

# ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ ТА ЖИВИЛЬНИХ середовищ на ріст міцелію і формування склероціїв *Sclerotinia sclerotiorum*

**Мета.** Визначити оптимальні живильні середовища для культивування збудника білої гнилі та стимулювання утворення склероціїв. **Методи.** В лабораторних умовах досліджували динаміку росту *Sclerotinia sclerotiorum* та процес утворення склероціїв за комбінованого впливу двох чинників — температури та живильних середовищ різного складу. **Результати.** Виявлено істотні відмінності у швидкості росту колоній та формуванні склероціїв залежно від середовища та температури. Найвища радіальна швидкість росту спостерігалась на картопляно-глюкозному агарі та поживному агарі за температури 20 та 25°C — 14,2 мм/добу, найнижча — на середовищі V8 на всьому діапазоні досліджених температур. Максимальне утворення склероціїв (25 шт./чашку за середньої маси 15 мг) зафіксовано за культивування на картопляно-глюкозному агарі при температурі 20°C. Підвищення та зниження температури призводило до зменшення їхньої кількості. Найбільша маса склероціїв була на середовищі V8 за температури 15°C. Відзначено морфологічні відмінності між колоніями залежно від використаних середовищ. За результатами статистичного аналізу встановлено, що температура мала сильніший вплив на швидкість росту колоній та на кількість сформованих склероціїв, в той час як маса склероціїв у більшому ступені залежала від складу середовища. **Висновок.** *S. sclerotiorum* здатний розвиватися на широкому спектрі агаризованих середовищ за різних температур. Оптимальними умовами для культивування в умовах *in vitro* збудника білої гнилі є температура 20°C та середовище картопляно-глюкозний агар, що забезпечує як інтенсивний ріст міцелію так і формування більшої кількості склероціїв. Отримані результати можуть бути використані за розробки регламентів напрацювання інфекційного матеріалу *S. sclerotiorum*.

**біла гниль; регламенти культивування; температура; живильні**

**О.В. ШЕВЧУК,**  
 кандидат сільськогосподарських наук

**О.Г. АФАНАСЬЄВА,**  
 кандидат сільськогосподарських наук

**С.П. КРИВОШЕЄВ,**  
 кандидат сільськогосподарських наук

**Д.С. ЗЛЕНКО**  
**І.В. ГРИГОРЕНКО**  
 Інститут захисту рослин НААН,  
 вул. Васильківська, 33, м. Київ,  
 03022, Україна

## середовища; ріст міцелію; формування склероціїв

Гриб *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Vary поширений по всьому світу патоген, який уражує понад 400 видів культурних та дикорослих рослин [1, 2]. Серед найважливіших сільськогосподарських культур, що уражуються даним збудником, є соняшник, соя, ріпак, бавовна, томати, картопля [2]. Біла гниль, або склеротиніоз, спричинена *S. sclerotiorum*, вважається одним з основних обмежень виробництва соняшнику у світі [3, 4]. Потенційні втрати за сприятливих умов можуть сягати 50% [3]. При цьому не тільки відбувається зниження врожаю, але й погіршується його якість, знижується схожість насіння [5]. В Україні в останні роки відбувається перенасичення посівних площ під культурами, сприйнятливими до білої гнилі, зокрема соняшником, соєю, ріпаком, внаслідок чого виникає серйозна загроза ураження посівів [6].

Характеристика ізолятів *S. sclerotiorum* у чистій культурі має важливе значення для

розробки ефективних стратегій захисту від хвороби. Під час культивування збудника *in vitro* важливим є підбір оптимальних параметрів температури та складу живильного середовища. Патоген проявляє толерантність до широкого діапазону умов вирощування. За результатами досліджень Prova A., Hossain M., Islam S., Akanda M. ріст міцелію спостерігався в діапазоні рН від 5,0 до 7,0 [8]. Оптимальними джерелами вуглецю для росту міцелію були цукроза й манітол, для формування склероціїв — глюкоза. В якості оптимальних середовищ для культивування *S. sclerotiorum* дослідники вважають картопляно-глюкозний агар [7, 9, 10], середовище Річардса [10], декстрозний агар Сабуро та вівсяний агар [11]. Але питання підбору живильних середовищ та температурних умов для забезпечення швидкого росту та формування склероціїв *S. sclerotiorum* в умовах *in vivo* потребує додаткового вивчення.

**Метою досліджень** було визначення оптимальних живильних середовищ для культивування збудника білої гнилі та стимулювання утворення склероціїв.

**Методика досліджень.** Дослідження проводили в лабораторних умовах. Виділяли ізолят *S. sclerotiorum* в чисту культуру за загальноприйнятими у фітопатології методами [12]. Для цього склероцій, відібраний з ураженого білою гниллю кошика соняшнику, після поверхневої стерилізації розміщували в чашки Петрі з картопляно-глюкозним агаром (КГА) та інкубували у темряві протягом 3 діб за температури 25 ± 2°C. Для отримання чистої культури один кінчик

гіфи переносили на нову чашку з середовищем. У подальшому цю культуру розмножували. Інокуляцію здійснювали в центр чашки Петрі діаметром 85 мм, використовуючи для цього 5-денну культуру збудника.

Вивчали вплив живильних середовищ: Чапека (СЧ), поживний агар (ПА), V8, КГА. Дослідження проводили за температур 15, 20 та 25°C. Повторення досліджу — восьмиразове. Розміри колоній визначали, вимірюючи їхній діаметр у двох перпендикулярних напрямках. Обліки проводили на 1-, 2-, 3- та 7-му добу після інокуляції. Надалі чашки витримували в термостаті за заданих температур і на 15-ту добу підраховували кількість склероціїв та визначали їхню масу.

Статистичний аналіз проводили за повністю рандомізованим факторним дизайном, де живильне середовище (чинник А) та температура (чинник В) були двома фіксованими незалежними чинниками. Для статистичної обробки даних використовували програми MS Excel та Statgraphics.

**Результати досліджень та обговорення.** Ріст збудника відбувався на всіх досліджених середовищах за всіх температур культивування (рис. 1). Проте спостерігали істотні відмінності щодо швидкості росту колоній та кількості і маси утворених склероціїв. За температур 20 і 25°C ріст колоній спостерігався вже через 24 години після інокуляції, а за 15°C помітне збільшення розміру колоній було зафіксовано через 48 годин. У подальшому на третю добу після початку досліджу на картопляно-глюкозному агарі (КГА) та поживному агарі (ПА) за температури 20—25°C колонії збудника досягли свого максимального розміру. На середовищі Чапека (СЧ) та V8 у цей період їхній розмір сягав 73,6—76,3 та 65,6—76,1 мм відповідно. За температури 15°C більші колонії формувались також на КГА та ПА.

Радіальна швидкість росту на третю добу після інокуляції була найвищою на

КГА та ПА і становила 14,2 мм/добу за температури 20—25°C та істотно переважала показники, одержані за температури 15°C (7,4 та 6,7 мм/добу відповідно). На всіх варіантах середовищ крім V8 радіальна швидкість росту зростала з підвищенням температури інкубації з 15 до 20°C та істотно не змінювалась за подальшого росту температури до 25°C (рис. 2). На середовищі V8 швидкість міцеліального росту була найнижчою з-поміж чотирьох досліджених, її підвищення з ростом температури йшло повільніше і досягало свого максимуму за 25°C.

З результатами проведеного двофакторного дисперсійного аналізу встановлено, що і температура і середовище справляли істотний вплив ( $p \leq 0,05$ ) на швидкість росту колоній *S. sclerotiorum*. Але переважав вплив температури (частка чинника 92%) порівняно із складом живильного середовища.

Відзначено також деякі морфологічні відмінності між колоніями залежно від використаних середовищ. На середовищі Чапека міцелій був

нешільним та пласким, а за температури 15°C мав павутинистий вигляд. На середовищі V8 за всіх температур утворювався більш щільний ватоподібний міцелій. На інших варіантах формувалися типові для збудника колонії.

Як і ріст міцелію, формування склероціїв також зазнавало впливу обох досліджуваних чинників. Поява перших склероціїв, які мали вигляд білуватих, невеликих округлих струк-

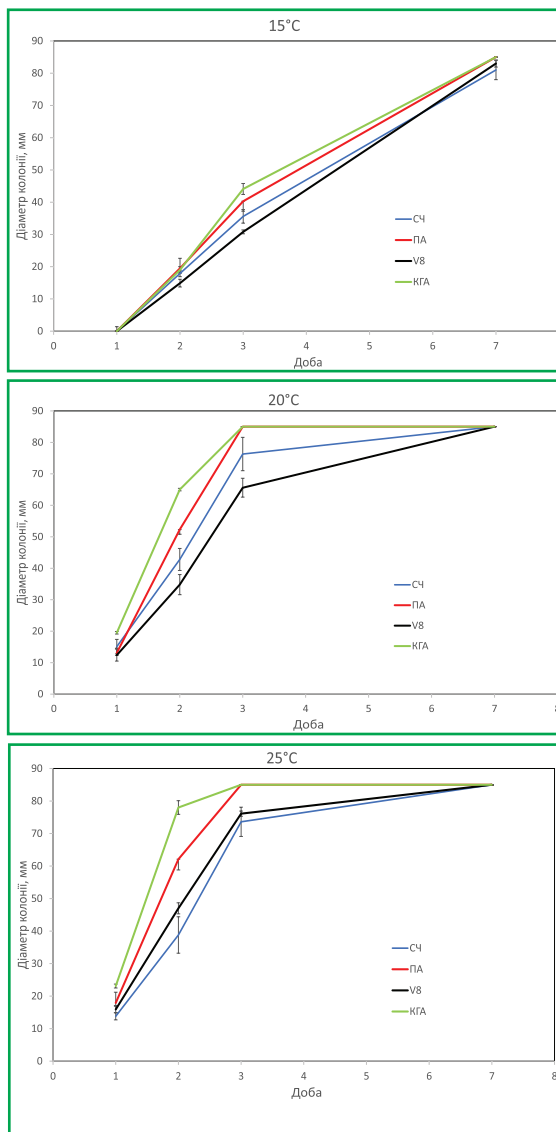
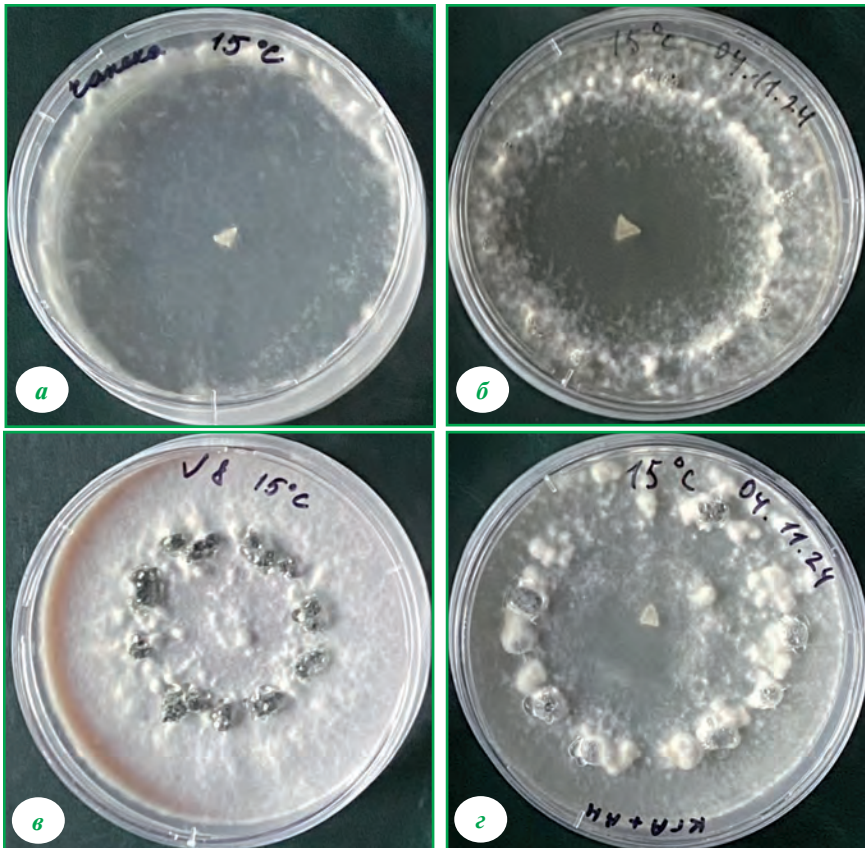


Рис. 1. Динаміка росту колоній *S. sclerotiorum* за різних температур



Рис. 2. Радіальна швидкість росту колоній *S. sclerotiorum* (3-тя доба після інокуляції)  
 $HIR05 (A - \text{середовище}) = 1,1$   
 $HIR05 (B - \text{температура}) = 0,9$



**Рис. 3.** Колонії *S. sclerotiorum* на 15-ту добу після інокуляції за температури 15°C: *а* — середовище Чапека, *б* — поживний агар, *в* — V8, *г* — картопляно-глюкозний агар

тур, зафіксовано на 7-му добу за температури 20–25°C. На 15-ту добу зрілі склероції були наявні на всіх варіантах, крім середовища Чапека за температури 15°C (табл.). Найчисельнішими (21–25 шт./чашку) вони були за температури 20°C на всіх середовищах. Максимальна кількість спостерігалась на КГА. За температур 15°C та 25°C на всіх середовищах формувалось менше склероціїв, найбільша їх кількість за даних температур була відзначена при культивуванні збудника на середовищі V8 (13,3 і 14,8 шт./чашку відповідно).

Також спостерігались істотні відмінності щодо маси одержаних склероціїв. Найбільшу масу вони мали у випадку, коли культивування відбувалось на середовищі V8 за температури 15°C, а найдрібніші формувались на ПА. На середовищах V8 та КГА крупніші склероції спостерігались за температури 15°C і з її підвищенням відбувалось зниження маси. На ПА розмір склероціїв

не зазнавав істотних змін за різних температур. На середовищі Чапека склероції формувались лише за температур 20 і 25°C й істотно не відрізнялись за масою.

Проведений двофакторний дисперсійний аналіз показав наявність істотного ( $p \leq 0,05$ ) впливу температури та живильного середовища як на чисельність, так і на масу склероціїв. Щодо кількості склероціїв, сильнішим виявився вплив температури (частка чинника 66%). Протилежна закономірність спостерігалась стосовно маси склероціїв — частка

**Кількість та маса склероціїв *S. sclerotiorum***

Середовище (А)	Температура (В)					
	Кількість склероціїв, шт./чашку			Маса 1-го склероція, мг		
	15°C	20°	25°C	15°C	20°	25°C
СЧ	0	21,0	8,5	0	20	24
ПА	10,3	21,8	4,8	14	4	13
V8	13,3	21,3	14,8	79	48	33
КГА	8,5	25,0	8,8	49	15	22
НІР <sub>05</sub> (А)	3,5			11,9		
НІР <sub>05</sub> (В)	3,0			10,4		

чинника «середовище» була на рівні 55%, а чинника «температура» — 8%.

Встановлено, що оптимальні умови для росту міцелію *S. sclerotiorum* складаються на середовищах КГА та ПА за температури 20–25°C.

КГА, як оптимальне середовище для культивування *S. sclerotiorum*, що забезпечує швидкий ріст колоній та формування склероціїв, також відзначають науковці Abdallah et al. [7] та Kalyankumar et al. [9]. Зазначається, що ріст міцелію був максимальним за вмісту в середовищі NaCl в концентрації 1% [9]. Це узгоджується з результатами наших досліджень, згідно з якими одним з оптимальних середовищ є поживний агар, до складу якого входить хлорид натрію у концентрації 5 г/л.

За результатами досліджень Monika et al. серед семи агаризованих середовищ максимальний ріст колоній збудника забезпечив декстрозний агар Сабуро, дещо йому поступалися вівсяний агар та КГА [11].

Результати досліджень інших вчених щодо температурних режимів інкубації збудника білої гнилі свідчать, що оптимум знаходиться в межах 20–25°C [8, 9, 13, 14].

Для формування склероціїв, за результатами наших досліджень, оптимальною температурою, незалежно від складу агаризованого середовища, є 20°C. За зниження температури кількість зменшується, проте на середовищах V8 та КГА вони формуються більшими. За даними Chang et al. за низької температури утворювалася менша кількість склероціїв, але їхній розмір був більшим, ніж за високої [15]. В результаті досліджень *S. sclerotiorum*, виділеного зі стебел ріпаку, встановили, що максимальна кількість склероціїв формується за 20°C і зменшується як із підвищенням так і зі зниженням температури [16]. Згідно з дослідженнями Husain і Choudhary, найкращими умовами для культивування *S. sclerotiorum* були КГА або

середовище Річардса за температури 20–25°C, що забезпечувало найвищу швидкість росту міцелію і формування більшої кількості склероціїв [10].

## ВИСНОВКИ

Одержані результати демонструють, що *S. sclerotiorum* здатний розвиватися на широкому спектрі агаризованих середовищ за різних температур. Вища швидкість росту колоній збудника спостерігається за температури 20–25°C на картопляно-глюкозному агарі та поживному агарі.

Для формування склероціїв оптимальною є температура 20°C, за якої досягається більша їхня кількість на всіх досліджених середовищах. Максимальна кількість відзначена при використанні КГА. Найкрупніші склероції утворюються за культивування на середовищі V8 за більш низької температури (15°C).

Отже, можна вважати, що оптимальним є культивування *S. sclerotiorum* на картопляно-глюкозному агарі за температури 20°C, що забезпечує як інтенсивний ріст міцелію так і формування більшої кількості склероціїв.

Отримані результати можуть бути використані при розробці регламентів напрацювання інфекційного матеріалу *S. sclerotiorum* для створення штучних інфекційних фонів.

**Фінансування.** Дослідження виконували в рамках ПНД «Захист рослин», завдання 24.01.02.21.П «Еколого-біологічні особливості створення штучного інфекційного фону *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary».

**Конфлікт інтересів.** Автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Марков І.Л., Рубан М.Б. Довідник із захисту польових культур від хвороб та шкідників. Київ: Юніверс Медіа, 2014. 396 с.
2. Zanatta T.P., Kulczynski S.M., Guterres C.W et al. Morphological and Pathogenic Characterization of *Sclerotinia sclerotiorum*. Journal of Agricultural Science. 2019. V. 11. P. 302-302. <http://dx.doi.org/10.5539/jas.v11n8p302>
3. Кириченко В.В., Петренко В.П., Черняева І.М. Захист соняшника від хвороб і шкідників. Посібник українського хлібороба. 2009. С. 32-38.

4. Compendium of Sunflower Diseases and Insects; Harveson R.M., Markell S.M., Block C.C., Gulya T.J. Eds. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA. 2016. 140 p. <https://doi.org/10.1094/9780890545096>

5. Піковський М.Й., Кирик М.М. Біо-екологічні особливості фітопатогенних грибів *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary і *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel. Київ: ЦП «Comprint», 2021. 280 с.

6. Мостов'як І., Крикунов І., Красюк Л. та ін. Біла гниль *Sclerotinia sclerotiorum* - загроза для вирощування олійних культур в умовах недотримання сівозміни. Аграрні інновації, 2023. №22. С.80-84. <https://doi.org/10.32848/agr.ar.innov.2023.22.13>

7. Abdallah M.E., Mohamed E., Basheer A., Ali H.B. Factors affecting on *Sclerotinia sclerotiorum* isolated from beans growing in Ismailia, Egypt. Life Sci. J. 2013. V. 10. N 4. P. 1278-1282.

8. Prova A., Hossain M., Islam S., Akanda M. Characterization of *Sclerotinia sclerotiorum*, an Emerging Fungal Pathogen Causing Blight in Hyacinth Bean (*Lablab purpureus*). The Plant Pathology Journal. 2018. V. 34. N 5. P. 367-380. <https://doi.org/10.5423/PPJ.OA.02.2018.0028>

9. Kalyankumar K., Sankaralingam A., Sevugapperumal N. Standardization of Culture Media and pH for the Rapid Growth of *Sclerotinia sclerotiorum* causing Head Rot Disease of Cabbage. Advances in Life Sciences. 2016. V. 5. N 22. P. 10659-10661.

10. Husain M.A., Choudhary C.S. Morphological, cultural and physiological studies on *Sclerotinia sclerotiorum* causing stem rot of oilseed brassica. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 2018. V. 7. Special Issue-7. P. 1044-1052.

11. Monika S., Sharma O.P., Someshwar B., Neetu P. Effect of systemic fungicides, culture media, temperature and pH on growth of *Sclerotinia sclerotiorum* causing white mold of chickpea. Ann. Pl. Protec. Sci., 2013. V. 21. N 1. P. 136-139.

12. Waller J.M. (2001). Detection and isolation of fungal and bacterial pathogens.. Plant Pathologist's Pocketbook, 208-215. <https://doi.org/10.1079/9780851994581.0208>

13. Uloth M., You M., Cawthray G., Barbetti M. Temperature adaptation in isolates of *Sclerotinia sclerotiorum* affects their ability to infect Brassica carinata. Plant Pathology. 2014. V. 64. N 5. P. 1140-1148. <https://doi.org/10.1111/ppa.12338>

14. Fernandes D.M.V.P., De Moura K.E., Salomao D. et al. Effect of temperature on mycelial growth of *Trichoderma*, *Sclerotinia minor* and *S. sclerotiorum*, as well as on mycoparasitism [J]. Summa Phytopathologica. 2016. V. 42. N 3. P. 222-227. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-5405/2146>

15. Chang S.-W., Lee H.-B., Kim S.-K. Effect of temperature on sclerotia formation and viability of *Sclerotinia sclerotiorum* causing sclerotium rot of *Cryptotaenia japonica*. Research in Plant Disease. 2003. V. 9, N 1. P. 47-51. <https://doi.org/10.5423/RPD.2003.9.1.047>

16. Chaudhary C.S. Minnatullah M., Bharati V. et al. Physiological studies of *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) De Bary causing stem rot of oilseed brassica. International Web Conference «Perspective on Agricultural and Applied Sciences in COVID-19 scenario». 2020. P. 254.

Shevchuk O.,

ORCID: 0000-0003-0954-1922

Afanasieva O.,

ORCID:0000-0002-2724-2080

Kryvosheiev S.,

ORCID: 0009-0000-7921-4754

Zlenko D.,

ORCID: 0009-0007-1450-5308

Hryhorenko I.,

ORCID: 0009-0002-7709-8723

Institute of Plant Protection of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 33, Vasylkivska str., Kyiv, 03022, Ukraine

## Effect of temperature and culture media on *Sclerotinia sclerotiorum* mycelial growth and sclerotia formation

**Goal.** To determine the optimal nutrient media for cultivating the white rot pathogen and stimulating the formation of sclerotia. **Methods.** The growth dynamics of *Sclerotinia sclerotiorum* and the process of sclerotia formation were studied *in vitro* under the combined influence of two factors: temperature and nutrient media of different composition. **Results.** Significant differences were found in the rate of mycelial growth and sclerotia formation depending on the medium and temperature. The highest radial growth rate was observed on potato-dextrose agar and nutrient agar at temperatures of 20 and 25°C — 14.2 mm/day, the lowest — on V8 medium over the entire range of studied temperatures. The maximum formation of sclerotia (25 pcs./plate with an average mass of 15 mg) was recorded when cultivating on potato-dextrose agar at a temperature of 20°C. Increasing and decreasing the temperature led to a decrease in their number. The greatest mass of sclerotia was observed on V8 medium at a temperature of 15°C. Morphological differences between colonies were noted depending on the media used. According to the results of statistical analysis, it was established that temperature had a stronger effect on the growth rate of colonies and the number of formed sclerotia, while the mass of sclerotia depended to a greater extent on the composition of the medium. **Conclusion.** Thus, *S. sclerotiorum* is able to develop on a wide range of agar media at different temperatures. The optimal conditions for *in vitro* cultivation of the white rot pathogen are a temperature of 20°C and potato-dextrose agar medium, which provides both intensive mycelial growth and the formation of a larger number of sclerotia. The results obtained can be used in the development of regulations for cultivation of *Sclerotinia sclerotiorum* infectious material.

**white rot; cultivation regulations; temperature; nutrient media; mycelial growth; sclerotia formation**

Надійшла до редакції: 31.07.2025

Прийнята до друку: 12.08.2025

Надруковано й опубліковано онлайн: вересень 2025