ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា
នាយកដ្ឋានស្រាវជ្រាវនិងនវានុវត្តន៍

OPEN ACCESS

ទស្សនាវដ្តីស្រាវជ្រាវកម្ពុជាសម្រាប់ការអប់រំ និងស្ទែម
Cambodian Journal of Education and STEM

អត្ថបទស្រាវជ្រាវ (Original Article)

ប្រសិទ្ធិភាពនៃការប្រើប្រាស់ល្បាយប៊័រដូ និងម្សៅត្រៃកូដឺម៉ា ក្នុងការពារជំងឺផ្សិតលើរបួសស្វាយចន្ទីក្រោយការកាត់មែក

The Efficacy of Bordeaux Mixture and Trichoderma Powder in Preventing Fungal Diseases on Cashew Nut Wounds After Pruning

ស្រ៊ុន សុម៉ាលី និង អិន សុខរ៉ា*
ដេប៉ាតឺម៉ង់វិទ្យាសាស្ត្រដី និងដំណាំ មហាវិទ្យាល័យកសិកម្ម សាកលវិទ្យាល័យក្រចេះ ខេត្តក្រចេះ ប្រទេសកម្ពុជា
*អ្នកនិពន្ធទទួលបន្ទុកឆ្លើយឆ្លង៖ insokra@gamil.com

Somaly Srun and Sokra In*
Department of Soil and Crop production, Faculty of Agronomy, University of Kratie, Kratie, Cambodia
*Corresponding author: insokra@gamil.com

https://doi.org/10.62219/cjes.2024226

ទទួលបានអត្ថបទ៖ ២៩ ធ្នូ ២០២៣	កែសម្រួល៖ ២៧ ឧសភា ២០២៤	យល់ព្រមឱ្យបោះពុម្ព៖ ២៨ សីហា ២០២៤
Received: 29 December 2023	**Revised:** 27 May 2024	**Accepted:** 28 August 2024

មូលន័យសង្ខេប

ដំណាំស្វាយចន្ទីជាដំណាំកសិឧស្សាហកម្មដែលមានការដាំដុះច្រើននៅប្រទេសកម្ពុជា។ ការដាំដុះដំណាំប្រភេទនេះផ្តល់ចំណូលខ្ពស់សម្រាប់កសិករ។ លើសពីនេះ ការកាត់មែកស្វាយចន្ទី គឺជាវិធីសាស្ត្រមួយដែលធ្វើឱ្យស្វាយចន្ទីមានសុខភាពល្អ និងទទួលបានពន្លឺគ្រប់គ្រាន់។ ទោះយ៉ាងណា ការដាំដុះស្វាយចន្ទីជួបប្រទះនឹងកត្តាផ្សិតបង្កជំងឺ ជាពិសេសក្រោយការកាត់មែក ដែលបណ្តាលឱ្យទិន្នផលធ្លាក់ចុះ និងបណ្តាលឱ្យកសិករមួយចំនួនធំបោះបង់ចោលការដាំដុះស្វាយចន្ទី។ ការសិក្សានេះធ្វើឡើងក្នុងគោលបំណងកំណត់ពីប្រភេទផលិតផលជីវសាស្ត្រដែលមានប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់លើការការពារផ្សិតលើរបួសស្វាយចន្ទី។ ការពិសោធក្នុងការសិក្សានេះ ត្រូវបានបែងចែកជាពីរដំណាក់កាល ដែលដំណាក់កាលទី១ គឺជាការកំណត់ពីកម្រិតបង្អាក់សកម្មភាពរបស់ផ្សិតជីវសាស្ត្រ Trichoderma asperellum ទៅលើផ្សិតបង្កជំងឺនៅ លើចានបណ្តុះ Potato Dextrose Agar។ បន្ទាប់មក ផ្សិត T. asperellum ត្រូវបានផលិតជាម្សៅត្រៃកូដឺម៉ា (Trichoderma powder)។ ដំណាក់កាលទី២ ជាការប្រើប្រាស់ល្បាយប៊័រដូ (Bordeaux mixture) និងម្សៅត្រៃកូដឺម៉ាលើរបួសស្វាយចន្ទីដោយប្រើប្រាស់ប្លង់ពិសោធន៍ Completely Randomized Design។ ការពិសោធនេះមានបីបច្ច័យ គឺ៖ T1 ជាការប្រើប្រាស់ល្បាយប៊័រដូ ១០%, T2 ជាការប្រើប្រាស់ម្សៅត្រៃកូដឺម៉ា ៤០%, និង T3 ជាការប្រើប្រាស់ម្សៅ

ត្រៃកូដឺម៉ា ៥០%។ លទ្ធផលបានបង្ហាញថា ផ្សិតជីវសាស្ត្រ T. asperellum អាចបង្អាក់សកម្មភាពផ្សិត Rhizopus បាន ១០០% ក្នុងរយៈពេល៦ថ្ងៃ។ ចំពោះការផ្សះរបួសស្វាយចន្ទី បច្ច័យនីមួយៗមានភាពខុសគ្នាក្នុងកម្រិតជឿជាក់ ៩៩% (p<0,0១)។ បច្ច័យ T3 ដែលប្រើប្រាស់ម្សៅត្រៃកូដឺម៉ា ៥០% មានប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់បំផុត ដោយអាចការពារផ្សិតបង្កជំងឺបានរយៈពេល ៦០ថ្ងៃ និងពន្លឿនការផ្សះរបួសនៅរយៈពេល ៩០ថ្ងៃ មកត្រឹម ៣,៨៣ ± ៤,៤%។ ការប្រើប្រាស់ម្សៅត្រៃកូដឺម៉ា អាចការពារពីពពួកផ្សិតដែលបង្កជំងឺហ្គូម៉ូស៊ីស (Gummosis) ផ្សិត Penicillium និងផ្សិត Rhizopus ។ សរុបមក ការប្រើប្រាស់ម្សៅត្រៃកូដឺម៉ាកម្រិត ៥០% មានប្រសិទ្ធភាពក្នុងការការពារជំងឺផ្សិត និងបង្កើនល្បឿនផ្សះរបួសក្រោយការកាត់មែករបស់ស្វាយចន្ទី។

ពាក្យគន្លឹះ៖ ល្បាយប័រដូ ម្សៅត្រៃកូដឺម៉ា ជំងឺផ្សិត របួសស្វាយចន្ទី ការកាត់មែក

Abstract

Cashew cultivation is an industrial agricultural crop widely grown in Cambodia, providing high income for farmers. Pruning cashew trees helps maintain their health and ensures adequate light exposure, but it also exposes them to fungal infections, leading to reduced yields and causing some farmers to abandon cultivation. This study aimed to identify effective biological products for protecting cashew wounds from fungal infections. It was conducted in two phases: the first phase determined the inhibitory effects of *Trichoderma asperellum* on pathogenic fungi grown on PoÜtato Dextrose Agar plates, after which *T. asperellum* was produced in powder form. The second phase applied Bordeaux mixture and Trichoderma powder to cashew wounds, using a Completely Randomized Design with three treatments such as T1: using 10% Bordeaux mixture, T2: using 40% Trichoderma powder, and T3: using 50% Trichoderma powder. Results showed that *T. asperellum* completely inhibited *Rhizopus* fungus within six days. In terms of wound healing, significant differences were found at a 99% confidence level (*p*<0.01), with T3 (50% Trichoderma powder) being the most effective, preventing fungal infection for up to 60 days and reducing the healing period from 90 to 3.83 ± 4.4%. The use of Trichoderma powder also protected against fungal diseases like gummosis, *Penicillium*, and *Rhizopus*, with 50% Trichoderma powder proving most effective in preventing fungal infections and speeding up wound healing after pruning.

Keywords: Bordeaux mixture; Trichoderma powder; fungal disease; cashew wound; pruning

សេចក្ដីផ្ដើម

ដំណាំស្វាយចន្ទី ជាប្រភេទដំណាំដែលប្រើក្នុងគោលបំណងជាច្រើន និងជួយបង្កើនសេដ្ឋកិច្ចជាតិនៅលើសាកលលោក (Oliveira et al., 2020)។ បច្ចុប្បន្នដំណាំស្វាយចន្ទីជាដំណាំមួយដែលផ្ដល់កម្រៃខ្ពស់ចំពោះកសិករនៅកម្ពុជាផងដែរ (Prak & Rot, 2019)។ ប្រទេសកម្ពុជា ជាប្រទេសដែលមានសក្ដានុពលយ៉ាងខ្លាំងក្នុងដាំដុះដំណាំស្វាយចន្ទី និងការធ្វើផលិតកម្មគ្រាប់ស្វាយចន្ទី (Prak & Rot, 2019)។ ផលិតផលគ្រាប់ស្វាយចន្ទីត្រូវបានគេយកទៅកែច្នៃ និងលក់ទៅ

កាន់ផ្នែក ឧស្សាហកម្មនៅកម្ពុជា និងនាំចេញទៅក្រៅប្រទេស (Prak & Rot, 2019)។ ការធ្លាក់ចុះនៃការដាំដុះបានជះឥទ្ធិពលយ៉ាងខ្លាំងទៅលើសេដ្ឋកិច្ចប្រទេសកម្ពុជា (Prak & Rot, 2019)។ កត្តាដែលបណ្តាលអោយមានការធ្លាក់ចុះក្នុងការដាំដុះ និងផលិតផលស្វាយចន្ទីមានច្រើន ដែលរួមមានទំហំដីដាំដុះ កត្តាដី ថ្នាំពុលសម្លាប់សត្វល្អិត ជង្ហួរ ការអប់រំបច្ចេកទេសដាំដុះ និងទីផ្សារ (Wongnaa, 2013)។ មួយវិញទៀតដើម្បីទទួលបានដំណាំស្វាយចន្ទីដែលមានទិន្នផលខ្ពស់ កសិករត្រូវយកចិត្តទុកដាក់លើការកាត់មែក និងអនាម័យចំការក្នុងការអនុវត្តគ្រប់គ្រងចំការស្វាយចន្ទី (Kumar et al., 2015)។ ក្នុងនោះការកាត់មែក ពិតជាមានសារៈសំខាន់យ៉ាងខ្លាំងចំពោះស្វាយចន្ទី។ ការកាត់មែកកាត់បន្ថយនូវកត្តាចង្រៃផ្សេងៗនៅលើដើមទាំងមូល ហើយដើមអាចទទួលបានពន្លឺគ្រប់គ្រាន់និងគ្រប់ផ្នែក (Kumar et al., 2015)។ ផ្ទុយទៅវិញ ការកាត់មែកបណ្តាលឱ្យស្វាយចន្ទីមានមុខរបួសដែលអាចបង្កជាជំងឺផ្សិត និងប៉ះពាល់សុខភាពដំណាំ។

នៅប្រទេសកម្ពុជា មានជំងឺបីប្រភេទដែលតែងតែកើតមាននៅលើដំណាំស្វាយចន្ទី គឺជំងឺហ្គូម៉ូស៊ីស (Gummosis) ជំងឺអង់ត្រាក់ណូស (Anthracnose) និងជំងឺផ្សិតសន្សើម (Powdery mildew) (Faust, 2023)។ នៅលើរបួសដំណាំហូបផ្លែទូទៅតែងកើតមានការហៀរជ័រ និងធ្វើឱ្យអន់ដើម ដែលបណ្តាលមកពីផ្សិតម្យ៉ាងបង្កជំងឺហ្គូម៉ូស៊ីស (Gummosis) (Alves et al., 2015; Peralta-Ruiz et al., 2023)។ ជាទូទៅ ជំងឺហៀរជ័រកើតឡើងនៅលើមុខរបួសដំណាំ និងត្រូវបានព្យាបាលដោយប្រើប្រាស់ល្បាយប័រដូ (Bordeaux mixture) (Gade & Koche, 2012)។ ប្រជាកសិករមួយចំនួនពុំមានវិធីសាស្ត្រការពារនោះទេ និងខ្លះទៀតបានទទួលការណែនាំពីគម្រោងការពង្រឹងប្រព័ន្ធកសិកម្មបន្សាំអាកាសធាតុ (Climate Resilience of Agricultural Systems (CRAS) (Faust, 2023)។ ល្បាយប័រដូ ១០% ត្រូវបានគេប្រើប្រាស់លើមុខរបួសស្វាយចន្ទី និង ១% សម្រាប់ការបាញ់ការពារលើដំណាំទាំងមូល (Faust, 2023)។ ទោះជាយ៉ាងណា តម្លៃនៃការចំណាយលើល្បាយប័រដូមានកម្រិតខ្ពស់ និងមានផលវិបាកក្នុងការផ្សំសម្រាប់កសិករមួយចំនួនធំ។ ការប្រើប្រាស់សារធាតុផ្សេងទៀតសម្រាប់ព្យាបាលរបួសលើស្វាយចន្ទី ក៏ពុំទាន់មានការសិក្សាគ្រប់គ្រាន់នៅឡើយ។ ទន្ទឹមនឹងគ្នានេះដែរ វិធានការជីវសាស្ត្រត្រូវបានប្រើប្រាស់ជាវិធីសាស្ត្រព្យាបាលជំងឺផ្សិតលើដំណាំស្វាយចន្ទី និងដំណាំទូទៅ។ ក្នុងនោះផ្សិតជីវសាស្ត្រ *Trichoderma* spp. ជាប្រភេទផ្សិត ជីវសាស្ត្រដែលពេញនិយមក្នុងការប្រើប្រាស់លើដំណាំកសិកម្ម ដោយសារវាមានប្រសិទ្ធភាពក្នុងការជួយជម្រុញការលូតលាស់ និងការការពារពីជំងឺផ្សិតច្រើនប្រភេទ (Zin & Badaluddin, 2020)។ Ramirez-Olier et al. (2019) បានរកឃើញថាជំងឺអង់ត្រាក់ណូស (Anthracnose) ជាជំងឺបង្កឡើងពីពពួកផ្សិតដែលបណ្តាលឱ្យរបួសដំណាំអន់ថយ និងងាប់ដើម ដែលត្រូវបានការពារ និងព្យាបាលដោយប្រើប្រាស់ផ្សិតជីវសាស្ត្រ *Trichoderma* spp.។ ផ្សិតជីវសាស្ត្រប្រភេទនេះ ប្រឆាំងនឹងភ្នាក់ងារចំលង (Pathogen) ដោយផ្ទាល់ ឬដោយប្រយោលដូចជាការបង្អាក់សកម្មភាពដោយការផលិតសមាសធាតុប្រឆាំងជំងឺផ្សិត ការបំផ្លាញភ្នាក់ងារចំលង និងការប្រកួតប្រជែងលើការប្រើប្រាស់សារធាតុចិញ្ចឹម (Asad, 2022)។ Ruangwong et al. (2021) បានរកឃើញថាផ្សិតជីវសាស្ត្រ *Trichoderma* spp. ផលិតនូវសមាសធាតុសរីរាង្គដែលប្រឆាំងនឹងការលូតលាស់របស់ពពួកផ្សិតបង្កជំងឺ ដែលនាំឱ្យការលូតលាស់របស់ផ្សិតបង្កជំងឺធ្លាក់ចុះ និងងាប់។ ពិសេសជាងនេះទៅទៀតនោះ គឺម្សៅត្រៃកូដឺម៉ា (Trichoderma powder) ដែលមានភាពងាយស្រួលក្នុងការផលិត និងចំណាយតិចលើការប្រើប្រាស់ (Yao et al., 2023)។ ការស្រាវជ្រាវថ្មីៗ បានរកឃើញថាការការពារស្វាយចន្ទីពីការបំផ្លាញពីពពួកផ្សិតដោយប្រើសារធាតុជីវសាស្ត្រដែលមានប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់ គឺការប្រើប្រាស់ម្សៅត្រៃកូដឺម៉ា ដោយវាអាចបំផ្លាញផ្សិតដែលតែងកើតមានលើរបួសស្វាយចន្ទីរួមមាន ផ្សិត *Aspergillus niger, Cladosporium* spp., *Fusarium solani* (ផ្សិត

បង្កជំងឺហៀរជ័រលើមុខរបួស) និងផ្សិតជាច្រើនប្រភេទទៀត (Prabhakaran & Nedumaran, 2024)។ ក្នុងនោះដែរ ការដាំដុះដំណាំស្វាយចន្ទីមានការជួបប្រទះនូវបញ្ហាជាច្រើនដូចជា បច្ចេកទេសក្នុងការដាំដុះ ការថែទាំ និងបញ្ហាជំងឺជាដើម ជាពិសេសនោះគឺជំងឺដែលបណ្តាលមកពីពពួកផ្សិតក្រោយពីការកាត់មែករួច (Faust, 2023)។

នៅប្រទេសកម្ពុជា ការអនុវត្តនាពេលបច្ចុប្បន្នទៅលើការគ្រប់គ្រងជំងឺផ្សិតនៅលើរបួសស្វាយចន្ទី គឺការប្រើប្រាស់ល្បាយប័រដូ (Faust, 2023)។ ទោះយ៉ាងណា ការលាយល្បាយប័រដូមានភាពស្មុគស្មាញ តម្លៃថ្លៃ និងប្រសិទ្ធភាពក្នុងការព្យាបាលនៅមានប្រសិទ្ធភាពទាបនៅឡើយ និងអាចបង្កផលប៉ះពាល់ដល់ស្វាយចន្ទីថែមទៀតផង នៅពេលប្រើលើសកម្រិត (Gade & Koche, 2012)។ ការស្រាវជ្រាវថ្មីៗបានបង្ហាញពីប្រសិទ្ធភាពផ្សិត ជីវសាស្ត្រ *Trichoderma* spp. ក្នុងការការពារ និងព្យាបាលជំងឺផ្សិតលើដំណាំជាច្រើនប្រភេទដូចជា ស្រូវ បន្លែ និងដើមឈើហូបផ្លែផ្សេងទៀត (Chou et al., 2020)។ ទោះបីជាម្សៅត្រៃកូដឺម៉ា ត្រូវបានរកឃើញថាមានប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់លើដំណាំកសិកម្មជាក៏ដោយ ការស្រាវជ្រាវដាក់លាក់ផ្តោតលើការវាយតម្លៃលើរបួសស្វាយចន្ទីក្រោយការកាត់មែកនៅមានកម្រិតនៅឡើយ។ លើសពីនេះ ការព្យាបាលដោយប្រើល្បាយប័រដូនៅពុំអាចបំពេញ និងដោះស្រាយលើការព្យាបាលជំងឺផ្សិតនៅលើរបួសស្វាយចន្ទីបានល្អនោះទេក្នុងបរិបទប្រទេសកម្ពុជា។ ដូច្នេះ ចាំបាច់ត្រូវមានការស្រាវជ្រាវច្បាស់លាស់ដើម្បីវាយតម្លៃប្រសិទ្ធភាពនៃល្បាយប័រដូ និងម្សៅត្រៃកូដឺម៉ាដែលជាជម្រើសដ៏មានសក្តានុពលសម្រាប់ការពារ និងព្យាបាលរបួសស្វាយចន្ទីក្រោយការកាត់មែក។ ការសិក្សានេះមានគោលបំណងបំពេញនូវភាពខ្វះចន្លោះនេះ ដោយធ្វើការអង្កេតលើការព្យាបាលរបួសស្វាយចន្ទីដោយប្រើល្បាយប័រដូរ ម្សៅត្រៃកូដឺម៉ា ៤០% និងម្សៅត្រៃកូដឺម៉ា ៥០% ដើម្បីផ្តល់ជម្រើសកាន់តែប្រសើរសម្រាប់កសិករដាំស្វាយចន្ទីនៅប្រទេសកម្ពុជា។

សម្ភារៈ និងវិធីសាស្ត្រ

ទីតាំង និងពេលវេលាពិសោធន៍

ការពិសោធលើការផលិតម្សៅត្រៃកូដឺម៉ា (Trichoderma powder) ធ្វើឡើងនៅមន្ទីរពិសោធន៍មីក្រូជីវសាស្ត្រ ក្នុងសាកលវិទ្យាល័យក្រចេះ ដែលស្ថិតនៅភូមិស្រែស្តៅ សង្កាត់អូរឫស្សី ក្រុងក្រចេះ ខេត្តក្រចេះ។ ការពិសោធលើរបួសស្វាយចន្ទីមានទីតាំងនៅភូមិសោបក្រោម ឃុំសោប ស្រុកព្រែកប្រសព្វ ខេត្តក្រចេះ។ ការពិសោធនេះចាប់ផ្តើមពីថ្ងៃទី១ ខែមិថុនា រហូតដល់ថ្ងៃទី៣០ ខែកញ្ញា ឆ្នាំ២០២៣ ដោយធ្វើនៅមន្ទីរពិសោធន៍រយៈពេល ៣០ថ្ងៃ និងទីវាល ៩០ថ្ងៃ។ ការពិសោធនេះត្រូវបានធ្វើឡើងក្នុងរដូវវស្សា (រដូវភ្លៀងធ្លាក់)។

សម្ភារៈ និងវត្ថុធាតុដើមពិសោធន៍

ការពិសោធនេះបានប្រើប្រាស់ផ្សិតជីវសាស្ត្រ *T. asperellum* អង្ករ ១គីឡូក្រាម កែវផេទ្រីឌីស ម្សៅ Potato Dextrose Agar (PDA) ស៊ីជូរខៀវ ១គីឡូក្រាម កំបោរកសិកម្ម ១គីឡូក្រាម និងទឹក ១០លីត្រ។ ការពិសោធនៅទីវាលបានប្រើប្រាស់ដើមស្វាយចន្ទីដែលមានអាយុកាលស្មើគ្នា (៥ឆ្នាំ) គ្រប់អាយុកាត់មែក និងមានទំហំរបួសប្រហាក់ប្រហែលគ្នាចំនួន ៤៥ដើម។

អាហារបណ្តុះផ្សិត ល្បាយប័រដូ និងល្បាយម្សៅត្រៃកូដឺម៉ា

ម្សៅ PDA ចំនួន ៤% ត្រូវបានលាយជាមួយទឹកបិតយកទៅធ្វើស្តេរីលកម្ម (Sterilization) ១២១អង្សាសេ សម្ពាធ ១០៦ kPa (១ atm) រយៈពេល ២០នាទី បន្ទាប់មកទុកឱ្យត្រជាក់ត្រឹម ៦០អង្សាសេ មុននឹងចាក់ចូលចានបណ្តុះប្រើប្រាស់ដើម្បីបណ្តុះផ្សិតបង្កជំងឺ និងផ្សិតជីវសាស្ត្រ *T. asperellum*។ ល្បាយប័រដូ ១០% ត្រូវប្រើប្រាស់ សាច់ជូរខៀវ ១គីឡូក្រាម

លាយជាមួយទឹក ១០លីត្រ កូរឱ្យលាយស្មើសាច់ និងតម្រូវកម្រិត pH ត្រឹម ៧។ ម្សៅត្រៃកូដឺម៉ា ៤០០ក្រាម ត្រូវបានលាយជាមួយទឹក ១លីត្រ ដើម្បីទទួលបានល្បាយម្សៅត្រៃកូដឺម៉ា ៤០% និងម្សៅត្រៃកូដឺម៉ា ៥០០ក្រាម លាយជាមួយទឹក ១លីត្រ ដើម្បីទទួលបានល្បាយម្សៅត្រៃកូដឺម៉ា ៥០% ។

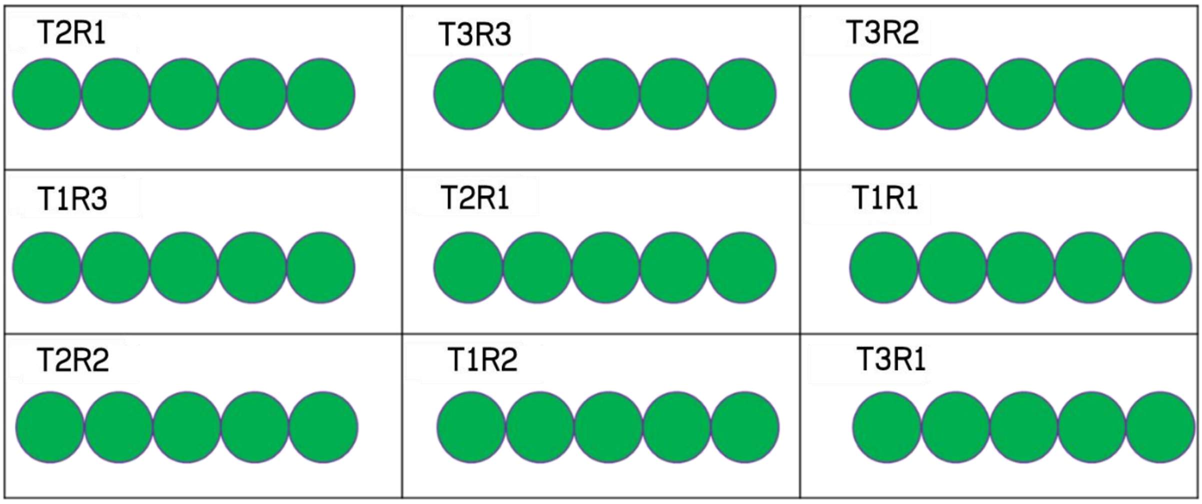
ប្លង់ស្រាវជ្រាវនៅទីវាល

ការពិសោធនេះត្រូវធ្វើឡើងដោយប្រើប្រាស់ថ្នាំជីវសាស្ត្រ គឺម្សៅត្រៃកូឌឺម៉ាពីរកម្រិត (៤០% និង ៥០%) ដែលជាកម្រិតសូលុយស្យុងរាវងាយស្រួលលាបឱ្យស្អិតជាប់នៅលើរបួសស្វាយចន្ទី និងល្បាយប័រដូកម្រិត ១០% ដែលជាកម្រិតប្រើប្រាស់របស់កសិករគម្រូក្នុងគម្រោងអង្គការ Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ)។ បច្ច័យសរុបមានចំនួន ៣បច្ច័យ និងបច្ច័យនីមួយៗត្រូវបានធ្វើឡើងចំនួន ៣សា ក្នុងមួយសាមានដើមស្វាយចន្ទី ៥ដើម សរុបមានស្វាយចន្ទីចំនួន ៤៥ដើម (រូបភាពទី១)។ ស្វាយចន្ទីដែលជ្រើសរើសមានអាយុស្មើគ្នា គ្រប់អាយុតែងមែក និងទំហំរបួសប្រហាក់ប្រហែលគ្នា។ ចំពោះប្លង់ពិសោធន៍ត្រូវបានរៀបចំតាមគម្រូ Completely Randomized Design (CRD)។

បច្ច័យទី១ (T1)៖ ល្បាយប័រដូកម្រិត ១០% (Faust, 2023)

បច្ច័យទី២ (T2)៖ ម្សៅត្រៃកូដឺម៉ាកម្រិត ៤០%

បច្ច័យទី៣ (T3)៖ ម្សៅត្រៃកូដឺម៉ាកម្រិត ៥០%

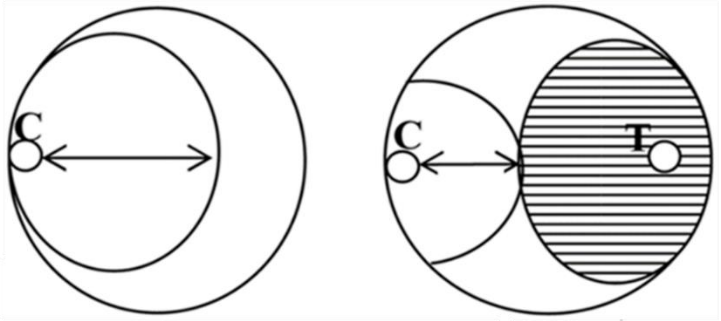


រូបភាពទី១៖ ប្លង់ពិសោធន៍នៃដំណាំស្វាយចន្ទីនៅទីវាល

សម្គាល់៖ T1R1 = បច្ច័យទី១ និងសាទី១, T1R2 = បច្ច័យទី១ និងសាទី២, T2R1 = បច្ច័យទី២ និងសាទី១។ល។

ការវាស់វែងកម្រិតបង្ក្រាក់សកម្មភាពផ្សិតជីវសាស្ត្រ T. asperellum

ផ្សិតជីវសាស្ត្រ *T. asperellum* និងផ្សិតបង្កជំងឺ *Rhizopus* ត្រូវបានបណ្ដុះថ្មី ដើម្បីប្រើប្រាស់លើការវាស់វែងកម្រិតលូតលាស់។ ផ្សិតជីវសាស្ត្រ *T. asperellum* និងផ្សិតបង្កជំងឺបានធ្វើការបណ្ដុះនៅលើចានបណ្ដុះ PDA តែមួយ ដោយបណ្ដុះនៅផ្នែកម្ខាងៗនៃចានបណ្ដុះនោះ។ បន្ទាប់មកដាក់ចានបណ្ដុះ PDA នៅសីតុណ្ហភាពបន្ទប់ ដើម្បីវាស់វែងការលូតលាស់ដោយប្រើប្រាស់រូបមន្ត ដូចមានបង្ហាញក្នុងរូបភាពទី២៖



$$I = \frac{C - T}{C} \times ១០០$$

I = ភាគរយបង្អាក់សកម្មភាព (%)
C = ប្រវែងកាំរង្វង់ផ្សិតបង្កជំងឺកសិណ (ស.ម)
T = ប្រវែងកាំរង្វង់ផ្សិតបង្កជំងឺបច្ច័យ T (ស.ម)

រូបភាពទី២៖ ចានបណ្តុះផ្សិតបង្កជំងឺដែលជាកស្សិណ និងចានបណ្តុះផ្សិតបង្កជំងឺ និងផ្សិតជីវសាស្ត្រ *T. asperellum*

ប្រភព៖ Rahman et al. (2009)។ ស.ម = សង់ទីម៉ែត្រ។

ការវាស់វែងភាគរយផ្ទៃឫសស្វាយចន្ទី

ការវាស់វែងពីភាគរយនៃកម្រិតផ្សះពីឫសស្វាយចន្ទី ត្រូវបានកំណត់ដោយការវាស់វែងពីផ្ទៃឫសនៃមុខកាត់ស្វាយចន្ទី (រាងជារង្វង់ $A = \pi r^2$) ដែលគិតជាមីលីម៉ែត្រ និងធ្វើការគណនារកភាគរយតាមរូបមន្ត ថ្ងៃទី n (0, ១៥, ៣០, ៤៥, ៦០, ៧៥ និង ៩០) ដោយភាគរយផ្ទៃឫសស្វាយចន្ទី = (ផ្ទៃនៃឫសនៅថ្ងៃទី n / ផ្ទៃឫសនៅថ្ងៃដំបូង) x ១០០ (Thakur et al., 2011)។

ការប្រមូលទិន្នន័យ

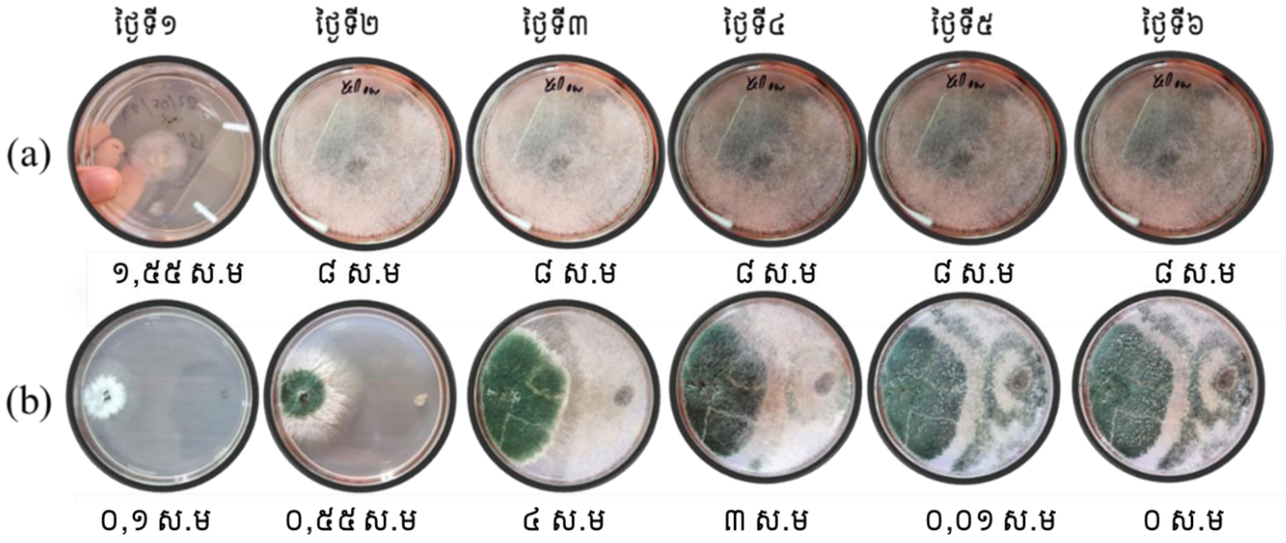
នៅក្នុងការពិសោធនេះ ទិន្នន័យចំបង ឬទិន្នន័យដើម ត្រូវបានវាស់វែង និងគណនាទៅតាមដំណាក់កាល និងថ្ងៃនីមួយៗដែលបានកំណត់ជាតម្លៃលេខ និងទិន្នន័យបែបបរិមាណវិស័យ។ ការវាស់វែងការលូតលាស់នៅលើចានបណ្តុះផ្សិតជីវសាស្ត្រ *T. asperellum* ត្រូវបានធ្វើឡើងរៀងរាល់ថ្ងៃ រយៈពេល ៧ ថ្ងៃ ដោយប្រើប្រាស់បន្ទាត់មានខ្នាតជាសង់ទីម៉ែត្រ។ ការវាស់វែង និងគណនាភាគរយផ្ទៃឫស ត្រូវបានធ្វើឡើង ១៥ ថ្ងៃម្តង រយៈពេល ៩០ ថ្ងៃ និងប្រើប្រាស់រូបមន្តដែលបានបង្ហាញខាងលើ។

ការវិភាគទិន្នន័យ

រាល់ទិន្នន័យនៃការពិសោធទាំងអស់ត្រូវបានគណនារកតម្លៃមធ្យម។ ក្រោយការប្រមូលទិន្នន័យ ការវិភាគ One-way ANOVA ត្រូវបានប្រើប្រាស់តាមកម្មវិធី GraphPad prism 9 version 9.5.1 (733) និងប្រើប្រាស់ Tukey's multiple comparisons test។ ចំណុចនីមួយៗនៅក្នុងរូបភាពទី៤ និងទី៧ និងតារាងទី១ ត្រូវបានបង្ហាញដោយតម្លៃមធ្យម (M), គម្លាតស្តង់ដា (SD) និងតម្លៃប្រូបាប៊ីលីតេ (p< 0,0១)។

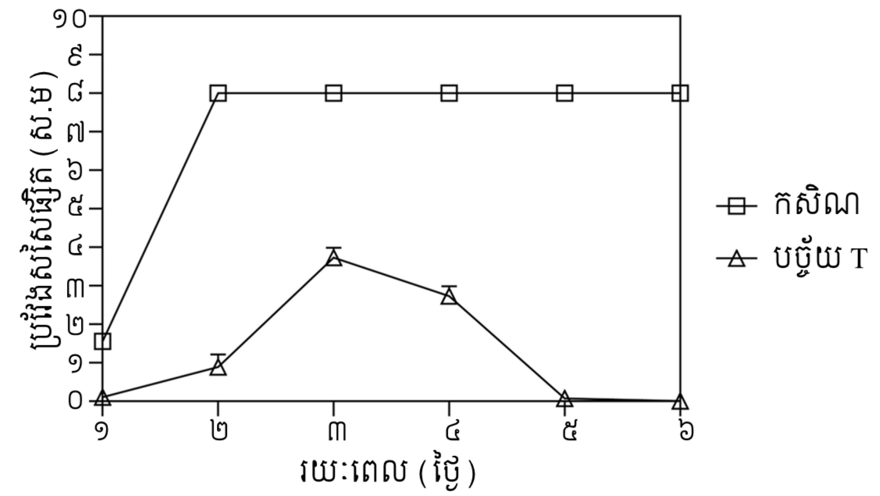
លទ្ធផលស្រាវជ្រាវ និងការពិភាក្សា

ការវាស់វែងកម្រិតបង្អាក់សកម្មភាពរបស់ផ្សិតជីវសាស្ត្រ T. asperellum



រូបភាពទី៣៖ ការបណ្តុះផ្សិតជីវសាស្រ្ត *T. asperellum* និងផ្សិតបង្កជំងឺលើដំណាំ (*Rhizopus*)
សម្គាល់៖ (a) ការបណ្តុះផ្សិតបង្កជំងឺលើចានបណ្តុះ PDA និង (b) ការបណ្តុះផ្សិតបង្កជំងឺ និងផ្សិតជីវសាស្រ្ត *T. asperellum* នៅលើចានបណ្តុះ PDA តែមួយ។ ស.ម = សង់ទីម៉ែត្រ

តាមរយៈរូបភាពទី៣ (a) យើងសង្កេតឃើញថា ការលូតលាស់របស់ផ្សិតបង្កជំងឺលើស្វាយចន្ទីមានការលូតលាស់លឿន និងខ្លាំងនៅពេលដែលគ្មានការប្រើប្រាស់ផ្សិតបង្អាក់សកម្មភាពពីផ្សិតជីវសាស្រ្ត។ រយៈពេលត្រឹម ២ថ្ងៃ ផ្សិតប្រភេទនេះបានដុះពេញនៅលើចានបណ្តុះ PDA ដែលមានកាំស្មើនឹង ៨សង់ទីម៉ែត្រ។ ផ្ទុយទៅវិញ រូបភាពទី៣ (b) បានបង្ហាញថា ផ្សិតបង្កជំងឺដែលត្រូវបានបណ្តុះនៅលើចានបណ្តុះដែលមានការបណ្តុះផ្សិតជីវសាស្រ្ត *T. asperellum* ។ នៅថ្ងៃបន្តបន្ទាប់ផ្សិតបង្កជំងឺត្រូវបានបង្អាក់សកម្មភាពដោយនៅថ្ងៃទី២ វាដុះបានត្រឹម ០,៥៥សង់ទីម៉ែត្រ។ ប៉ុន្តែនៅថ្ងៃបន្ទាប់ វាត្រូវបានបំផ្លាញដោយផ្សិតជីវសាស្រ្ត *T. asperellum* រហូតដល់ថ្ងៃទី៦ ផ្សិតបង្កជំងឺត្រូវបានបំផ្លាញទាំងស្រុងដោយផ្សិតជីវសាស្រ្ត *T. asperellum* ។ លទ្ធផលនេះស្របគ្នាទៅនឹងការសិក្សារបស់ Go et al. (2019) ដែលបានរកឃើញថា ការប្រើប្រាស់ផ្សិតជីវសាស្រ្ត *T. asperellum* អាចបង្អាក់សកម្មភាពផ្សិតប៉ាតូសែន នៅរយៈពេលជាមធ្យមចំនួនមួយសប្តាហ៍។ ស្រដៀងគ្នានេះ Elshahawy & Marrez (2023) បានបង្ហាញថា ការបណ្តុះផ្សិតបង្កជំងឺនៅលើចានបណ្តុះ PDA ដែលគ្មានវត្តមានផ្សិតបង្អាក់សកម្មភាព មានការលូតលាស់ល្អ និងរហ័ស ដែលផ្ទុយពីការប្រើប្រាស់ផ្សិតជីវសាស្រ្ត *T. asperellum* ដែលមានសមត្ថភាពខ្ពស់ក្នុងការប្រឆាំងនឹងការលូតលាស់ពពួកផ្សិតបង្កជំងឺបានល្អ និងមានប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់។ ការសិក្សានេះ ក៏ដូចការសិក្សារបស់ Cuervo-Parra et al. (2022) ដែលបានរកឃើញថា ការប្រើប្រាស់ផ្សិតជីវសាស្រ្ត *T. asperellum* មានប្រសិទ្ធភាពក្នុងការបំផ្លាញសរសៃផ្សិតដែលបង្កជំងឺ។ ក្នុងរយៈពេល២ថ្ងៃ ការប្រើប្រាស់ផ្សិតនេះបានបំផ្លាញផ្សិតបង្កជំងឺរហូតដល់ ៤៧%។



រូបភាពទី៤៖ ប្រវែងលូតលាស់នៃផ្សិតបង្កជំងឺ

សម្គាល់៖ រាងការ៉េ = សរសៃផ្សិតបង្កជំងឺនៅលើចានបណ្តុះ, រាងត្រីកោណ = សរសៃផ្សិតបង្កជំងឺនៅលើចានបណ្តុះដែលមានវត្តមានផ្សិតជីវសាស្ត្រ *T. asperellum*, ស.ម = សង់ទីម៉ែត្រ

តារាងទី១៖ *ការគណនាភាគរយកម្រិតបង្អាក់សកម្មភាពនៃផ្សិតជីវសាស្ត្រ T. asperellum*

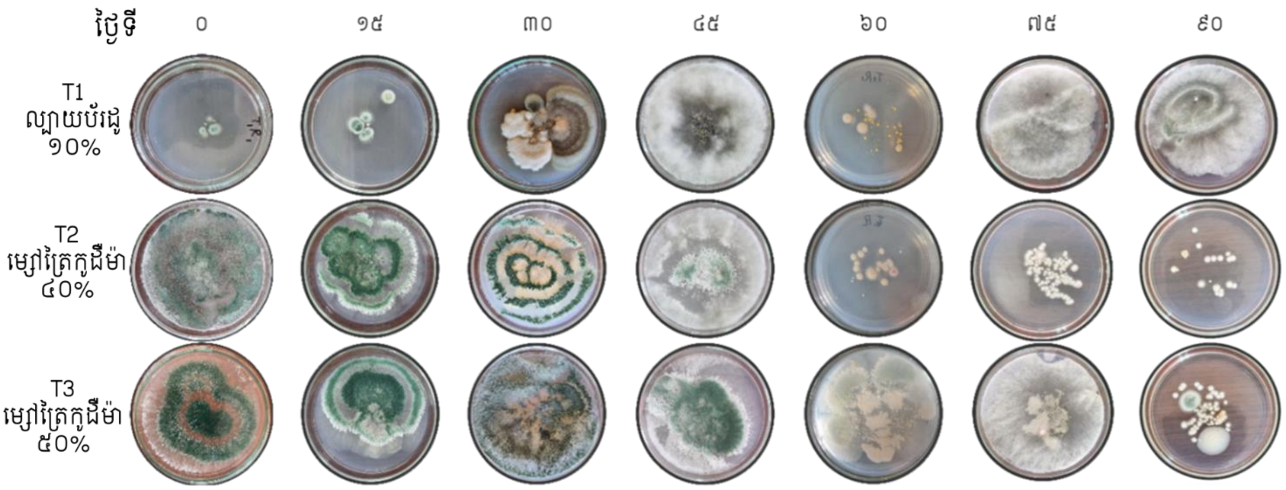
ថ្ងៃ	C ± SD (cm)	T ± SD (cm)	រូបមន្ត*	កម្រិតបង្អាក់សកម្មភាព (%)
១	១,៥៥ ± 0.00	0.១ ± 0,00	$I_1 = [(C_1-T_1)/C_1]$x១00	៩៤
២	៨ ± 0,00	0,៨៨ ± 0,៣	$I_2 = [(C_2-T_2)/C_2]$x១00	៨៩
៣	៨ ± 0,00	៣,៧៣ ± 0,៣	$I_3 = [(C_3-T_3)/C_3]$x១00	៥៣
៤	៨ ± 0,00	២,៧៣ ± 0,១	$I_4 = [(C_4-T_4)/C_4]$x១00	៦៦
៥	៨ ± 0,00	0,0៧ ± 0,0១	$I_5 = [(C_5-T_5)/C_5]$x១00	៩៩
៦	៨ ± 0,00	0,0 ± 0,00	$I_6 = [(C_6-T_6)/C_6]$x១00	១00

សម្គាល់៖ C = បច្ច័យបណ្តុះផ្សិត *Rhizopus* នៅលើចានបណ្តុះ PDA, SD = គម្លាតស្តង់ដានៃសាទាំងបី, T = បច្ច័យបណ្តុះផ្សិត *Rhizopus* នៅលើចានបណ្តុះ PDA ដែលមានផ្សិតជីវសាស្ត្រ *T. asperellum*, *រូបមន្តគណនាភាគរយបង្អាក់សកម្មសម្រាប់ថ្ងៃនីមួយៗ

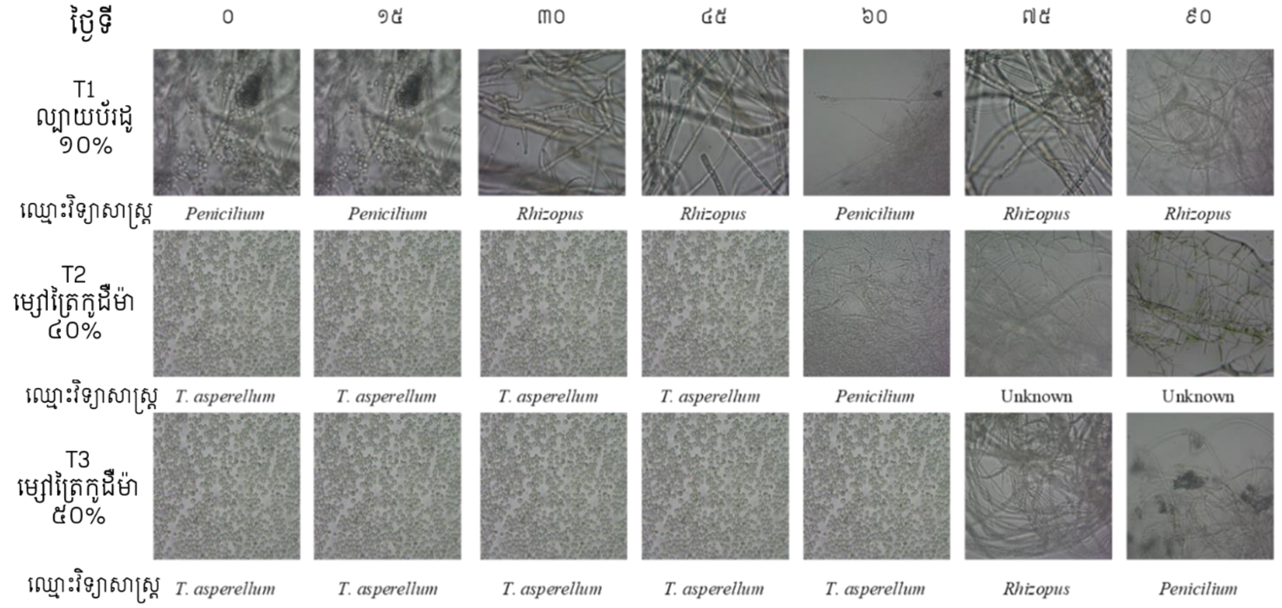
ដូចបានបង្ហាញក្នុងរូបភាពទី៤ បច្ច័យកសិណមានការលូតលាស់ឥតឈប់ឈរ ដោយត្រឹមតែ ៤៨ម៉ោង ការលូតលាស់របស់ផ្សិតពេញផ្ទៃនៃចានបណ្តុះ។ ចំពោះបច្ច័យ T ដែលមានការបង្អាក់សកម្មភាពដោយផ្សិតជីវសាស្ត្រ *T. asperellum* ប្រវែងលូតលាស់មិនលើសពី ៣,៧សង់ទីម៉ែត្រឡើយ។ ការបង្អាក់សកម្មភាពបានកើនឡើងបន្តបន្ទាប់រហូតដល់ថ្ងៃទី៦ នៃបច្ច័យ T ។ ផ្សិតបង្កជំងឺត្រូវបានបំផ្លាញដោយផ្សិតជីវសាស្ត្រ *T. asperellum* ទាំងស្រុង ដោយកម្រិតភាគរយបង្អាក់សកម្មភាពស្មើនឹង ១00% (តារាងទី១) ។

លទ្ធផលបានបង្ហាញថា ផ្សិតជីវសាស្ត្រ *T. asperellum* បានធ្វើការបំផ្លាញសរសៃផ្សិតបង្កជំងឺដោយដុះលុបលើផ្សិតនោះ និងបំផ្លាញសរសៃផ្សិតឱ្យឈប់លូតលាស់។ លទ្ធផលនេះ ដូចគ្នាទៅនឹងការពិសោធរបស់ Guzmán-Guzmán et al. (2023) ដែលបានប្រើប្រាស់ផ្សិតជីវសាស្ត្រ *T. asperellum* និងផ្សិតត្រៃកូដឺម៉ាប្រភេទផ្សេងទៀត។ លើសពីនេះ Yao et al. (2023) បានលើកឡើងថាផ្សិតជីវសាស្ត្រ *T. asperellum* អាចផលិតនូវសារជាតុប្រឆាំងនឹងបាក់តេរី និងផ្សិតដែលនាំឱ្យវាអាចបង្អាក់សកម្មភាពប៉ាតូសែន នៅលើដំណាំផ្សេងៗ និងអាចចូលរួមជាមួយអង់ស៊ីមដើម្បីបំបែកភ្នាសគ្រោងរបស់ផ្សិតប៉ាតូសែន ដែលនាំឱ្យការលូតលាស់របស់ដំណាំបានប្រសើរ ស្របទៅនឹងការពិសោធដែលផ្សិតជីវសាស្ត្រ *T. asperellum* ផលិតនូវសារជាតុប្រឆាំងនឹងផ្សិតនាំឱ្យផ្សិតទាំងនោះត្រូវបានបំផ្លាញ។ ទន្ទឹមនឹងនេះ ផ្សិតបង្កជំងឺលើដំណាំដែលបណ្តុះលើចានបណ្តុះ PDA មានការលូតលាស់លឿន និងល្អ ពេលគ្មានវត្តមានសារជាតុបង្អាក់សកម្មភាពណាមួយ។ ផ្ទុយទៅវិញ នៅពេលមានការប្រើប្រាស់ផ្សិតជីវសាស្ត្រ *T. asperellum* នាំឱ្យផ្សិតបង្កជំងឺលូតលាស់យឺត និងថែមទាំងត្រូវបំផ្លាញដោយផ្សិតជីវសាស្ត្រ *T. asperellum* ដែលលទ្ធផលនេះដូចគ្នាទៅនឹងការពិសោធរបស់ Tamizi et al. (2022) និង Martínez-Salgado et al. (2021)។

ការកំណត់អត្តសញ្ញាណផ្សិតនៅលើប្ញសស្វាយចន្ទី



រូបភាពទី៥៖ ផ្សិតនៅលើប្ញសស្វា



យចន្ទីនៃបច្ច័យនីមួយៗដែលបណ្តុះលើចានបណ្តុះ PDA

រូបភាពទី៦៖ រចនាសម្ព័ន្ធផ្សិតនៅលើរបួសស្វាយចន្ទីប្រើប្រាស់មីក្រូទស្សន៍សមាស LB-1270

T. asperellum គឺអាស្រ័យលើការសិក្សារបស់ Rhaman et al. (2009)

Penicillium គឺអាស្រ័យលើការសិក្សារបស់ Pitt et al. (2014)

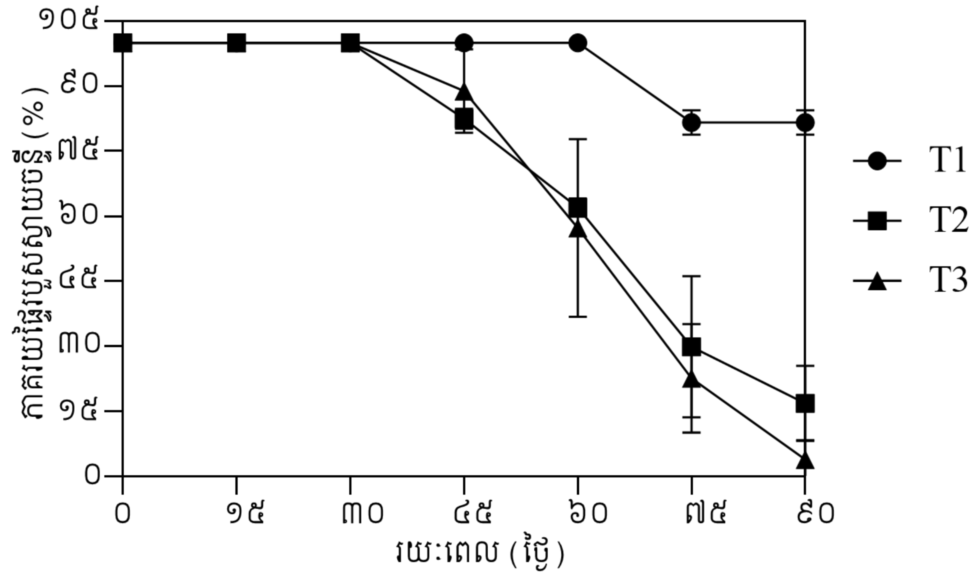
Rhizopus គឺអាស្រ័យលើការសិក្សារបស់ Lennartsson et al. (2014)

Unknow = មិនអាចកំណត់អត្តសញ្ញាណបាន

តាមរយៈរូបភាពទី៥ និងទី៦ ការប្រើប្រាស់ល្បាយប័រដូ ១០% (បច្ច័យ T1) គិតចាប់ពីថ្ងៃទី០ រហូតមកដល់ថ្ងៃទី៩០ វាមានដុះពពួកផ្សិតដែលពុំមែនជាផ្សិតជីវសាស្ត្រ *T. asperellum* នៅលើមុខរបួសរបស់ស្វាយចន្ទី។ ផ្សិតដែលដុះនៅលើចានបណ្តុះ នៃបច្ច័យ T1 មានដូចជា ផ្សិត *Penicillium* និង *Rhizopus* (រូបភាពទី៦)។ ចំណែកការប្រើប្រាស់ម្សៅត្រៃកូដឺម៉ា ៤០% (បច្ច័យ T2) មានប្រសិទ្ធភាពការពារផ្សិតដទៃរហូតដល់ថ្ងៃទី៤៥ ដោយក្នុងនោះ ចាប់ពីថ្ងៃទី០ ដល់ថ្ងៃទី៤៥ មានដុះតែផ្សិត *T. asperellum* ប៉ុណ្ណោះ។ ចាប់ពីថ្ងៃទី៤៥ ដល់ថ្ងៃទី៩០ វាមានដុះនូវផ្សិត *Penicillium* និងផ្សិតដទៃទៀត ដែលពុំអាចកំណត់អត្តសញ្ញាណបាន។ ចំពោះការប្រើប្រាស់ ម្សៅត្រៃកូដឺម៉ា ៥០% (បច្ច័យ T3) មានប្រសិទ្ធភាពការពារផ្សិតដទៃរហូតដល់ ៦០ថ្ងៃ ដោយចាប់ពីថ្ងៃទី០ ដល់ថ្ងៃទី៦០ មានដុះតែផ្សិតជីវសាស្ត្រ *T. asperellum* ប៉ុណ្ណោះ។ ចាប់ពីថ្ងៃទី៦០ ដល់ ៩០ វាមានដុះនូវផ្សិត *Penicillium* និង *Rhizopus* (រូបភាពទី៦)។ លទ្ធផលនៃការសិក្សានេះ ស្របគ្នាទៅនឹងការសិក្សារបស់ Freire et al. (2002) និង Adebajo & Diyaolu (2003) ដែលបានរកឃើញថា ដំណាំស្វាយចន្ទីជួបប្រទះនឹងជំងឺជាច្រើនដែលមិនមានការការពារដូចជា ជំងឺអង់ត្រាក់ណូស (Anthracnose) ជំងឺហ្គូម៉ូស៊ីស (Gummosis) ជំងឺអ៊ុតស្លឹក ដោយមានការបំផ្លាញដោយផ្សិត *Rhizopus*, *Aspergillus, និង Penicillium* និងជំងឺផ្សេងទៀតជាច្រើនប្រភេទ។ ការសិក្សានេះក៏ដូចគ្នានឹងការសិក្សារបស់ Dominic et al. (2014) និង Khatoom et al. (2017) ដែលបានរកឃើញថាដំណាំស្វាយចន្ទីជាដំណាំទទួលបានតម្លៃខ្ពស់ ប៉ុន្តែក៏ជាដំណាំដែលរងការបំផ្លាញដោយផ្សិតប៉ាតូសែន ដូចជា *Pestalotionpsis palmarum, Phyllosticta* spp., *Colletotrichum gloeosporioides, Botryodiplodia theobromae, Fusarium oxysporum, Rhizoctonia solani, Chaeotium brassiliense* និង *Cryptosporiopsis* spp. ផងដែរ។ ការសិក្សានេះស្របគ្នានឹងការសិក្សា

របស់ Parlindo et al. (2023) ដែលបានរកឃើញថា ដំណាំស្វាយចន្ទីជួបប្រទះផ្សិតបង្កជំងឺកើតមាននៅលើឫស ដើម និងស្លឹក។ Parlindo et al. (2023) បានលើកឡើងថា ការប្រើប្រាស់ម្សៅត្រៃកូដឺម៉ាជាជម្រើសដែលផ្តល់ប្រសិទ្ធភាពប្រសើរបំផុតក្នុងការការពារ និងព្យាបាលជំងឺផ្សិត ដែលការសិក្សានេះបង្ហាញលទ្ធផលស្របទៅនឹងការលើកឡើងនេះ។

ស្ថានភាពរបួសស្វាយចន្ទីក្រោយការតែងមែក



រូបភាពទី៧៖ បម្រែបម្រួលផ្ទៃនៃរបួសស្វាយចន្ទីគិតជាភាគរយនៃបច្ច័យនីមួយៗ

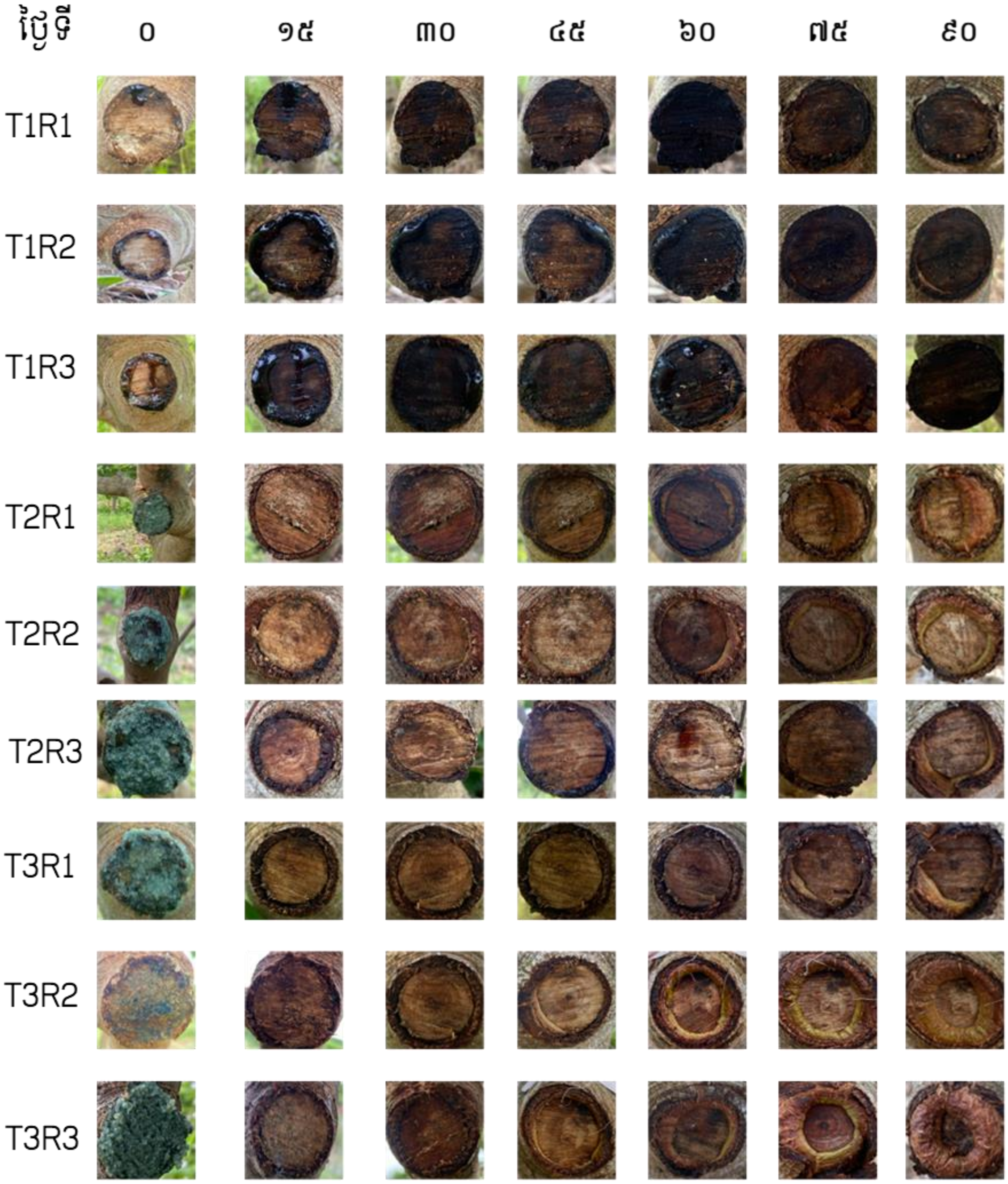
ការពិសោធក្នុងការសិក្សានេះបានបង្ហាញថា បម្រែបម្រួលកម្រិតភាគរយនៃផ្ទៃរបួសស្វាយចន្ទីដែលព្យាបាល និងការពាររយៈពេល ៩០ថ្ងៃ គឺមានកម្រិតខុសគ្នាអាស្រ័យនឹងប្រភេទថ្នាំ និងកម្រិតដែលប្រើប្រាស់។ របួសស្វាយចន្ទីដែលប្រើប្រាស់ល្បាយប័រដូ ១០% (T1) ពុំបានព្យាបាល ឬបង្កើនល្បឿនក្នុងការផ្សះរបួសស្វាយចន្ទីបានល្អប្រសើរនោះទេ ក្នុងរយៈពេល ៩០ថ្ងៃ ដោយវាបន្សល់នូវផ្ទៃរបួស ៨២ ± ២,៨% ។ បច្ច័យដែលប្រើប្រាស់ម្សៅត្រៃកូដឺម៉ា ៤០% (T2) មានសមត្ថភាពព្យាបាលរបួសស្វាយចន្ទី ដោយនៅថ្ងៃទី៤៥ ផ្ទៃនៃរបួសស្វាយចន្ទីបានធ្លាក់ចុះ រហូតដល់ថ្ងៃចុងក្រោយធ្លាក់ចុះមកកម្រិតជាមធ្យម ១៧ ± ៨%។ ចំណែកបច្ច័យដែលប្រើប្រាស់ម្សៅត្រៃកូដឺម៉ា ៥០% មានសមត្ថភាពអាចព្យាបាលរបួសដំណាំស្វាយចន្ទីបានខ្ពស់ជាងគេ ដោយនៅថ្ងៃចុងក្រោយភាគរយផ្ទៃនៃរបួសរបស់ស្វាយចន្ទីធ្លាក់ដល់ជាមធ្យមស្មើនឹង ៣ ± ៣,៨៥%។ តាមការវិភាគ One-way ANOVA បង្ហាញថាភាគរយផ្ទៃរបួសស្វាយចន្ទីនៅក្នុងបច្ច័យនីមួយៗមានភាពខុសគ្នាជាអត្ថន័យក្នុងកម្រិតជឿជាក់ ៩៩% (p<0,0១)។

តារាងទី២៖ *ការប្រៀបធៀបភាពខុសគ្នានៃតម្លៃមធ្យមនៅក្នុងបច្ច័យនីមួយៗ*

បច្ច័យនីមួយៗ	**ភាពខុសគ្នានៃតម្លៃមធ្យម**	**តម្លៃ p**
T1 vs. T2	៦៤,៦៧	0,000១

T1 vs. T3	៧៧,៧០	០,០០០១
T2 vs. T3	១៣,០៣	០,០៧៨២

តារាងទី២ បង្ហាញថាការប្រែប្រួលជាមធ្យមនៃរបួសស្វាយចន្ទីរបស់បច្ច័យនីមួយៗ គឺមានភាពខុសគ្នា ដោយបច្ច័យ T1 និង T2 និង T1 និង T3 មានភាពខុសគ្នាក្នុងកម្រិតជឿជាក់ខ្ពស់ (*p*<០,០១) នៅពេលដែលបច្ច័យ T2 និង T3 ពុំមានភាពខុសគ្នាជាអត្ថន័យស្ថិតិទេ (*p*>០,០៥)។



រូបភាពទី៨៖ ស្ថានភាពរបួសស្វាយចន្ទីនៃបច្ច័យនីមួយៗចាប់ពីថ្ងៃតែងមែករហូតដល់ថ្ងៃទី៩០

លទ្ធផលស្រាវជ្រាវបង្ហាញថាបច្ច័យដែលប្រើប្រាស់ល្បាយប័រដូ ធ្វើឱ្យមុខរបួសចន្ទីមានពណ៌ខ្មៅ និងចេញជ័រដែលជាជំងឺហ្គូម៉ូស៊ីស (Gummosis)។ បច្ច័យដែលប្រើប្រាស់ល្បាយប័រដូពុំបង្កើនល្បឿនក្នុងការផ្សះរបួសនោះទេ ខណៈដែលបច្ច័យប្រើប្រាស់ម្សៅត្រៃកូដឺម៉ា បានពន្លឿនការផ្សះរបួសបានល្អ (រូបភាពទី៨)។ ការពិសោធន៍នេះ រកឃើញថាបច្ច័យប្រើប្រាស់ម្សៅត្រៃកូដឺម៉ាកម្រិត ៥០% បានបង្កើនការផ្សះរបួសបានលឿនជាងគេ។ លទ្ធផលនៃការសិក្សានេះ ដូចគ្នាទៅនឹង Patten et al. (2010) ដែលបានបង្ហាញថា ល្បាយប័រដូបណ្តាលឱ្យមុខរបួសដំណាំឡើងខ្មៅដោយសារអុកស៊ីតកម្ម។ ដូចគ្នានេះដែរ ការសិក្សានេះដូចគ្នាទៅនឹងការសិក្សារបស់ Broome et al. (2010) ដែលបានរកឃើញថាការប្រើប្រាស់ល្បាយប័រដូអាចការពារពពួកផ្សិតបំផ្លាញលើរបួស តែពុំអាចបង្កើនល្បឿនក្នុងការផ្សះរបួសឡើយ។ លទ្ធផលដែលបង្ហាញថាការប្រើប្រាស់ល្បាយប័រដូ ១០% (T1) ពុំបានបង្កើនល្បឿននៃការព្យាបាលរបួសស្វាយចន្ទី ដូចគ្នាទៅនឹងការសិក្សារបស់ Faust (2023) ដែលបង្ហាញថាល្បាយប័រដូ ១០% ល្អប្រសើរសម្រាប់ការការពារការបំផ្លាញពីជំងឺផ្សិត។ ការប្រើប្រាស់កំហាប់សាច់ដូរខៀវ និងកាល់ស្យូមអុកស៊ីតធ្វើឱ្យផ្សិតមួយចំនួនមិនអាចធន់បាន តែស្នាមរបួសអាចនឹងឡើងខ្មៅ ដោយសារសាច់របួសត្រូវបានជ្រាបចូលដោយសារជាតុទាំងនេះ (Faust, 2023)។

ការសិក្សានេះបានបង្ហាញថា ម្សៅត្រៃកូដឺម៉ាអាចធ្វើការបង្អាក់សកម្មភាពផ្សិតបង្កជំងឺលើដំណាំដូចជា *Rhizopus, Aspergillus, Penicillium* និងអាចការពារពីជំងឺហ្គូម៉ូស៊ីស (Gummosis) ផងដែរ។ លទ្ធផលនេះដូចគ្នាទៅនឹងការសិក្សារបស់ Lennartsson et al. (2014) និង Mousavi et al. (2016) ដែលបានរកឃើញថាផ្សិត *Rhizopus* និង *Aspergillus* ជាប្រភេទផ្សិតដែលគេជួបប្រទះច្រើនលើដំណាំ ដោយវាធ្វើការបំផ្លាញផ្នែកផ្សេងៗនៃដំណាំ ជាពិសេសគឺផ្លែឈើ ដែលបណ្តាលឱ្យវាឡើងស្អុយរលួយ។ លទ្ធផលនៃការសិក្សានេះ ក៏ស្រដៀងនឹងការសិក្សារបស់ Pitt et al. (2014) និង Yadav et al. (2018) ដែលបានរកឃើញថាផ្សិត *Penicillium* ច្រើនលូតលាស់នៅលើដំណាំហូបផ្លែ និងបង្អាក់សកម្មភាពលូតលាស់របស់វាតាមរយៈការបង្កជំងឺឱ្យអន់ដើម។ ផ្សិតជីវសាស្ត្រ *T. asperellum* ជាផ្សិតជួយជំរុញការលូតលាស់លើដំណាំ និងមិនមានការបំផ្លាញលើផលិតផល ឬផ្នែកណាមួយនៃដំណាំឡើយ។ ការសិក្សនេះ ក៏ស្របគ្នានឹងការសិក្សារបស់ Tyśkiewicz et al. (2022) ដែលបានលើកឡើងថាផ្សិតជីវសាស្ត្រ *T. asperellum* មានសមត្ថភាពក្នុងការការពារដំណាំពីពពួកផ្សិតបង្កជំងឺជាច្រើនប្រភេទ។ ដូចគ្នានេះដែរ ការសិក្សារបស់ Ramsés et al. (2018) ក៏បានលើកឡើងថាផ្សិតជីវសាស្ត្រ *T. asperellum* ត្រូវបានគេប្រើប្រាស់ដើម្បីការពារពីពពួកផ្សិត និងបាក់តេរីមួយចំនួនយ៉ាងមានប្រសិទ្ធភាព។ ជារួម ការប្រើប្រាស់ម្សៅត្រៃកូដឺម៉ា ៥០% អាចការពារការលូតលាស់របស់ផ្សិត បង្កជំងឺ និងបង្កើនល្បឿនការផ្សះរបួសស្វាយចន្ទីបានល្អជាងការប្រើប្រាស់ម្សៅត្រៃកូដឺម៉ា ៥០%។ ការសិក្សារបស់ Reis et al. (2019) ក៏បានបង្ហាញថាការប្រើប្រាស់កំហាប់នៃម្សៅត្រៃកូដឺម៉ាខ្ពស់ មានប្រសិទ្ធិភាពលើការការពារដំណាំកាន់តែបានល្អ។ ដូចគ្នានឹងការសិក្សានេះ Sokhandani et al. (2016) បានរកឃើញថាម្សៅត្រៃកូដឺម៉ាកម្រិតខ្ពស់រារាំងផ្សិតបង្កជំងឺកាន់តែមានប្រសិទ្ធភាព និងមិនផ្តល់ផលប៉ះពាល់ដល់ដំណាំឡើយ។ លើសពីនេះ ម្សៅត្រៃកូដឺម៉ាមានប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់លើការការពារ និងព្យាបាលជំងឺហៀជ័រ នាំឱ្យរបួសស្វាយចន្ទីឆាប់សះពីរបួស។ ដូចគ្នានឹងការសិក្សានេះ Choudhary et al. (2021) បានលើកឡើងថាម្សៅត្រៃកូដឺម៉ាផលិតពីផ្សិតជីវសាស្ត្រ *T. aserellum* អាចបន្ថយទំហំរបួសរបស់ដំណាំដោយវាការពារដំណាំដែលមានជំងឺហៀជ័រ និងធ្វើឱ្យដំណាំមានសុខភាពល្អ។ Schubert et al. (2008) ក៏បានលើកឡើងថាផ្សិតជីវសាស្ត្រ *T. asperellum* មានប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់ទៅលើប្រភេទ

ដំណាំ

ផ្សេងៗជាច្រើនមិនត្រឹមតែទៅលើស្វាយចន្ទីនោះទេ។

សេចក្តីសន្និដ្ឋាន

លទ្ធផលនៃការសិក្សានេះ បានបង្ហាញថាការប្រើប្រាស់ម្សៅត្រៃកូដឺម៉ាមានប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់ជាងល្បាយប័រដូលើការការពារការលូតលាស់ផ្សិតបង្កជំងឺលើប្លែសស្វាយចន្ទី។ កម្រិតម្សៅត្រៃកូដឺម៉ា ៥០% ត្រូវបានរកឃើញថាអាចការពារការឆ្លងពពួកផ្សិតលើសការប្រើប្រាស់ម្សៅត្រៃកូដឺម៉ា ៤០% ចំនួន ១៥ថ្ងៃ។ ចំពោះប្រសិទ្ធភាពក្នុងការព្យាបាលប្លែសស្វាយចន្ទីល្បាយប័រដូ ពុំបានពន្លឿនការផ្សះប្លែសដំណាំស្វាយចន្ទីក្រោយការតែងមែកបានល្អនោះទេ។ ចំណែកម្សៅត្រៃកូដឺម៉ាមានប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់ដោយពន្លឿនការសះពីប្លែសរយៈពេល ៩០ថ្ងៃ នៅសល់ត្រឹម ៣ ± ៤% នៃផ្ទៃប្លែសស្វាយចន្ទី។ តាមរយៈការសិក្សានេះ យើងអាចសន្និដ្ឋានបានថាផ្សិតជីវសាស្ត្រ T. asperellum ពិតជាដើរតួនាទីយ៉ាងសំខាន់ក្នុងការការពារស្វាយចន្ទីពីផ្សិតបង្កជំងឺ និងការព្យាបាលប្លែសលើស្វាយចន្ទីក្រោយការកាត់តែងមែកបានយ៉ាងល្អប្រសើរ។ តាមរយៈការប្រៀបធៀបបច្ច័យនីមួយៗ បានបង្ហាញថាបច្ច័យដែលប្រើប្រាស់ម្សៅត្រៃកូដឺម៉ា មានប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់ជាងបច្ច័យដែលប្រើប្រាស់ល្បាយប្ញរដូ។ បច្ច័យដែលប្រើប្រាស់ម្សៅត្រៃកូដឺម៉ា ៤០% និង ៥០% ពុំមានភាពខុសគ្នានោះទេ។ ចំពោះការកំណត់អត្តសញ្ញាណនៃផ្សិតនៅលើប្លែសស្វាយចន្ទី លទ្ធផលបានបង្ហាញថាបច្ច័យ T3 អាចការពារផ្សិតបានយូរជាងគេបើធៀបទៅនឹងបច្ច័យផ្សេងទៀត។ អាស្រ័យហេតុនេះ លទ្ធផលចុងក្រោយការប្រើប្រាស់ម្សៅត្រៃកូដឺម៉ាកម្រិត ៤០% ជាជម្រើស និងជាបច្ច័យប្រសើរបំផុតសម្រាប់ការការពារ និងព្យាបាលប្លែសដំណាំស្វាយចន្ទីក្រោយការតែងមែក។

ការសិក្សានេះបានបង្ហាញពីប្រសិទ្ធភាពម្សៅត្រៃកូដឺម៉ាក្នុងការការពារ និងព្យាបាលប្លែសស្វាយចន្ទីបានប្រសើរក្រោយការតែងមែក។ ទោះយ៉ាងណា ការសិក្សានេះបានធ្វើឡើងនៅក្នុងរដូវវស្សា (រដូវភ្លៀង) ដែលផ្តល់ផលវិបាកក្រោយការលាបប្លែសស្វាយចន្ទីក្រោយការតែងមែក ដោយវាងាយនឹងលាងសម្អាតថ្នាំលាបដែលប្រើប្រាស់។ ម្យ៉ាងវិញទៀត ស្ថានភាពជំងឺ និងបរិស្ថានចំការស្វាយចន្ទីពីតំបន់មួយខុសគ្នាពីតំបន់មួយទៀត ដែលវាជាដែនកំណត់ក្នុងការរកឃើញនៃការស្រាវជ្រាវនេះ។ ការសិក្សាបន្ទាប់គួរតែធ្វើការពិសោធនៅរដូវប្រាំង និងសិក្សានៅតំបន់ផ្សេងៗពីគ្នា ដើម្បីរកឃើញពីប្រសិទ្ធភាពនៃម្សៅត្រៃកូដឺម៉ាក្នុងស្ថានភាពរដូវផ្សេងគ្នា (ប្រាំង និងវស្សា) និងនៅតំបន់ផ្សេងៗគ្នា។

សេចក្តីថ្លែងអំណរគុណ

ការសិក្សានេះទទួលបានការឧបត្ថម្ភគាំទ្រថវិកាពីគម្រោងការពង្រឹងប្រព័ន្ធកសិកម្មបន្សាំអាកាសធាតុ នៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជា និងវៀតណាម (Climate Resilience of Agricultural System: CRAS) នៃអង្គការ Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ)។ អ្នកនិពន្ធសូមថ្លែងអំណរគុណដល់និពន្ធនាយក និងអ្នកត្រួតពិនិត្យជំនាញអនាមិករបស់ទស្សនាវដ្តីស្រាវជ្រាវកម្ពុជាសម្រាប់ការអប់រំ និងស្ទែម សម្រាប់មតិយោបល់កែលម្អលើអត្ថបទស្រាវជ្រាវនេះ។ រាល់ទិន្នន័យ និងខ្លឹមសារនៅក្នុងអត្ថបទនេះ គឺជាការទទួលខុសត្រូវរបស់អ្នកនិពន្ធ និងមិនឆ្លុះបញ្ចាំងពីទស្សនៈ ឬនិន្នាការនយោបាយរបស់ក្រុមណាមួយឡើយ។

ឯកសារយោង (References)

Adebajo, L. O., & Diyaolu, S. A. (2003). Mycology and spoilage of retail cashew nuts. *African Journal of Biotechnology, 2*(10), 369–373. https://doi.org/10.5897/AJB2003.000-1076

Alves, K. F., Laranjeira, D., Camara, M. P. S., Camara, C. A. G., & Michereff, S. J. (2015). Efficacy of plant extracts for anthracnose control in bell pepper fruits under controlled conditions. *Horticultura Brasileira, 33*(3), 332–338. https://doi.org/10.1590/S0102-053620150000300009

Asad, S. A. (2022). Mechanisms of action and biocontrol potential of *Trichoderma* against fungal plant diseases - A review. *Ecological Complexity, 49*(1), 1–13. https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2021.100978

Broome, J. C. (2010). *Bordeaux mixture: Integrated pest management for home gardeners and landscape professionals*. University of California.

Chou, C., Castilla, N., Hadi, B., Tanaka, T., Chiba, S., & Sato, I. (2020). Rice blast management in Cambodian rice fields using *Trichoderma harzianum* and a resistant variety. *Crop Protection, 135*(1), 1–8. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.104864

Choudhary, A. K., Singh, N., & Singh, D. (2021). Evaluation of the bioformulation of potent native strains of *Trichoderma* spp. Against the foot rot/gummosis of kinnow mandarin. *Egyptian Journal of Biological Pest Control, 31*(1), 1–11. https://doi.org/10.1186/s41938-021-00437-y

Cuervo-Parra, J. A., Perez-Espana, V. H., Zavala-Gonzalez, E. A., Peralta-Gil, M., Aparicio-Burgos, J. E., & Romero-Cortes, T. (2022). *Trichoderma asperellum* strains as potential biological control agents against *Fusarium verticillioides* and *Ustilago maydis* in maize. *Biocontrol Science and Technology, 32*(5), 624–647. https://doi.org/10.1080/09583157.2022.2042196

Dominic, M., Makobe, M., Agboton, B., Shomari, S., & Tiedemann, A. (2014). Biology and infection mechanisms of *Cryptosporiopsis* spp fungus causing blight disease on cashew (*Anacardium occidentale* L.). *Journal of Plant Sciences, 2*(6), 266–275. https://doi.org/10.11648/j.jps.20140206.12

Elshahawy, I. E. & Marrez D. A. (2023). Antagonistic activity of *Trichoderma asperellum* against *Fusarium* species, chemical profile and their efficacy for management of *Fusarium*-root rot disease in dry bean. *Pest Management Science, 80*(3), 1153–1167. https://doi.org/10.1002/ps.7846

Faust, A. (2023) *គម្រោងពង្រឹងប្រព័ន្ធកសិកម្មបន្សាំអាកាសធាតុ (CRAS)* [Strengthening the climate resilience of agricultural system]. Cambodia: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).

Freire, F. C. O., Cardoso, J. E., dos Santos, A. A. & Viana, F. M. P. (2002). Diseases of cashew nut plants (*Anacardium occidentale* L.) in Brazil. *Journal of Crop Protection, 21*(6), 489–494. https://doi.org/10.1016/S0261-2194(01)00138-7

Gade, R. M., & Koche, M. D. (2012). Integrated disease management for root rot and gummosis in Nagpur mandarin. *Indian Phytopathology*, *65*(3), 272–275. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.13289.54888

Go, W. Z., H′ng, P. S., Wong, M. Y., Chin, K. L., Ujang, S., & Noran, A. S. (2019). Evaluation of *Trichoderma asperellum* as a potential biocontrol agent against *Rigidoporus microporus* Hevea brasiliensis. *Archives of Phytopathology and Plant Protection, 52*(8), 639–666. https://doi.org/10.1080/03235408.2019.1587821

Guzmán-Guzmán, P., Kumar, A., de los Santos-Villalobos, S., Parra-Cota, F. I., Orozco-Mosqueda, M. d. C., Fadiji, A. E., Hyder, S., Babalola, O. O., & Santoyo, G. (2023). *Trichoderma* species: Our best fungal allies in the biocontrol of plant diseases—a review. *Plants, 12*(3), 432–467. https://doi.org/10.3390/plants12030432

Khatoon, A., Mohapatra, A., & Satapathy, K. B. (2017). Major diseases of cashew (*Anacardium occidentale* L.) caused by fungi and their control in Odisha, India. *International Journal of Biosciences, 11*(1), 68–74. http://dx.doi.org/10.12692/ijb/11.1.68-74

Kumar, B. P., Babu, K. H., & Srihari, D. (2015). Effect of time and level of pruning on flowering, fruit and yield of cashew (*anacardium occidentale* l.). *Acta Horticulturae, 10*(8), 245–262. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1080.32

Lennartsson, P. R., Taherzadeh, M. J., & Edebo, L. (2014). Rhizopus. In C. A. Batt & M. L. Tortorello (Eds.), *Encyclopedia of food microbiology* (2nd ed., pp. 284–290). Academic Press.

Martínez-Salgado, S. J., Andrade-Hoyos, P., Parraguirre Lezama, C., Rivera-Tapia, A., Luna-Cruz, A., & Romero-Arenas, O. (2021). Biological control of charcoal rot in peanut crop through strains of *Trichoderma* spp. in Puebla, Mexico. *Plants*, *10*(12), 2630–2644. https://doi.org/10.3390/plants10122630

Mousavi, B., Hedayati, M. T., Hedayati, N., Ilkit, M., & Syedmousavi, S. (2016). *Aspergillus* species in indoor environments and their possible occupational and public health hazards. *Current Medical Mycology*, *2*(1), 36–42. https://doi.org/10.18869/acadpub.cmm.2.1.36

Oliveira, N. N., Mothé, C. G., Mothé, M. G., & de Oliveira, L. G. (2020). Cashew nut and cashew apple: A scientific and technological monitoring worldwide review. *Journal of Food Science and Technology, 57*(1), 12–21. https://doi.org/10.1007/s13197-019-04051-7

Parlindo, F., Wiyono, S., & Tondok, E. T. (2023). Endophytic fungi and their potential in controlling white root disease of cashew. *Plant Protection Science, 59*(1), 73–91. https://doi.org/10.17221/134/2021-PPS

Patten, A. M., Vassão, D. G., Wolcott, M. P., Davin, L. B., & Lewis, N. G. (2010). Trees: A Remarkable biochemical bounty. In H.-W. Liu & L. Mander (Eds.), *Comprehensive natural products II* (pp. 1173–1296). Elsevier.

Peralta-Ruiz, Y., Rossi, C., Grande-Tovar, C. D., & Chaves-López, C. (2023). Green management of postharvest anthracnose caused by *Colletotrichum gloeosporioides*. *Journal of Fungi, 9*(6), 2–25. https://doi.org/10.3390/jof9060623

Pitt, J. I. (2014). Penicillium and Talaromyces: Introduction. In C. A. Batt & M. L. Tortorello (Eds.), *Encyclopedia of food microbiology* (2nd ed., pp. 6–13). Academic Press.

Prabhakaran, G., & Nedumaran, G. (2024). Disease management of cashew in Tamil Nadu. *International Journal of Research in Academic World, 3*(3), 35–42. https://doi.org/10.22573/spg.021.BK/S/033

Prak, S. & Rot, R. (2019). *Cashew production, processing and commercialization in Kampong Thom and Prea Vihear provinces field assessment report*. Cambodian Institute for Research Rural and Development.

Rahman, M. A., Begum, M. F., & Alam, M. F. (2009). Screening of *Trichoderma* isolates as a biological control agent against *Ceratocystis paradoxa* causing pineapple disease of sugarcane. *Mycobiology, 37*(4), 277–285. https://doi.org/10.4489/MYCO.2009.37.4.277

Ramirez-Olier, J., Trujillo-Salzar, J., Osorio-Echeverri, V., Jaramillo-Ciro, M., & Botero-Botero, L. (2019). In vitro antagonism of *Trichoderma asperellum* against *Colletotrichum gloeosporioides, Curvularia lunata,* and *Fusarium oxysporum. Revista UIS Ingenierías, 18*(2), 159–165. https://doi.org/10.18273/revuin.v18n2-2019015

Ramsés, G. E., Francisco, B. B., Beatriz, M. L., Cristina, M. H., Luz Del Carmen, R. I., Jovita, R. I., Rosa, A. P., Anelsy, R. G., Angel, F. C., & Porfirio, G. M. (2018). A review study on the postharvest decay control of fruit by Trichoderma. In S. M. Manjur, S. Umar, & B. T. Rufai (Eds.), *Trichoderma* (pp. 1–16). IntechOpen.

Reis, H. B., Rodrigues, A. C., Junior A. F. C., Bonifacio, A. & Santos, G. R. (2019). Efficiency of applications of *Trichoderma* on the physiological quality and health of cowpea seeds. *Comunicata Scientiae, 10*(2), 301–307. https://doi.org/10.14295/cs.v10i2.1388

Ruangwong, O. U., Wonglom, P., Suwannarach, N., Kumla, J., Thaochan, N., Chomnunti, P., Pitija, K., & Sunpapao, A. (2021). Volatile organic compound from *Trichoderma asperelloides* tsu1: Impact on plant pathogenic fungi. *Journal of Fungi, 7*(3), 187–200. https://doi.org/10.3390/jof7030187

Schubert, M., Fink, S., & Schwarze, F. W. M. R. (2008). Evaluation of *Trichoderma* spp. As a biocontrol agent against wood decay fungi in urban trees. *Biological Control, 45*(1), 111–123. https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2008.01.001

Sokhandani, Z., Moosavi, M. R., & Basirnia, T. (2016). Optimum concentration of *Trichoderma longibrachiatum* and cadusafos for controlling *Meloidogyne javanica* on Zucchini plants. *Journal of Nematology. 48*(1),54–63. https://doi.org/10.21307/jofnem-2017-009

Tamizi, A.-A., Mat-Amin, N., Weaver, J. A., Olumakaiye, R. T., Akbar, M. A., Jin, S., Bunawan, H., & Alberti, F. (2022). Genome sequencing and analysis of *Trichoderma* (Hypocreaceae) isolates exhibiting antagonistic activity against the papaya dieback pathogen, *Eerwinia mallotivora*. *Journal of Fungi*, *8*(3), 246–265. https://doi.org/10.3390/jof8030246

Thakur, R., Jain, N., Pathak, R., & Sandhu, S. S. (2011). Practices in wound healing studies of plants. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, *2011*(1), 1–17. https://doi.org/10.1155/2011/438056

Tyśkiewicz, R., Nowak, A., Ozimek, E., & Jaroszuk-Ściseł, J. (2022). *Trichoderma*: The current status of its application in agriculture for the biocontrol of fungal phytopathogens and stimulation of plant growth. *International of Journal of Molecular Science*, *23*(4), 1–28. https://doi.org/10.3390/ijms23042329

Wongnaa, C. A. (2013). Analysis of factors affecting the production of cashew in Wenchi Municipality, Ghana. *The Journal of Agricultural Sciences, 8*(1), 8–16. http://dx.doi.org/10.4038/jas.v8i1.5377

Yadav, A. N., Verma, P., Kumar, V., Sangwan, P., Mishra, S., Panjiar, N., Gupta, V. K., & Saxena, A. K. (2018). Biodiversity of the genus penicillium in different habitats. In V. K. Gupta & S. Rodriguez-Couto (Eds.), *New and future developments in microbial biotechnology and bioengineering* (pp. 3–18). Elsevier.

Yao, X., Guo, H., Zhang, K., Zhao, M., Ruan, J., & Chen, J. (2023). *Trichoderma* and its role in biological control of plant fungal and nematode disease. *Frontiers in Microbiology, 14*(1), 1–15. https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1160551

Zin, N. A. & Badaluddin, N. A. (2020). Biological functions of *Trichoderma* spp. for agriculture applications. *Annals of Agricultural Sciences, 65*(2), 168–178. https://doi.org/10.1016/j.aoas.2020.09.003