

УДК 632.938.1.

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.1.14>

ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ МІЛДЬЮ (*PLASMOPARA VITICOLA*) ТА ПОЛЬОВА СТІЙКІСТЬ СТОЛОВИХ СОРТІВ ВІНОГРАДУ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

Гентош Д. Т. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри фітопатології імені академіка В. Ф. Пересипкіна,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

orcid.org/0000-0001-8647-7843

Гармаш С. П. – аспірантка

кафедри фітопатології імені академіка В. Ф. Пересипкіна,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

orcid.org/0000-0003-1174-9773

В умовах кліматичних змін Південного Степу України, що характеризуються зростанням активних температур та нестабільністю зволоження, спостерігається трансформація патогенного комплексу винограду. Мілдью (*Plasmopara viticola*) залишається найбільш деструктивною хворобою для столових сортів, здатною в епіфітотійні роки знищувати до 100 % врожаю. Особливості розвитку збудника *Plasmopara viticola* висвітлено на основі багаторічних даних. Експериментальна робота виконано на базі виробничих насаджень в Одеській області з використанням маршрутних фітосанітарних обстежень, візуальної діагностики за 9-бальною шкалою та методів математичної статистики. На основі аналізу метеорологічних даних встановлено визначальну роль гідротермічного режиму весняного періоду у формуванні епіфітотії. Доведено, що поєднання раннього накопичення суми активних температур із надмірною кількістю опадів провокує агресивний розвиток хвороби, тоді як посушливі умови призводять до стримування розвитку патогену. Експериментально підтверджено високу достовірність методики короткострокового прогнозування за правилом «трьох десятків», що дозволяє оптимізувати строки проведення перших фунгіцидних обробок. За результатами моніторингу проведено групування комерційних сортів винограду за рівнем польової стійкості. Виявлено, що сорти раннього терміну дозрівання (*Black Magic*, *Regal Seedless*, *Viktorya*) проявляють фенологічну толерантність, уникаючи інфекційного навантаження. Сорти пізньої групи дозрівання (*Red Globe*, *Crimson Seedless*, *Muscat Hamburg*) внаслідок тривалої вегетації та кумулятивного накопичення інфекції Отримані результати обґрунтовують необхідність диференційованого підходу до захисту насаджень залежно від сортових особливостей та поточних погодних умов. Впровадження методу прогнозування на основі аналізу погодних умов дозволяє оптимізувати строки проведення захисних заходів, що сприяє зменшенню пестицидного навантаження на агроценоз.

Ключові слова: столовий виноград, мілдью, епіфітотія, стійкість сортів, кліматичні зміни, фітосанітарний моніторинг.

Gentosh D. T., Harmash S. P. Features of downy mildew (*Plasmopara viticola*) development and field resistance of table grape cultivars under the conditions of Southern Ukraine

*Under the conditions of climate change in the Southern Steppe of Ukraine, characterized by an increase in active temperatures and unstable moisture availability, a transformation of the grapevine pathogen complex is observed. Downy mildew (*Plasmopara viticola*) remains the most destructive disease for table grape varieties, capable of destroying up to 100 % of the yield in epiphytotic years. The characteristics of the development of the pathogen *Plasmopara viticola* are presented based on long-term data. The experimental work was conducted in commercial vineyards in Odesa Region using route-based phytosanitary surveys, visual diagnostics according*



© Гентош Д. Т., Гармаш С. П., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

to a 9-point scale, and methods of mathematical statistics. Analysis of meteorological data revealed the decisive role of the hydrothermal regime of the spring period in the formation of epiphytotics. It was proven that the combination of early accumulation of the sum of active temperatures and excessive precipitation triggers aggressive disease development, whereas drought conditions lead to suppression of pathogen development. The high reliability of the short-term forecasting method based on the "rule of three tens" was experimentally confirmed, allowing optimization of the timing of the first fungicide treatments. Based on monitoring results, commercial grape varieties were grouped according to their level of field resistance. It was found that early-ripening varieties (Black Magic, Regal Seedless, Viktorya) exhibit phenological tolerance by avoiding peak infection pressure. Late-ripening varieties (Red Globe, Crimson Seedless, Muscat Hamburg), due to prolonged vegetation and cumulative infection buildup, are more vulnerable. The obtained results substantiate the need for a differentiated approach to vineyard protection depending on varietal characteristics and current weather conditions. Implementation of a forecasting method based on weather analysis makes it possible to optimize the timing of protective measures, thereby reducing the pesticide load on the agrocenosis.

Key words: table grapes, downy mildew, epiphytotic, cultivar resistance, climate change, phytosanitary monitoring.

Актуальність теми досліджень. В умовах Степу України мілдью (*Plasmopara viticola*) залишається найбільш деструктивною хворобою винограду, здатною знищити врожай за короткий період часу. Нестабільність гідротермічного режиму регіону, зокрема чергування посушливих періодів із зливами, створює сприятливі умови для раптових епіфітотій. Ситуація ускладнюється тим, що більшість комерційних сортів толового винограду (*Vitis vinifera*) не мають генетичного імунітету до патогену. У зв'язку з цим, оцінка польової стійкості сучасного асортименту та розробка адаптованих систем захисту є критично важливими завданнями для збереження рентабельності галузі та зменшення пестицидного навантаження.

Мета роботи полягала в удосконаленні методики короткострокового прогнозування сезонної динаміки розвитку (*Plasmopara viticola*) на винограді. Короткостроковий прогноз є необхідним інструментом для розрахунку інкубаційного періоду патогену та визначення оптимальних строків проведення превентивних фунгіцидних обробок.

Постанова проблеми. Виробництво столового винограду є високорентабельним та динамічним сектором аграрної економіки Півдня України [1, с. 15–18]. На відміну від технічних сортів, до столового винограду висуваються підвищені вимоги щодо якості продукції: не лише смакові властивості та цукристість, але й бездоганний зовнішній вигляд грон, транспортабельність та лежкість. Будь-яке пошкодження ягід фітопатогенами робить продукцію неконкурентоспроможною на ринку.

Основним лімітуючим фактором отримання стабільних врожаїв є грибні хвороби, серед яких домінує положення займає несправжня борошниста роса (мілдью). Збудник хвороби – облігатний ооміцет *Plasmopara viticola* (Berk.&Curk.) Berl. & de Toni – уражує всі зелені органи рослини: листя, пагони, вусики, суцвіття та ягоди [2, с. 3; 10]. Втрати врожаю за відсутності захисних заходів у сприятливі для патогенна роки можуть сягати 90–100 % [4].

Особливу загрозу мілдью становить для сучасних інтенсивних насаджень *Vitis vinifera*, оскільки більшість високоякісних європейських сортів не мають генетичної стійкості до цього патогену, завезеного з Північної Америки у XIX столітті [7, 16]. Епіфітотійні спалахи цієї хвороби здатні не лише знищити поточний врожай, але й призвести до загибелі насаджень внаслідок виснаження рослин [17].

Існуюча стратегія захисту, яка спирається на інтенсивне застосування фунгіцидів, стикається з проблемою виникнення резистентності у збудника та зростання екологічного навантаження на ампелоценози [10; 11, с. 340]. У зв'язку з цим,

актуальним науковим завданням є моніторинг імунологічного статусу комерційних сортів винограду та вдосконалення систем захисту на основі точного прогнозування розвитку хвороби [11, 17].

Методика досліджень. Польові досліді закладали на виноградних рослинах та на виробничих ділянках виноградників в Одеській області, Овідіопольського району, с. Барабой, ТОВ «Грін Технолоджи ЛТД». Клімат зони вирощування – помірно-континентальний, посушливий, з жарким літом та м'якою зимою. Ґрунти дослідної ділянки – чорноземи південні малогумусні, важкосуглинкові. Схеми насадження: $3 \times 1,5$ м та формування – Гюйо.

Об'єктами досліджень були сорти столового винограду: Black Magic, Michele Palieri, Cardinal, Muscat Hamburg, Regal Seedless, Viktorya, Red Globe, Crimson Seedless, Sublima Seedless, Italiya, Supernova Seedless. Всі виноградні кущі, які досліджувались, були плодоносні у виробничих насадженнях.

Моніторинг агрометеорологічних умов включав щоденну фіксацію середньодобової температури повітря, відносної вологості, кількості опадів і тривалості краплинного зволоження листя [15]. Метеорологічні дані для аналізу було проведено на основі локальної метеостанції господарства.

Облік розвитку хвороби проводили на контрольних ділянках (без застосування фунгіцидів) згідно із загальноприйнятими у фітопатології методикам [6, 8]. Ідентифікацію збудника *Plasmopara viticola* здійснювали за характерними діагностичними ознаками: на листі – поява жовтуватих прозорих «маслянистих» плям на верхньому боці пластинки та білого пухнастого спороношення гриба на нижньому боці за умов високої вологості; на гронах – побуріння та всихання суцвіть, або некрозів і муміфікація ягід [2, 10, 13].

Фітосанітарний моніторинг здійснювали маршрутним методом у критичні фази вегетації (розпускання бруньок, цвітіння, ріст ягід). Візуальні оцінку ступеня ураження вегетативних та генеративних органів, а також визначення групи польової стійкості сортів проводили за 9-бальною шкалою згідно з методичними рекомендаціями «Агротехнічні дослідження по створенню інтенсивних виноградних насаджень» та базовими методологічними вказівками із захисту рослин [5, 6]. Дослідження проводили на стаціонарних ділянках у чотириразовій повторності. Облікова ділянка складалась з 10 кущів. На кожній повторності оглядали 25 листків та 25 грон. Розміщення ділянок – рендомізоване.

Статистичну обробку експериментальних даних виконували методом дисперсійного аналізу з використанням пакету програми Microsoft Excel [12]. Оцінку достовірності різниці між середніми варіантами здійснювали за t-критерієм Стьюдента на рівні значущості $p \leq 0,05$. Для встановлення залежності між гідротермічними коефіцієнтами та динамікою спороношення патогену застосовували кореляційно-регресійний аналіз [12, 14]. Апроксимацію даних виконували методом найменших квадратів з розрахунком коефіцієнта детермінації (R^2) [3, 5, 14].

Результати досліджень. Визначальним фактором, що регулює швидкість проходження фенологічних фаз винограду та тривалість інкубаційних періодів патогенів, є температурний режим та період зволоження. Аналіз динаміки накопичення активних температур (понад $+10$ °C) в Одеській області за роки дослідження виявив стійку тенденцію до потепління клімату.

Співставлення даних таблиць дозволяє встановити пряму залежність інтенсивності патогенезу від гідротермічного коефіцієнта. Поєднання раннього набору ефективних температур з рівномірним зволоженням є тригером для ранньої появи та агресивного поширення мілдью.

Таблиця 1
Сума активних температур повітря (>+10 °С) по місяцям, 2023–2025 рр.

Роки	Місяць					
	IV	V	VI	VII	VIII	IX
2023	321	700	1340	2095	2890	3525
2024	450	960	1670	2520	3295	3922
2025	420	980	1605	2365	3145	3725

Таблиця 2
Метеорологічні дані в період вегетації винограду, 2023–2025 рр.

Роки	Показники	Місяці							Річна кількість
		III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
2023	Середньодобова температура, °С	7	10,2	16	22	25	26	22	18,3
	Кількість опадів, мм	22	120	6	35	49	16	0	248
2024	Середньодобова температура, °С	6	15	16	25	27	25	20	19,1
	Кількість опадів, мм	89	75	23	35	21	10	78	331
2025	Середньодобова температура, °С	8,5	9,8	20,5	25,2	28,5	27,8	22,0	20,3
	Кількість опадів, мм	25	11	15	18	12	5	39	116

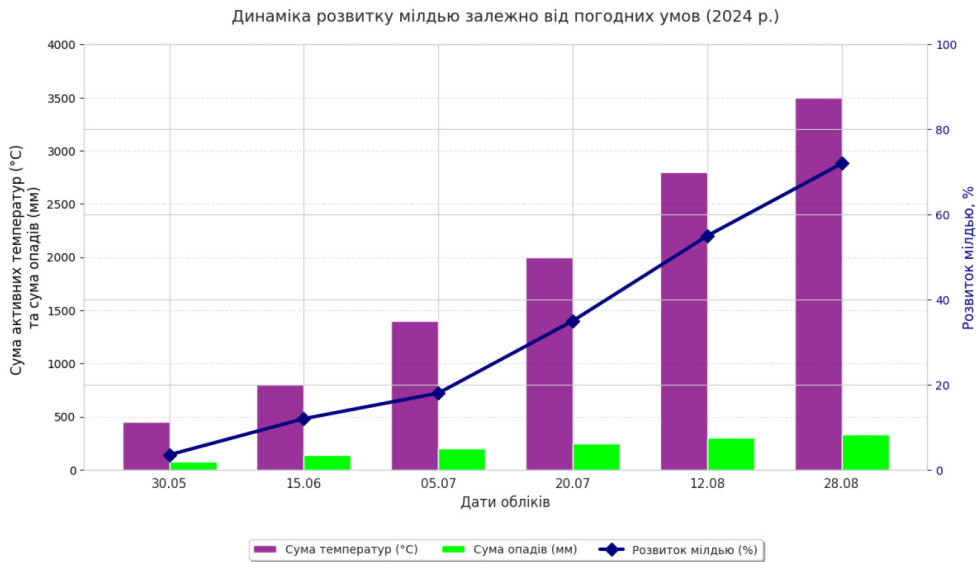


Рис. 1. Динаміка розвитку міддю в залежності від гідротермічних умов, 2024 р. Результати маршрутних обстежень та обліків, демонструють тісний кореляційний зв'язок між випадінням опадів та інтенсивністю спороношення патогену

Первинна інфекція. Згідно з біологією збудника для проростання ооспор необхідне дотримання правила «трьох десятків»: температура $>10^{\circ}\text{C}$, довжина пагонів >10 см, опади >10 мм. У 2024 році ці умови склалися у другій декаді травня. На дату першого обліку 30.05, розвиток хвороби був мінімальним 3–4 %, що відповідає появі перших «маслянистих плям» від первинної інфекції. Цьому передувало накопичення опадів на фоні зростання температур.

Вторинна інфекція та епіфітотія. Критичний період розвитку припав на червень-липень. На дату обліку 20.07 зафіксовано різкий спалах розвитку хвороби – до 35 %. Це пояснюється тим, що опади забезпечили краплинно-рідку вологу, необхідну для руху зооспор. Подальше накопичення вологи та оптимальні температури $+25\text{--}28^{\circ}\text{C}$ призвели до масового поширення інфекції. На момент збору врожаю 28.09 на контрольних ділянках (без фунгіцидного захисту) розвиток мілдью досяг 72–75 %, що кваліфікується як сильна епіфітотія.

Таблиця 3

Стійкість сортів винограду до мілдью, ознаки ураження на листках, 2023–2025 рр.

№	Сорт	Поширення хвороби, %								
		2023			2024			2025		
		30.05	05.07	28.08	30.05	05.07	28.08	30.05	05.07	28.08
1	Black Magic	0	0	1,2	3,9	8,5	12,0	0	0,5	2,5
2	Regal Seedless	0	0	1,4	3,1	7,2	10,5	0	0,5	3,0
3	Viktoriya	0	0	1,5	3,5	7,8	11,0	0	0,5	2,8
4	Michele Palieri	0	0	1,2	3,4	6,5	9,5	0	0,5	2,5
5	Cardinal	0	0	1,3	3,7	8	10,0	0	0,6	2,9
6	Sublima Seedless	0	0	4,0	3,9	9,2	15,0	0	0,8	4,5
7	Italiya	0	0	4,3	3,3	8,6	14,0	0	0,8	4,2
8	Super Nova	0	0	3,5	3,6	8,9	13,5	0	0,7	4,0
9	Red Globe	0	0	18,7	4,7	12,5	25,0	0,2	1,5	8,5
10	Crimson Seedless	0	0	16,8	3,3	10,4	22,0	0,1	1,2	7,0
11	Muscat Hamburg	0	0	17,6	3,1	11,2	24,0	0,1	1,5	9,0

Результати оцінювання стійкості сортів до мілдью дало змогу диференціювати досліджувані сорти на три групи: стійкі, чутливі та сприйнятливі до хвороби. До групи стійких сортів віднесено сорти з ранім терміном дозрівання – це Black Magic, Regal Seedless, Viktorya. Їхня толерантність зумовлена раннім фенологічним розвитком, що дозволило зберегти грона. До групи сприйнятливих сортів можна віднести сорти з пізнім строком дозрівання – це Red Globe, Crimson Seedless, Muscat Hamburg. Повільний період вегетації призводить до кумулятивного накопичення інфекції та свідчить про необхідність захисних заходів.

Функціональний зв'язок експериментальних даних дозволив встановити функціональних зв'язок між агрокліматичними показниками та динамікою патогенезу. Для підтвердження статистичної значущості впливу погодних умов на динаміку епіфітотійного процесу було проведено кореляційно-регресійний аналіз. В якості базової моделі було обрано вегетаційний період 2024 року, який характеризувався наявністю обох необхідних факторів: тепла та вологи.

Таблиця 4

**Стойкість сортів винограду до мільдю, ознаки ураження на гронах,
2023–2025 рр.**

№	Сорт	Поширення хвороби, %								
		2023			2024			2025		
		30.05	05.07	28.08	30.05	05.07	28.08	30.05	05.07	28.08
1	Black Magic	0	0	0	0	2,6	–	0	–	–
2	Regal Seedless	0	0	0	0	1,5	4,0	0	–	1,0
3	Viktoriya	0	0	0	0	2,1	–	0	–	–
4	Michele Palieri	0	0	0	0	4,3	6,0	0	–	1,5
5	Cardinal	0	0	0	0	4,2	–	0	–	–
6	Sublima Seedless	0	0	2	0	5,2	8,5	0	0,5	2,0
7	Italiya	0	0	2,1	0	4,6	7,5	0	0,5	1,8
8	Super Nova	0	0	2,2	0	4,9	7,0	0	–	–
9	Red Globe	0	0	16,8	0	15,1	18,0	0	0,5	3,5
10	Crimson Seedless	0	0	12,5	0	9,3	14,0	0	0,2	2,5
11	Muscat Hamburg	0	0	13,2	0	11,2	16,5	0	0,5	4,0

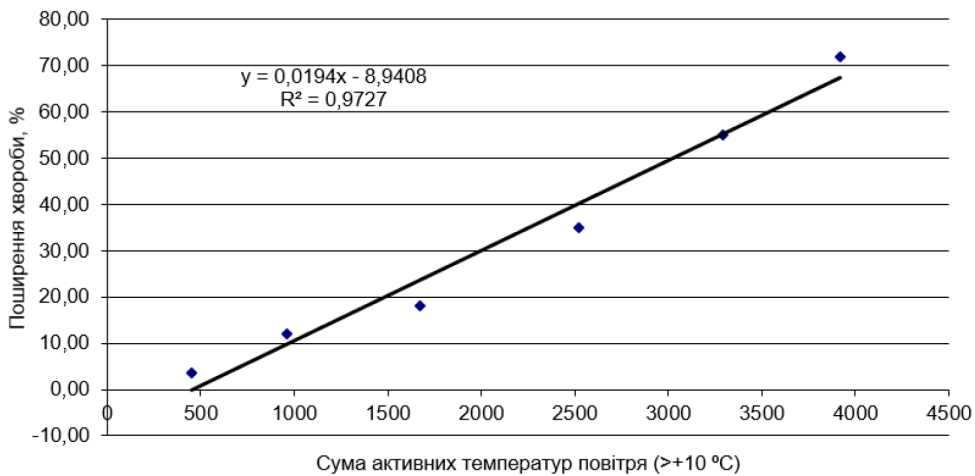


Рис. 2. Кореляційна залежність розвитку мільдю від суми активних температур, 2024 р.

Високе значення коефіцієнта детермінації $R^2 = 0,9727$ свідчить про надзвичайно сильну кореляцію. Варіабельність розвитку хвороби становить 97 % у 2024 році пояснюється саме динамікою накопичення тепла, оскільки за умови достатнього зволоження кожні додаткові 100 °C активних температур призводять до збільшення поширення хвороби в середньому на 1,9–2,0 %. Побудована регресійна модель підтверджує, що в умовах достатнього вологозабезпечення розвиток мільдю набуває лінійного характеру і безпосередньо залежить від теплових ресурсів регіону. Це дозволяє використовувати показник суми температур для короткочасного прогнозування інтенсивності епіфітотії.

Висновки та перспективи подальших досліджень.

Встановлено, що визначальним фактором розвитку *Plasmopara viticola* в умовах Південного Степу України є режим зволоження у першій половині вегетації. Поєднання раннього накопичення ефективних температур з опадами провокує епіфітотійний розвиток хвороби. Посушливі умови виступають лімітуючим фактором, що викликає депресію патогену навіть за сприятливих температур. Виявлено відсутність повної генетичної стійкості у досліджуваних комерційних сортів *Vitis vinifera*. Проте сорти надранньої та ранньої групи стиглості демонструють високу польову толерантність завдяки швидкому проходженню фаз онтогенезу, тоді як пізні сорти потребують посиленої системи захисту. Підтверджено високу кореляційну залежність між сумою активних температур та динамікою поширення хвороби за умов достатнього вологозабезпечення.

Перспективи подальших досліджень полягають у розробці диференційованих систем захисту для сортів різних груп стиглості з інтеграцією біологічних препаратів у період дозрівання врожаю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Robinson J., Harding J., Vouillamoz J. Wine Grapes: A complete guide to 1368 vine varieties. Penguin Books, 2012.
2. Gessler C., Pertot I., Perazzolli M. Plasmopara viticola: a review of knowledge on downy mildew of grapevine and effective disease management. *Phytopathologia Mediterranea*. 2011. Vol. 50. P. 3–44. https://doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-9360
3. Bois B., Zito S., Callonec A. Climate vs grapevine pests and diseases worldwide: the first results of a global survey. *OENO One*. 2017. Vol. 51. No 2. <https://doi.org/10.20870/oenoone.2017.51.2.1780>
4. Puglese M., Gullino M., Garibaldi A. Effect of climate change on infection of grapevine by downy and powdery mildew under controlled environment. *Comm. Appl. Biol. Sci. Ghent University*. 2011. 76/2.
5. Salinari F., Giosue S., Rossi V., Tubiello F., Rozenzweig C., Gullino M. Downy mildew outbreaks on grapevine under climate change: Elaboration and application of an empirical-statistical model. *Bulletin OEPP/EPPO*, September 2007. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.2007.01126.x>
6. Методичні рекомендації щодо складання прогнозу розвитку та обліку шкідників і хвороб картоплі, овочевих, плодових, винограду та ягідних культур. Шевчук І. В., Федоренко В. П., Сидорчук О. В. та ін. К., 2018.
7. Buonassisi D., Colombo M., Migliaro D. et al. Breeding for grapevine downy mildew resistance: a review of “omics” approaches. *Euphytica*. 2017. Vol. 213 (5) № 103. <https://doi.org/10.1007/s10681-017-1882-8>.
8. Агротехнічні дослідження по створенню інтенсивних виноградних насаджень на промисловій основі / за ред. В. П. Бондарева. Новочеркаськ : ВНДІВіВ, 1978. 173 с.
9. Методи визначення технологічної, господарської та економічної ефективності застосування пестицидів. С. О. Трибель, А. Г. Бабич, О. А. Бабич. – 3. 8 др. ар., – Київ – 2012.
10. Wilcox W.F. et al. *Compendium of Grape Diseases, Disorders and Pests*. APS Press, 2015. 232 p. <https://doi.org/10.1094/9780890544815>
11. Colcol J. F., Baudoni A.B. Sensitivity of *Erysiphe necator* and *Plasmopara viticola* in Virginia to QoI fungicides, boscalid, quinoxyfen, and thiophanate methyl. *Plant Disease*. 2016. Vol. 100, № 2. P. 337–344. URL: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PDIS-01-15-0012-RE>

12. Гентош Д. Т., Гаврилюк Л. В., Башта О. В. та ін. Прогнозування гнилей на рослинах *Hordeum vulgare* L. Карантин і захист рослиню 2025. № 2 (281). С. 11–16. <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2025.2.11-16>

13. Kennelly M. M., Gadoury D. M., Wilcox W. F. et al. Primary infection, lesion productivity, and survival of sporangia in the grapevine downy mildew pathogen *Plasmopara viticola*. *Phytopathology*. 2007. Vol. 97. P. 1034–1040. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-97-4-0512>

14. Rossi V., Caffi T., Giosue S., Bugiani R. et al. A mechanistic model simulating primary infections of downy mildew in grapevine. *Ecological Modelling*. 2008. Vol. 212 (3). P. 480–491. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2007.10.046>

15. Savina O., Hliudzyk-Shemota M., Sadovska N. et al. The impact of climate change of grape crops development in Western Ukraine. *Scientific Horizons*. 2023. Vol 26, № 2. P. 45–56. <https://doi.org/10.46925//rdluz.42.03>

16. Boso S., Alonso-Villaverde V., Gago P. et al. Susceptibility to downy mildew (*Plasmopara viticola*) of different *Vitis* varieties. *Crop Protection* 2014. Vol. 63. P. 26–35. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2014.04.018>

17. Pertot I., Caffi T., Rossi V. et al. A critical review of plant protection tools for reducing pesticide use on grapevine and new perspective for the complementation of IPM in viticulture. *Crop Protection*. 2016. Vol. 97. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.11.025>

Дата першого надходження статті до видання: 26.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026