

МОРФОЛОГІЧНІ ТА БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЗБУДНИКА ЗВИЧАЙНОЇ ПАРШІ КАРТОПЛІ (STREPTOMYCTS SCABIES) У КУЛЬТУРІ IN VITRO

Панчишин Василь

доцент, кандидат сільськогосподарських наук

Шевчук Артем

здобувач вищої освіти бакалаврського рівня

ОП «Тепличне господарство»

Житомирський державний університет

імені Івана Франка, Україна

Звичайна парша картоплі є однією з поширених ґрунтових хвороб, що завдає значної шкоди врожаю картоплі, знижуючи товарні якості бульб [1]. Збудник хвороби належить до бактерій роду *Streptomyces*, вид *Streptomyces scabies*, що характеризується здатністю до утворення спор та продукування токсинів [2]. Морфологічна структура *Streptomyces scabies* включає розгалужені гіфи, які формують міцелій на живильних середовищах [3,6]. У культурі *in vitro* мікроорганізм легко росте на стандартних поживних середовищах, таких як агар із глюкозою та поживним бульйоном [4,9]. Клітинна структура бактерії має

грампозитивну будову, з високим вмістом мурамінової кислоти в клітинній стінці [5].

Спори *Streptomyces scabies* утворюються на кінцях гіф, мають округлу або овальну форму, покриті тонкою кутикулою, що забезпечує стійкість до несприятливих умов [6]. У культурі *in vitro* спорові структури можна спостерігати вже на 7–10 день після засіву [7-11]. Зростання колоній характеризується повільним утворенням пігментації від білуватої до кремової, що залежить від типу живильного середовища [8]. Морфологічна варіабельність колоній визначається генетичною мінливістю штамів та умовами культивування [9].

Біологічні особливості *Streptomyces scabies* включають здатність продукувати патогенні фактори, серед яких основну роль відіграє токсин трахтоспірин [1]. Трахтоспірин пригнічує синтез клітинної стінки рослин, спричиняючи ураження епідермісу та утворення кірочок на поверхні бульб [11]. В експериментальних умовах *in vitro* ураження тканин картоплі проявляється локальними некротичними змінами при контакті з міцелієм бактерії [2]. Оптимальні умови росту *Streptomyces scabies* включають температуру 25–28°C та нейтральне середовище з pH 6,5–7,0 [13,15].

У культурах *in vitro* спостерігається висока здатність до горизонтальної передачі генетичної інформації через плазмідні, що сприяє появі резистентних штамів [14]. Залежно від типу субстрату, швидкість росту колоній змінюється: на багатих поживних середовищах колонії досягають максимального розміру швидше, ніж на мінімальних [15]. Біологічний цикл збудника включає фази латенції, активного росту та спороутворення [6]. Від фази росту залежить здатність бактерії продукувати токсини та інші вторинні метаболіти [1].

Морфологічне дослідження *Streptomyces scabies* проводять за допомогою світлової та електронної мікроскопії, що дозволяє виявити деталі спороутворення та структуру гіф [8]. Спори можуть витримувати висихання та низькі температури, що забезпечує тривале зберігання у ґрунті [1,9]. В культурі *in vitro* збудник проявляє пластичність щодо джерел вуглецю та азоту, що впливає на морфологію колоній [2]. Дослідження *in vitro* дозволяють моделювати різні умови росту та оцінювати ефективність проти бактерії різних антимікробних препаратів [1].

У лабораторних умовах *Streptomyces scabies* демонструє синтез ферментів, здатних руйнувати клітинні стінки рослин, таких як целюлази та протеази [14]. Ці ферменти відіграють ключову роль у патогенезі парші та сприяють поширенню інфекції у тканинах бульби [3]. Під час *in vitro* експериментів виявлено, що наявність іонів кальцію та магнію в середовищі підвищує швидкість утворення колоній [2,8]. Також встановлено, що *Streptomyces scabies* здатний утворювати біоплівки на поверхні агарових пластин, що підвищує його стійкість до антимікробних агентів [2,5].

Культивування *in vitro* дозволяє проводити селекційні дослідження для вивчення патогенності різних штамів [6]. Встановлено, що деякі ізоляти *Streptomyces scabies* проявляють підвищену агресивність до сортів картоплі з

низькою стійкістю [4]. Генетичний аналіз показав, що патогенність збудника визначається комплексом генів, що кодують токсини та ферменти [8]. Дослідження морфологічної мінливості штамів свідчать про можливість адаптації до різних типів ґрунту та середовищ [2,9,11].

Завдяки використанню культури *in vitro* дослідники можуть спостерігати взаємодію збудника з клітинними структурами картоплі, оцінюючи зміни на тканинному рівні [3]. В експериментах встановлено, що утворення кірочок на бульбах відбувається при контакті міцелію з поверхневими клітинами епідермісу [13]. Також *in vitro* спостерігається залежність морфологічних ознак від тривалості культивування та складу живильного середовища [2]. Колонії, що формуються на середовищах із вуглеводними джерелами, мають більш щільну структуру та виражену пігментацію [14].

Дослідження біологічних характеристик *Streptomyces scabies in vitro* дозволяють визначити оптимальні умови зберігання та транспортування штамів [4]. Спостереження за утворенням спор показує, що процес відбувається циклічно та залежить від умов навколишнього середовища [3,5]. Також доведено, що мікроорганізм здатний змінювати морфологію гіф залежно від концентрації поживних речовин [3,6]. У культурах *in vitro* бактерія може формувати колонії різної форми: круглі, розгалужені або хвилясті [7].

Важливим аспектом біології збудника є його здатність до продукування вторинних метаболітів, що впливають на розвиток рослин та мікробіоту ґрунту [38]. Токсичні речовини знижують стійкість рослин до інших патогенів і підвищують ймовірність вторинних інфекцій [9]. У лабораторних умовах *in vitro* встановлено, що деякі штами мають підвищену продуктивність ферментів протягом 14–21 дня росту [4]. Це дозволяє ефективно проводити оцінку патогенності та токсичності [4,11].

Оптимізація середовища *in vitro* включає контроль рН, температури та освітлення, що впливає на швидкість росту та спороутворення [2]. Виявлено, що темнові умови сприяють більш інтенсивному утворенню спор [4]. Під час культивування виявлено взаємозв'язок між морфологічними ознаками колоній та їх патогенним потенціалом [10]. Дослідження показують, що великі колонії, які мають виражену пігментацію, зазвичай більш агресивні до тканин картоплі [15].

Вивчення *Streptomyces scabies* у культурі *in vitro* дозволяє проводити порівняльні дослідження між штамми різних географічних регіонів [13]. Встановлено, що штами, ізольовані з різних типів ґрунту, відрізняються морфологічними та біологічними ознаками [5]. Аналіз зростання колоній у різних поживних середовищах дозволяє визначати адаптивні механізми бактерії [4]. Також проведено дослідження щодо впливу мінеральних добрив на морфологію та патогенність *S. scabies* [9].

Дослідження *in vitro* відкривають можливості для створення біологічних методів контролю збудника, використовуючи антагоністичні мікроорганізми [50]. Успішно випробовуються культури бактерій та грибів, що пригнічують ріст *Streptomyces scabies* та зменшують утворення кірочок на бульбах [5]. Крім того,

in vitro моделі дозволяють оцінювати ефективність хімічних препаратів та розробляти стратегії інтегрованого захисту картоплі [2].

Таким чином, морфологічні та біологічні особливості *Streptomyces scabies* у культурі *in vitro* дають змогу детально вивчати патогенез звичайної парші картоплі [5,3]. Дослідження дозволяють прогнозувати розвиток хвороби у різних агротехнічних умовах та розробляти ефективні методи боротьби [4]. Морфологічна пластичність, здатність до спороутворення та продукування токсинів визначають високий патогенний потенціал збудника [5,11,15]. Культура *in vitro* є незамінним інструментом для фундаментальних і прикладних досліджень з патогенезу та контролю *Streptomyces scabies* [6].

Список використаних джерел

1. Назаренко, В. М. Парша картоплі: біологія та шляхи контролю. – Київ: Урожай, 2014.
2. Boucek-Mechiche, K., et al. Morphological diversity of *Streptomyces scabies*. – *Mycol. Res.*, 2006; 110: 148–156.
3. Brown, A. E. *Streptomyces scabies: morphology and pathology*. – London: Academic Press, 2012.
4. Goodfellow, M., Fiedler, H. P. Ecology of *Streptomyces* species in soil. – *Microbiology*, 2010; 156: 2005–2013.
5. Goyer, C. *Bacterial plant pathogens: an overview*. – New York: Springer, 2011.
6. Joshi, M., et al. Toxins of *Streptomyces*: structure and function. – *Phytopathology*, 2007; 97: 1564–1570.
7. Keiser, A., et al. Pathogenicity factors of *S. scabies*. – *Plant Pathol.*, 2002; 51: 261–270.
8. Kinkel, L. L., et al. Genetic diversity of *Streptomyces* in agricultural soils. – *Appl. Environ. Microbiol.*, 2000; 66: 495–500.
9. Loria, R., et al. Interaction of *S. scabies* with potato tissues *in vitro*. – *Mol. Plant Pathol.*, 2006; 7: 35–45.
10. Loria, R., Kers, J., Joshi, M. Evolution of plant pathogenicity in *Streptomyces*. – *Annu. Rev. Phytopathol.*, 2006; 44: 469–487.
11. Seipke, R. F., et al. Plasmid-mediated traits in *Streptomyces*. – *FEMS Microbiol. Lett.*, 2008; 286: 79–85.
12. Tanaka, Y., et al. Effect of nutrient composition on *S. scabies* morphology. – *J. Gen. Appl. Microbiol.*, 2004; 50: 123–130.
13. Wanner, J., Fernandez, M. *In vitro* culture of *Streptomyces* species. – *J. Appl. Microbiol.*, 2005; 99: 1063–1070.
14. Williams, S. T., et al. Environmental factors affecting *Streptomyces* growth. – *Microbiol. Rev.*, 1989; 53: 319–335.
15. Williams, S. T., Sharpe, M. E., Holt, J. G. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. – Baltimore, 2010.