та вологість ґрунту) на розвиток кореневих гнилей ячменю ярого. У роки досліджень погодні умови були сприятливими для вирощування досліджуваної культури.

Об'єктом дослідження був сорт ячменю ярого Аватар (Селекційно-генетичний інститут — Національний центр насіннезнавства та сортовивчення НААН).

Ґрунти дослідної ділянки — чорноземи глибокi малогумусні середньо-суглинисті. Вміст гумусу в орному шарі — 4,2—4,5%. Агротехніка — загальноприйнята для ячменю ярого.

Облік ураженості ячменю ярого кореневими гнилями проводили за загально визначеною методикою. З кожного варіанта викопували 100 рослин, промивали їхню кореневу систему та стебла. У кожній пробі підраховували кількість здорових та уражених рослин. Ураженість визначали візуально, проглядаючи прикореневу та кореневу частину рослин. Обліки проводили у фази повних сходів та кущіння. Під час вегетації визначали енергію проростання та польову схожість на 3-й, 6-й та 9-й дні.

Прогнозували розвиток кореневих гнилей ячменю ярого за допомогою кореляційно-регресійних аналізів [21, 22].

Перед збиранням врожаю, у фазу повного дозрівання, відбирали зразки рослини ячменю ярого (по 33 шт.) та робили їхній структурний аналіз. Збирали врожай вручну.

Ознаки кореневої гнилі ячменю ярого проявляються щорічно. Проте рівень поширення та розвитку хвороби варіює за фазами розвитку рослин та роками. Через відміни діапазонів змін поширення та розвитку кореневої гнилі у фази сходів та кущіння ячменю ярого, поняття «дуже високого», «високого», «середнього» чи «низького» рівнів цих показників відповідають різним кількісним виразам. Мінімальне поширення кореневої гнилі (45%) ячменю ярого у період цвітіння не завжди більше максимального поширення (45%) у період сходів. У зв'язку з цим розроблено шкалу абсолютних значень поширення та розвитку кореневої гнилі (табл. 1). Математичну обробку отриманих даних здійснювали методом дисперсійного аналізу [23].

Результати та обговорення.

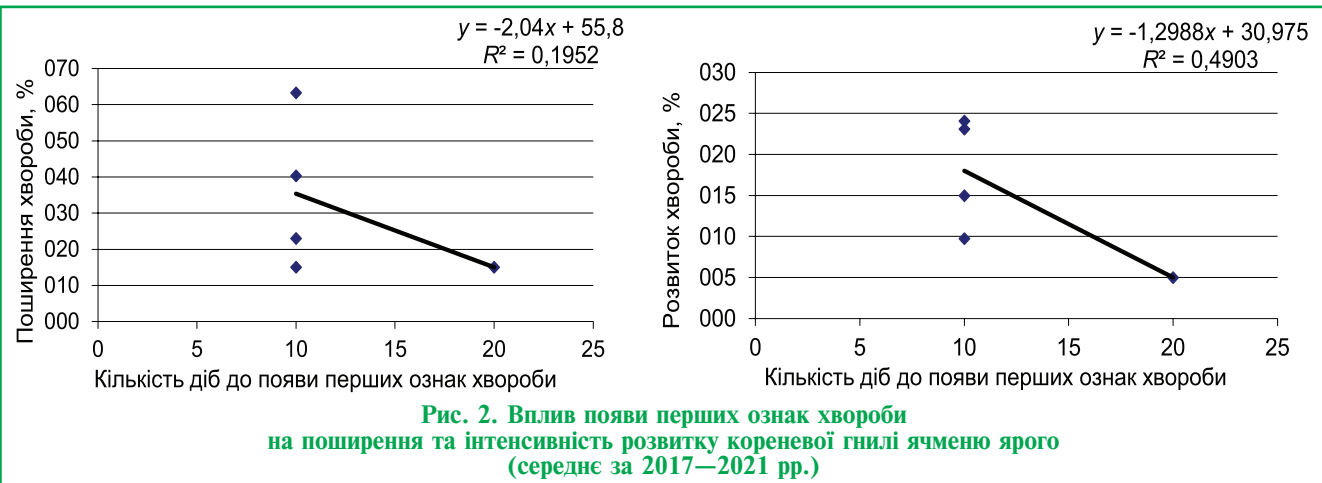
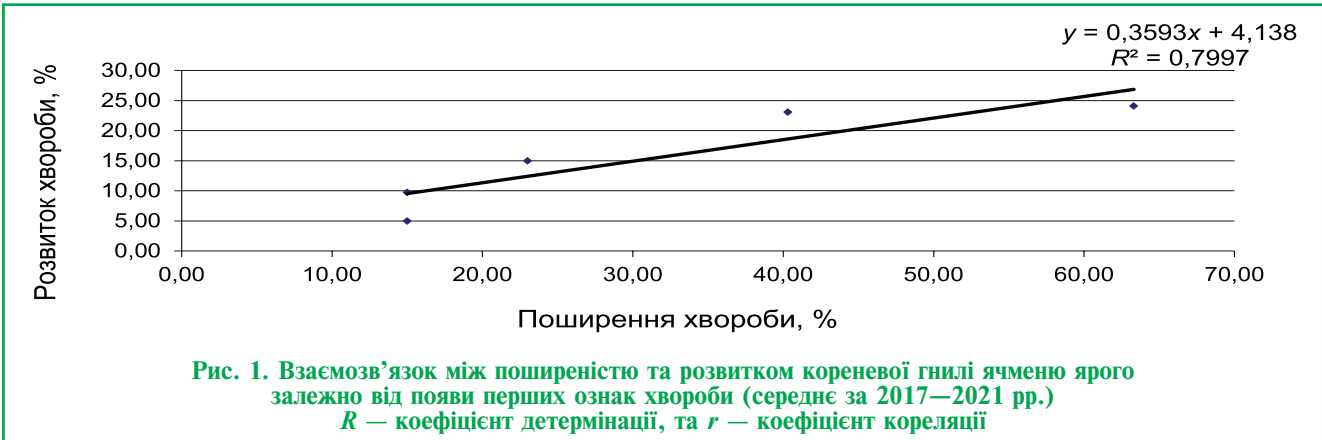
Взаємозв'язок між поширеністю та розвитком кореневої гнилі ячменю ярого визначали залежно від прояву перших ознак хвороби. За результатами дослідження встановлено, що кореневі гнилі ячменю ярого мають високу достовірну кореляцію ($r = 0,89$) як між показниками поширення та розвитку за період дослідження з 2017 по 2021 рр., так і впродовж сезонного розвитку хвороби в окремі роки (від $r = 0,79$ у 2017 р. до $r = 0,99$ у 2020 р.) (рис. 1).

Одержані дані свідчать, що при прогнозуванні рівня ураженості ячменю ярого кореневими гнилями можна брати до уваги будь-який один із зазначених показників — або поширення хвороби, або її розвиток (рис. 2).

Аналіз досліджень свідчить, що максимальне поширення та розвиток кореневої гнилі ячменю ярого залежать від дати прояву перших ознак хвороби.

1. Поширення та розвиток кореневої гнилі ячменю ярого у фазу сходів рослин і відповідна оцінка в балах (сорт «Аватар», 2017—2021 рр.)

Бали — рівень	Поширення хвороби, %	Розвиток хвороби, %
1 — низький	≤15	≤10
2 — середній	16 — 25	10 — 20
3 — високий	≥26 — 45	≥21 — 30
4 — дуже високий	≥46 — 50	≥30



Статистичний аналіз даних багаторічних досліджень вказує на тенденцію до зниження поширення ($r = -0,44$) та розвитку ($r = -0,70$) кореневої гнилі ячменю ярого за пізнішого прояву перших ознак хвороби.

Також досліджували вплив строків появи перших ознак кореневої гнилі та суми середньодобових температур від сівби до прояву перших ознак хвороби на поширення та розвиток кореневої гнилі ячменю ярого (табл. 2).

2. Вплив строків появи перших ознак хвороби та суми середньодобових температур від сівби до появи перших ознак хвороби на поширення та розвиток кореневої гнилі ячменю ярого (сорт Аватар, 2017—2021 рр.)

Строки сівби	Строки появи перших ознак хвороби	Кількість днів від сівби до появи перших ознак	*Σ с.д. t від сівби до появи перших ознак хвороби	Сходи	
				Уражено рослин, %	Розвиток хвороби, %
18.04.2017	8.05.2017	20	189,9	23	15,25
19.04.2018	29.04.2018	10	164,6	45	20,5
15.04.2019	25.04.2019	10	166,8	40	18,5
12.04.2020	12.05.2020	30	236,1	15	3,75
11.04.2021	01.05.2021	20	159,5	25	9,75

Примітка: *Σ с.д. t — сума середньодобових температур.

Дослідженнями встановлено, що поширення кореневої гнилі було вищим за більшої тривалості наявних ознак ураження ячменю ярого хворобою. У середньому тривалість періоду інфікованості рослини становила до 50 діб, у роки сильної ураженості — до 60, а слабкої — до 40 діб.

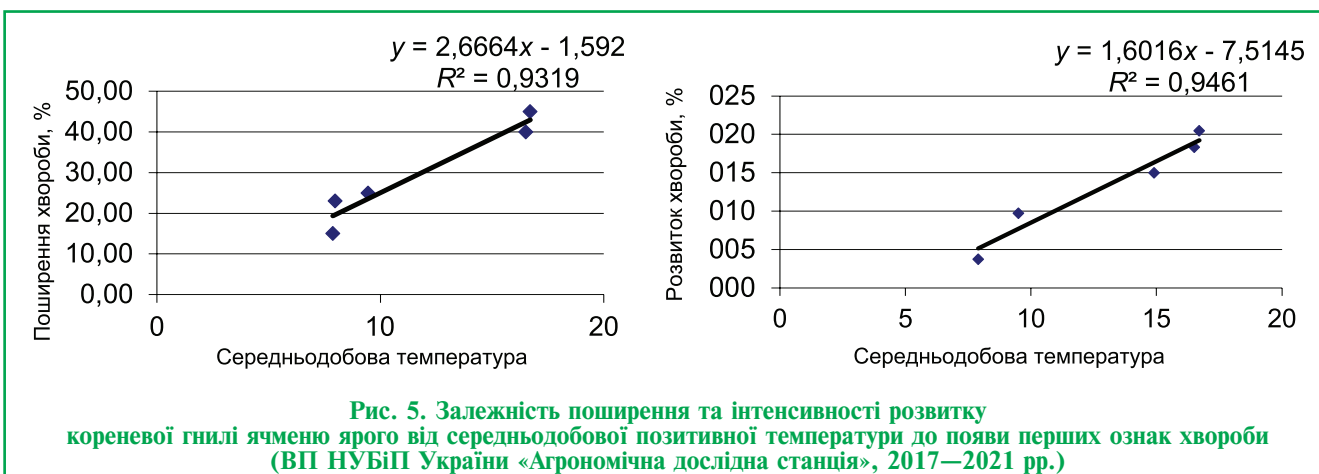
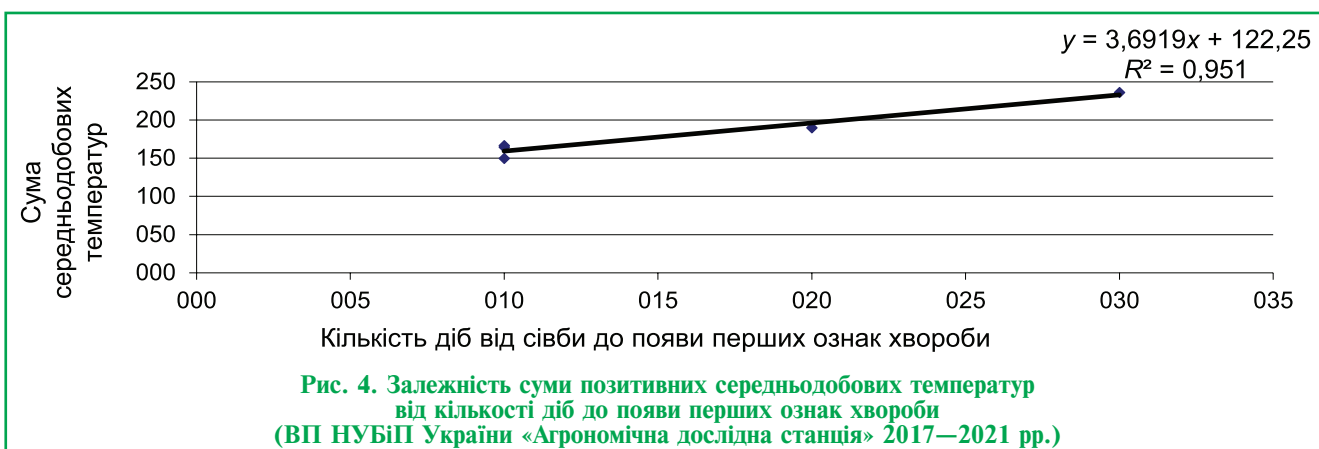
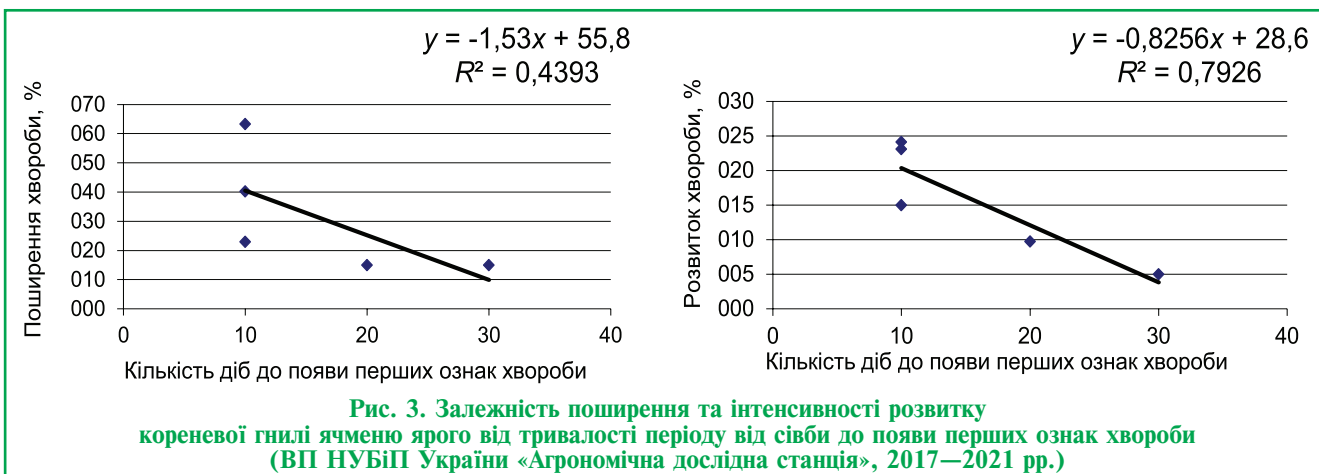
Визначали залежності поширення та інтенсивності розвитку кореневої гнилі ячменю ярого від тривалості періоду з моменту сівби культури до появи перших

ознак хвороби. Статистичний аналіз даних за 5 років свідчить, що поширення та інтенсивність розвитку кореневої гнилі ячменю ярого була вищою за появи перших ознак хвороби до 10-ти діб ніж до 30-ти діб ($r = -0,66$; $r = -0,88$) (рис. 3).

Статистичний аналіз залежності поширення та інтенсивності розвитку кореневої гнилі ячменю ярого від тривалості періоду від моменту сівби культури до появи перших ознак хвороби показує тісні прямі кореляційні зв'язки.

Залежність суми позитивних середньодобових температур від кількості діб до прояву перших ознак хвороби на рослинах ячменю ярого наведено на рисунку 4.

Результати дослідження показали, що чим більше часу проходило від сівби до появи перших ознак хвороби, тим вища накопичувалась сума середньодобових позитивних температур повітря під час проведених досліджень ($r = 0,97$). Встановлено залежність поширення кореневої гнилі



від середньодобової позитивної температури до моменту появи перших ознак хвороби (рис. 5).

Результати статистичного аналізу свідчать, що поширення кореневої гнилі ячменю ярого залежало від позитивної середньодобової температури повітря, яка накопичувалася до дати появи перших ознак хвороби ($r = 0,88$).

Аналогічну залежність встановлено між інтенсивністю розвитку кореневої гнилі від се-

редньодобової позитивної температури до моменту прояву перших ознак хвороби (рис. 5).

Статистичний аналіз показав ще тіснішу пряму кореляційну залежність інтенсивності розвитку кореневої гнилі від середньодобової температури, яка накопичувалася до дати появи перших ознак хвороби ($r = 0,97$).

Кореляційний аналіз дав змогу побудувати прогностичні моделі, за якими можна визначити по-

ширення та розвиток кореневої гнилі ячменю ярого в поточному сезоні, а саме: $Y_1 = 2,6889X - 5,6246$, для поширення хвороби; $Y_2 = 1,6016X - 7,5145$, для інтенсивності розвитку хвороби (X — поширення та розвиток хвороби, Y — кількість днів до появи перших ознак).

Отже, проведені дослідження та статистичний аналіз дають змогу прогнозувати та регулювати фітопатогенний фон в агро-

ценозах рослин ячменю ярого, передбачати початок або зміну тяжкості захворювань кореневи-ми гнилями. Впровадження про-гностичних моделей щодо визна-чення поширення та розвитку корневих гнилей ячменю ярого дадуть змогу зменшити шкодо-чинність хвороби та підвищити якість врожаю.

ВИСНОВКИ

За даними середньодобової позитивної температури можна достовірно прогнозувати рівень поширення та розвитку корене-вої гнилі ячменю ярого. Максимальне поширення та роз-виток кореневої гнилі ячменю ярого залежать від дати прояву перших ознак хвороби. Статис-тичний аналіз даних багато-річних досліджень свідчить про тенденцію до зниження поши-рення ($r = -0,44$) та розвитку ($r = -0,70$) кореневої гнилі яч-меню ярого за пізнішого прояву перших ознак хвороби. Отже, на-ведені матеріали дослідження та статистичний аналіз дають мож-ливість володіти комплексною інформацією щодо прогнозуван-ня та регулювання фітопатоген-ного фону в агроценозах рослин ячменю ярого. Така інформація дозволяє передбачити початок або зміну тяжкості захворювань кореневи-ми гнилями. Впрова-дження прогностичних моделей щодо визначення поширення та розвитку корневих гнилей ячме-ню ярого дасть можливість змен-шити шкідливість хвороби та під-вищити якість врожаю й еколо-гічну безпеку агроecosystem.

Фінансування: дослідження проводили відповідно до державної тематики: «Теоретично-методичне обґрунтування ви-користання нових потенційних антифунгальних агентів — по-хідних азотовмісних гетеро-циклів» (ДР № 0116U001604, 2016—2018 рр.); «Обґрунтування концепції створення сталих урбо-фітоценозів з підвищеною стій-кістю до біотичних та абіотичних факторів» (ДР № 0117U002644, 2019 р.).

Конфлікт інтересів: автори де-

кларують відсутність конфлікту інтересів щодо представлених матеріалів дослідження та статис-тичного аналізу в статті.

ЛІТЕРАТУРА

- Fenu G., Mallocci F.M. (2021). Forecasting plant and crop disease: an explorative study on current algorithms. *Big Data and Cognitive Computing*, 5(1), 2. <https://doi.org/10.3390/bdcc5010002>
- Gilligan C.A. (2024). Developing Predictive Models and Early Warning Systems for Invading Pathogens: Wheat Rusts. *Annual Review of Phytopathology*, 62. <https://doi.org/10.1111/ppa.13839>
- Hetman, Y.V. (2024). The influence of chemical and biological poisoners on the spread of root rot pathogens and spring barley productivity. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series: Agronomy and Biology*, 55(1), 56-62. <https://doi.org/10.32782/agro-bio.2024.1.8>
- Vozhegova, R., Zayets, C., Fundirat, K., Onufran, L., & Yuzuk, S. (2021). Effectiveness of biological and chemical fungicides in the fight against pathogens of fungal diseases on winter barley crops under irrigation conditions. *Herald of Agrarian Science*, 99(11), 67-74 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202111-09>
- Al-Sadi, A.M. (2021). Bipolaris sorokiniana-induced black point, common root rot, and spot blotch diseases of wheat: A review. *Frontiers in cellular and infection microbiology*, 11, 584899. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2021.584899>
- Leng, Y., Du, Y., Fiedler, J., Haridas, S., Grigoriev, I.V., & Zhong, S. (2024). A Telomere-to-Telomere Genome Assembly Resource of Bipolaris sorokiniana, the Fungal Pathogen Causing Spot Blotch and Common Root Rot Diseases in Barley and Wheat. *PhytoFrontiers*, 4(2), 247-250. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-FR-08-23-0108-A>
- Loy, N.N., Sanzharova, N.I., Gulina, S.N., Vorobiyov, M.S., Koval, N.N., Doroshkevich, S.Y., ... & Suslova, O.V. (2019). Influence of electronic irradiation on the affection of barley by root rot. In *Journal of Physics: Conference Series*. Vol. 1393, № 1. 012107. IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1393/1/012107>
- Postovalov, A.A. (2021). The role of mineral fertilizers for controlling spring barley root rot development. In *JOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Vol. 624(1). 012089. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/624/1/012089>
- Harba, M., Jawhar, M., & Arabi, M.I.E. (2020). In vitro antagonistic activity of diverse Bacillus species against Cochliobolus sativus (Common root rot) of barley. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 55(1), 35-42. <https://doi.org/10.1556/038.55.2020.012>
- Rysbekova, A.M., & Sultanova, N.Z. (2022). Biological make-up of soil and seed infection by the root rot pathogen (Bipolaris sorokiniana) of barley in the Southeastern Region of Kazakhstan. *Rhizosphere*, 22, 100536. <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2022.100536>
- Bozoglu, T., Derviş, S., Imren, M., Amer, M., Özdemir, F., Paulitz, T.C., ... & Özer, G. (2022). Fungal pathogens associated with crown and root rot of wheat in central, eastern, and southeastern Kazakhstan. *Journal of Fungi*, 8(5), 417. <https://doi.org/10.3390/jof8050417>
- Matengu, T.T., Bullock, P.R., Mkhabela, M.S., Zvomuya, F., Henriquez, M.A., Ojo,

E.R., & Fernando, W.D. (2024). Weather-based models for forecasting Fusarium head blight risks in wheat and barley: A review. *Plant Pathology*, 73(3), 492-505. <https://doi.org/10.1111/ppa.13839>

13. Chaloner, T.M., Gurr, S.J., & Bebber, D.P. (2021). Plant pathogen infection risk tracks global crop yields under climate change. *Nature Climate Change*, 11(8), 710-715. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01104-8>

14. Nishad, R., Ahmed, T., Rahman, V.J., & Kareem, A. (2020). Modulation of plant defense system in response to microbial interactions. *Frontiers in Microbiology*, 11, 1298. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01298>

15. Khattab, A., Habib, S.E., Ismail, H., Zayan, S., Fahmy, Y., & Khairy, M.M. (2019). An IoT-based cognitive monitoring system for early plant disease forecast. *Computers and Electronics in Agriculture*, 166, 105028. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.105028>

16. Basso, B., & Liu, L. (2019). Seasonal crop yield forecast: Methods, applications, and accuracies. *advances in agronomy*, 154, 201-255. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2018.11.002>

17. Su, J., Zhao, J., Zhao, S., Li, M., Shang, X., Pang, S., ... & Wang, X. (2020). Genetic Determinants of Wheat Resistance to Common Root Rot (Spot Blotch), Fusarium Crown Rot, and Sharp Eyespot. *Biorxiv*, 2020-07. <https://doi.org/10.1101/2020.07.30.228932>

18. Sadenova, M., Kulenova, N., Gert, S., Beisekenov, N., & Levin, E. (2023). Innovative Approaches for Improving the Quality and Resilience of Spring Barley Seeds: The Role of Nanotechnology and Phytopathological Analysis. *Plants*, 12(22), 3892. <https://doi.org/10.3390/plants12223892>

19. Czembor, E., Kaczmarek, Z., Pilarczyk, W., Mańkowski, D., & Czembor, J.H. (2022). Simulating spring barley yield under moderate input management system in Poland. *Agriculture*, 12(8), 1091. <https://doi.org/10.3390/agriculture12081091>

20. Lecerf, R., Ceglar, A., López-Lozano, R., Van Der Velde, M., & Baruth, B. (2019). Assessing the information in crop model and meteorological indicators to forecast crop yield over Europe. *Agricultural systems*, 168, 191-202. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2018.03.00>

21. Gentosh, D.T., Hlymiazny, V.A., Bash-ta, O.V., Voloshchuk, N.M., Shmyhel, T.S., Kovalyshyna, H.M., Makarchuk, O.M., Dmytrenko, Y.M., Stankevych, S.V., Shapetko, E.V. (2021). Prognosis the harmfulness of barley rust. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(3), 65-69. https://doi.org/10.15421/2021_144

22. Вергунова І.М. Основи математичного моделювання захисту рослин. Київ: Нора-принт, 2006. 236 с.

23. Марков І.Л., Пасічник Л.П., Ген-тош Д.Т. Практикум з основ наукових дослід-жень із захисту рослин: Навч. Київ: Аграр Медіа Груп, 2013. 263 с.

¹Gentosh D.,
ORCID: 0000-0001-8647-7843

²Havryliuk L.,
ORCID: 0000-0001-6901-0766

¹Bashta O.,
ORCID: 0000-0003-4682-1595

¹Olifer D.,
ORCID: 0009-0000-2088-0947

¹Artemchuk I.,
ORCID: 0009-0009-2003-1713

¹National University of Life and Environmental Sciences,

Kyiv, Heroiv Oborony, 15,
Ukraine, 03041,

²Institute of Agroecology and Environmental
Management of NAAS, Metrologichna, 12,
Kyiv, 03143, Ukraine

Forecasting the level of growth and development of root rots on *Hordeum vulgare* L. plants

Goal. To develop short-term forecasting methods for the seasonal development of root rots of spring barley.

Methods. The studies were carried out using correlation-regression analysis. Mathematical processing of the obtained data was performed using analysis of variance. **Results.** A high and statistically significant correlation was established between the indicators of spread and development of root rots of spring barley during the study period, as well as during the seasonal develop-

ment of the disease in individual years. The obtained data show that when forecasting the level of infestation of spring barley with root rots, either one of the two indicators-disease spread or disease development-can be taken into account. The research analysis indicates that the maximum spread and development of root rot depend on the timing of the first visible symptoms. Statistical analysis shows a tendency for decreased spread and development of spring barley root rots when the first symptoms appear later in the season. As a result, the research enabled the development and construction of predictive models that allow determining the spread and development of spring barley root rots during the current season. **Conclusions.** The conducted analysis revealed that based on the average daily positive temperature, it is possible to reliably forecast the level of spread and develop-

ment of spring barley root rots. Statistical analysis indicates a trend toward decreasing disease spread ($r = -0.44$) and development ($r = -0.70$) with a later onset of the first symptoms. The presented research data and statistical analysis provide comprehensive information on forecasting and regulating the phytopathogenic background in agroecosystems of spring barley, which is essential for modern agricultural production. This enables timely prediction of the onset or changes in the development of root rot diseases in plants.

**diseases; mathematical modeling;
short-term analysis; phytopathogens**

Надійшла до редакції: 26.03.2025

Прийнята до друку: 03.04.2025

Надруковано й опубліковано онлайн:
червень, 2025

УДК 595.132:632.7

© А.М. Ковтун, 2025

DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2025.2.16-20>

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДОЛОГІЇ АНАЛІЗУ НЕМАТОДОЗІВ КОМАХ

Мета. Удосконалення методичного підходу до гельмінтологічного аналізу комах як важливої складової частини інфекційних патологій комах на прикладі паразитарної системи «комаха-хазяїн *Galleria mellonella* — нематоли Rhabditida». **Методи.** Методологічну основу дослідження становлять дані багаторічних власних досліджень, присвячених вивченню ентомопатогенних нематод (Nematoda: Rhabditida: Steinernematidae, Heterorhabditidae) в агроценозах України (у період 2016—2024 рр.), а також сучасні наукові праці українських і зарубіжних вчених щодо особливостей методів гельмінтодіагностики комах. Використовували загальнонаукові та спеціальні методи досліджень, зокрема теоретичні, польовий, лабораторний і математико-статистичний. **Результати.** Удосконалено науково-методичний підхід до гельмінтологічного аналізу комах (на прикладі *G. mellonella* L., 1758) у розрізі інфекційних патологій комах,

А.М. КОВТУН,

кандидат сільськогосподарських наук
ТОВ «Інститут агробіології»,
бульв. Вацлава Гавела, 4, корп. 45,
м. Київ, 03067, Україна

що ґрунтується на застосуванні оригінальної «ентомогельмінтологічної формули» для вивчення видового складу та стану гельмінтів (Nematoda: Rhabditida) після повного гельмінтологічного розтину комах. **Висновки.** Застосування методу повних гельмінтологічних розтинів комах сумісно з оригінальною «ентомогельмінтологічною формулою» дає можливість не тільки кількісно деталізувати, але і якісно описати характер патологічних змін у комах (Insecta), що розвиваються на тлі гельмінтної (нематодної) інфекції (Nematoda). Результати проведених досліджень можуть бути застосовані при ентомологічних до-

слідженнях після збору та ідентифікації комах, уражених нематодами — паразитами (патогенами) комах.

патологія комах; ентомопатогенні нематоли (ЕПН); нематодози; комахи-шкідники; топична спеціалізація

Гельмінти є причиною хвороб (гельмінтозів), а також загибелі комах різних видів. Паразитизм нематод у комах є цікавим у біологічному і важливим у господарському значенні явищем. При цьому інвазія у комах викликає не такі виразні симптомні явища як в організмі хребетних тварин, що супроводжуються функціональними та морфологічними порушеннями.

Екологічна група «ентомонематод» об'єднана різними паразитичними формами (ентомопатогенними, ентомофільними, ін-