

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการปรากฏขึ้นของไมคอร์ไรซา และเห็ดกินได้ในแปลงปลูกไม้มังค่า Dipterocarpaceae ในจังหวัดสุรินทร์

Factors that effected to the occurrences of wild mycorrhiza and edible mushroom of Dipterocarpaceae in Surin Province

ชวนพิศ จารัตน์¹, ยุพเยาว์ โตคีรี^{1*}, ธิตาภรณ์ นิลวรรณ², พรรณนิการ์ กงจักร³,
อำนวย วัฒนกรศิริ¹ และ ไสว คณาเสน⁴

Chuanpit Jarat^{1*}, Yuppayao Tokeeree¹, Thitaporn Nnlawan², Phannika Kongjuk³,
Amnuay Wattanakornsiri¹ and Sawai Kanasen⁴

Received: 27 October 2023 ; Revised: 19 December 2023 ; Accepted: 26 January 2024

บทคัดย่อ

ไม้มังค่าเป็นไม้มีค่าทางเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของไทย และเป็นพรรณไม้ที่มีภาวะอยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันระหว่างรากไม้กับเห็ดป่าไมคอร์ไรซา ไม้มังค่าจึงมีความสำคัญต่อการชักนำการเกิดเห็ดได้เป็นอย่างดี งานวิจัยนี้จึงวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจชนิดเห็ดป่าไมคอร์ไรซา เห็ดกินได้ และศึกษาปัจจัยแวดล้อมบางประการต่อการปรากฏของเห็ดป่าไมคอร์ไรซาและเห็ดกินได้ในแปลงปลูกไม้มังค่า จำนวน 5 แปลง ซึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่อำเภอเมือง อำเภอศีขรภูมิ และอำเภอบำเหน็จณรงค์ จังหวัดสุรินทร์ โดยสำรวจรูปแบบการปลูก ชนิดไม้มังค่าที่ปลูก ชนิดเห็ดป่าไมคอร์ไรซาและเห็ดป่ากินได้ที่พบ พร้อมเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์ระดับธาตุอาหาร ความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณอินทรีย์วัตถุ รวมถึงเก็บข้อมูลความชื้นแสง ความชื้นสัมพัทธ์อากาศ อุณหภูมิอากาศ และความชื้นดิน ด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงธันวาคม พ.ศ. 2565 ผลการสำรวจพบว่า การปลูกไม้มังค่าของเกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกในรูปแบบสวนป่า ชนิดไม้ที่นิยมปลูกมากที่สุดคือ ยางนา รองลงมาคือ ตะเคียนทอง และพะยอม ตามลำดับ ไม้มังค่าทั้ง 5 แปลง มีอายุการปลูกตั้งแต่ 1-27 ปี ผลการสำรวจพบเห็ดป่าไมคอร์ไรซาทั้งหมด 4 ชนิด จัดอยู่ใน 3 สกุล 3 วงศ์ เห็ดป่ากินได้ทั้งหมด 3 ชนิด 2 สกุล 2 วงศ์ โดยในแปลงปลูกไม้มังค่าแปลงที่ 1 พบเห็ดป่าไมคอร์ไรซาสกุล *Amanita* มีความถี่การปรากฏมากที่สุดตั้งแต่เดือนเมษายนถึงเดือนกรกฎาคม รองลงมาพบสกุล *Russula* ในแปลงปลูกไม้มังค่าแปลงที่ 4 ปรากฏตั้งแต่เดือนเมษายนถึงพฤษภาคม และพบเห็ดป่ากินได้สกุล *Termitomyces* มีความถี่การปรากฏมากที่สุดในแปลงปลูกไม้มังค่าแปลงที่ 3 ตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงกันยายน สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างเห็ดป่าที่พบในแปลงกับปัจจัยแวดล้อม โดยวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบ Pearson's Correlation Analysis แสดงให้เห็นว่าความชื้นแสง ความชื้นดิน อินทรีย์วัตถุ และความชื้นสัมพัทธ์อากาศ มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการปรากฏเห็ดป่าไมคอร์ไรซา ในขณะที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ความชื้นดิน และความชื้นสัมพัทธ์อากาศ มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการปรากฏเห็ดป่ากินได้ นอกจากนี้ยังพบว่า อายุไม้มังค่า และการปฏิบัติดูแลแปลงของเกษตรกร เช่น การเติมเชื้อเห็ดอย่างต่อเนื่อง มีส่วนสำคัญในการปรากฏของเห็ดป่าไมคอร์ไรซาและเห็ดป่ากินได้อีกด้วย

คำสำคัญ: ปัจจัยแวดล้อม, สมบัติดิน, การปรากฏ, เห็ดป่าไมคอร์ไรซา, ไม้มังค่า

¹ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ สุรินทร์ 32000

² สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ สุรินทร์ 32000

³ สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ สุรินทร์ 32000

⁴ ศูนย์พัฒนาการเกษตรสุรินทร์อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ศรีสะเกษ 33140

¹ Environmental Science Program, Faculty of Science and Technology, Surindra Rajabhat University, Surin 32000, Thailand

² Computer Science Program, Faculty of Science and Technology, Surindra Rajabhat University, Surin 32000, Thailand

³ Economic Program, Faculty of Science and Technology, Surindra Rajabhat University, Surin 32000, Thailand

⁴ Phu Sing Agricultural Development Center, Sisaket, Thailand

* Corresponding Author, e-mail: youngyao.t@srnu.ac.th

Abstract

Dipterocarps are one of the most economically important trees of Thailand and are somewhat unusual among trees in that they form ectomycorrhizal (ECM) symbiotic root-inhabiting fungal associations. The purposes of this research were to examine type of wild mycorrhizal mushrooms and edible mushrooms and some environmental factors on wild mushrooms occurrence in five Dipterocarpaceae plantations, located in the Mueang, Sikhoraphum and Tha Tum Districts, Surin Province. In each sample, a plantation system survey was conducted, which included types of dipterocarps, mycorrhizal mushrooms, edible wild mushrooms and soils, and analysis of soil properties, including soil nutrients, soil pH, and organic matter content. Environmental factors data was collected with the Internet of Things (IoT), including humidity, temperature and soil moisture, which were measured in the sample areas during February to December 2022. The result show that most of the Dipterocarpaceae plantations are planted as forest plantation systems. The most common is *Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G. Don, followed by *Hopea odorata* Roxb., and *Shorea roxburghii* G. Don, and were aged from 1 to 27 years old. In the survey, four species of mycorrhizal mushroom from three genera and three families, and three species of wild mushroom from two genera and two families, were identified. In the first plantation, *Amanita* was the most abundant mycorrhiza mushroom species, most frequently occurring from April to July. *Russula* was the most abundant mycorrhiza mushroom species in the fourth plantation and occurs most frequently from April to May. *Termitomyces* was the most abundant edible wild mushroom species in the third plantation, occurring most frequently from August to September. The relationship between wild mushrooms in plantations with environmental factors analyzed by the Pearson's correlation analysis found that wild mycorrhizal mushrooms had a positive correlation with soil moisture, organic matter and relative humidity. While, wild edible mushrooms had a positive correlation with organic matter, soil moisture, and relative humidity. Additionally, these results are dependent on the plantation management and adding mushroom inoculum.

Keywords: Environmental Factors, Soil Properties, Occurrence, Wild Mushrooms, Dipterocarpaceae

บทนำ

ไม้วงศ์ยางเป็นไม้มีค่าทางเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของไทย พบการกระจายทั่วประเทศตามระบบนิเวศของพื้นที่ มีลักษณะเด่นคือ การมีลำต้นเปลาตรง จึงถูกนำมาใช้ประโยชน์แตกต่างกันตามภูมิภาค และด้วยลักษณะเฉพาะของไม้วงศ์ยางที่สำคัญอีกประการคือ การอยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน (Mutualistic Symbiosis) ระหว่างรากไม้วงศ์ยางกับเห็ดป่าไมคอร์ไรซา ไม้วงศ์ยางจึงมีความสำคัญต่อการชักนำการเกิดเห็ดได้เป็นอย่างดี (Nipada *et al.*, 2016) วัฒนธรรมการเก็บหาเห็ดป่าจึงพบได้ในพื้นที่ที่มีป่าและพื้นที่ปลูกไม้วงศ์ยาง โดยจากงานวิจัยของ ยุพเยาว์ และคณะ (2562) พบว่า ผลผลิตเห็ดป่าในจังหวัดสุรินทร์ ส่วนใหญ่มาจากป่าชุมชน ในช่วงฤดูเห็ดออกจะพบเห็นประชาชนนำเห็ดป่ามาจำหน่ายตามริมถนนและตลาดสดเป็นจำนวนมาก ในขณะที่ผู้บริโภครอคอยซื้อเห็ดเช่นกัน ผลผลิตไม่เพียงพอต่อการจำหน่าย แม้ว่าจะมีราคาสูงถึง 200-500 บาทต่อกิโลกรัม เห็ดป่าจึงนับว่าเป็นสิ่งของหายากในขณะนี้ยังคงได้รับความนิยมอย่างสม่ำเสมอ เห็ดที่นิยมรับประทานและมีราคาสูงเช่น เห็ดระโงก เห็ดเผาะ เห็ดน้ำหมาก และเห็ดโคน เป็นต้น แปลงปลูกป่าไม้วงศ์ยางของเกษตรกรจึงมีศักยภาพในการพัฒนาให้เป็นแหล่งทรัพยากรชีวภาพท้องถิ่นที่สำคัญที่นำไปสู่การสร้างอาชีพ สร้างรายได้ให้กับเกษตรกร ผู้ปลูกไม้วงศ์ยางในช่วงระยะการเจริญเติบโตของไม้ได้

อย่างไรก็ตามการเกิดและการเจริญเติบโตของเห็ดป่าจำเป็นต้องอาศัยปัจจัยแวดล้อมที่เหมาะสม ได้แก่ สภาพภูมิอากาศ เช่น ความชื้นอากาศ อุณหภูมิอากาศปริมาณน้ำฝน (Jang and Hur, 2011) และความเข้มแสง เป็นต้น (ศุทธิณี และคณะ, 2563) สมบัติดินบางประการ เช่น ความชื้นดินธาตุอาหารในดิน ความเป็นกรด-ด่างของดิน (Erlandson *et al.*, 2016) แต่ปัจจุบันข้อมูลการศึกษาปัจจัยแวดล้อมที่เหมาะสมในการเกิดของเห็ดป่าในแปลงปลูกไม้วงศ์ยางยังมีการเผยแพร่้อย ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดเห็ดป่าไมคอร์ไรซา เห็ดกินได้ และความสัมพันธ์ของสมบัติดินและปัจจัยแวดล้อมบางประการต่อการปรากฏของเห็ดป่าไมคอร์ไรซาและเห็ดกินได้ในแปลงปลูกไม้วงศ์ยางในจังหวัดสุรินทร์ เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปวางแผนการจัดการแปลงปลูกไม้วงศ์ยางที่เหมาะสม เพื่อให้เห็ดป่าไมคอร์ไรซาและเห็ดกินได้ชนิดต่าง ๆ และเผยแพร่ให้กับเกษตรกรหรือผู้สนใจต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความหลากหลายชนิดของเห็ดป่าไมคอร์ไรซาและเห็ดกินได้ที่พบในแปลงปลูกไม้วงศ์ยางในพื้นที่จังหวัดสุรินทร์

2. เพื่อศึกษาปัจจัยแวดล้อมบางประการที่ส่งผลต่อการปรากฏของชนิดเห็ดป่าไมคอร์ไรซาและเห็ดกินได้ในแปลงปลูกไม้วังค์ยางในพื้นที่จังหวัดสุรินทร์

วิธีดำเนินการวิจัย

1. พื้นที่ศึกษา

การวิจัยนี้ได้ทำการคัดเลือกแปลงต้นแบบการปลูกไม้วังค์ยางของเกษตรกร ที่เป็นสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนรักษป่าเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตด้วยเศรษฐกิจพอเพียง จังหวัดสุรินทร์ แบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) และตามศักยภาพของเกษตรกรซึ่งเป็นผู้นำกลุ่มจำนวน 5 แปลง ซึ่งมีที่ตั้งแปลงปลูกกระจายอยู่ในพื้นที่จังหวัดสุรินทร์ แล้วบันทึกข้อมูลพิกัดทางภูมิศาสตร์ด้วยเครื่อง Geographic Position System (GPS)

2. การศึกษารูปแบบการปลูกและชนิดไม้วังค์ยางที่ปลูก

แปลงพื้นที่แปลงตัวอย่าง เพื่อสำรวจรูปแบบการปลูกชนิดไม้วังค์ยางที่ปลูก ระบุรูปแบบการปลูกตามคู่มือรูปแบบการปลูกไม้ป่าโดยระบบวนเกษตร (กรมป่าไม้, 2556) และจำแนกชนิดพรรณไม้ด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยาในภาคสนาม ระบุชนิดตามคู่มือการอนุรักษและใช้ประโยชน์ไม้วังค์ยาง (กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2556) พร้อมถ่ายภาพและบันทึกข้อมูล

3. การสำรวจเห็ดป่าไมคอร์ไรซาและเห็ดป่ากินได้

สำรวจชนิดเห็ดป่าไมคอร์ไรซาและเห็ดป่ากินได้ที่พบในแปลงปลูกไม้วังค์ยางตลอดระยะเวลาการทำวิจัยตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนธันวาคม 2565 แล้วบันทึกวันที่พบเห็ดป่าไมคอร์ไรซาและเห็ดกินได้ในแต่ละครั้งเพื่อบันทึกจำนวนการปรากฏ พร้อมถ่ายภาพเห็ดที่ขึ้นในสภาพธรรมชาติ จำแนกชนิดด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยาในภาคสนาม และระบุชนิดของเห็ดตามหนังสือ เอกสาร และสื่ออื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น คู่มือการสำรวจความหลากหลายของเห็ด (กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2554) คู่มือการศึกษาความหลากหลายเห็ด (บาร์มี และคณะ, 2560) และหนังสือเห็ดป่าเมืองไทย: ความหลากหลายและการใช้ประโยชน์ (นิวัฒน์, 2553)

4. การศึกษาสมบัติดินบางประการ

4.1 การเก็บและเตรียมตัวอย่างดิน

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินรวมในแปลงตัวอย่างให้กระจายครอบคลุมบริเวณที่พบเห็ดจำนวน 15 จุดต่อแปลง ด้วยวิธี Quadripartite จากนั้นนำตัวอย่างดินที่เก็บทั้ง 15 จุดต่อแปลง มาคลุกเคล้าให้เข้ากัน โดยเก็บให้ได้ตัวอย่างดินน้ำหนักประมาณ 1 กิโลกรัม แล้วนำมาผึ่งในที่ร่มจนแห้งสนิท ใช้โกร่งบดตัวอย่างดินให้สามารถนำไปร่อนได้ นำเศษไม้หรือ

หญ้าที่ติดมาออก ร่อนตัวอย่างดินด้วยตะแกรงร่อนขนาด 2 มิลลิเมตร (สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน, 2547 และกรมพัฒนาที่ดิน, ม.ป.ป.)

4.2 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน

วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพได้แก่ ค่าความชื้นด้วยวิธีการอบที่ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553) สำหรับการวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ได้แก่ การทดสอบระดับธาตุอาหารในดิน (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) ด้วยชุดทดสอบ KU Soil Test Kit วัดค่าความเป็นกรด-ด่างวัดด้วย pH Meter ในอัตราส่วนดิน:น้ำ DI 1:5 วิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุด้วยวิธี Walley and Black นำค่าที่วิเคราะห์ได้มาประเมินสภาพความเป็นกรด-ด่าง และระดับอินทรีย์วัตถุในดินต่อไป (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

5. การเก็บข้อมูลสภาพอากาศ

ทำการเก็บข้อมูลสภาพอากาศ ประกอบด้วยเซนเซอร์วัดความเข้มแสง เซนเซอร์วัดความชื้นสัมพัทธ์อากาศ และเซนเซอร์วัดอุณหภูมิอากาศ ในแปลงปลูกไม้วังค์ยางด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยทำการติดตั้งจำนวน 1 เครื่องต่อแปลง มีระยะเวลาบันทึกข้อมูลทุก 1 ชั่วโมง และทำการเก็บข้อมูลตลอดระยะเวลาการทำวิจัย

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลชนิดไม้ อายุไม้ รูปแบบการปลูก ชนิดเห็ดป่าไมคอร์ไรซาและเห็ดป่ากินได้ ช่วงเวลาการปรากฏของเห็ดและระดับธาตุอาหารมาจัดทำบัญชีข้อมูลรายแปลง ข้อมูลความชื้นดิน ความเป็นกรด-ด่างของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์อากาศ และความเข้มแสง นำมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป IBM SPSS Statistics 26 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ด้วย Microsoft Excel ระหว่างการปรากฏของเห็ดป่าไมคอร์ไรซาและเห็ดป่ากินได้ในแปลงตัวอย่างทั้ง 5 แปลง กับค่าความชื้นดิน อินทรีย์วัตถุ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์อากาศ และความเข้มแสง

ผลการวิจัย

1. ที่ตั้งแปลงปลูก รูปแบบการปลูก และชนิดไม้วังค์ยางที่ปลูก

พื้นที่ปลูกไม้วังค์ยางจำนวน 5 แปลง มีที่ตั้งอยู่ใน 3 อำเภอ ได้แก่ แปลงที่ 1 ตั้งอยู่ที่อำเภอศีขรภูมิ จังหวัดสุรินทร์

มีเนื้อปลูก 5 ไร่ มีรูปแบบการปลูกแบบผสมผสาน โดยพบไม้วงศ์ยางที่ปลูกเพียงชนิดเดียวคือ ยางนา (*Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G. Don) จำนวน 20 ต้น อายุ 27 ปี มีลักษณะการปลูกเรียงเป็นแถวขนบแปลงปลูกพืชเกษตรหลากหลายชนิด เช่น มะนาว ฝรั่ง หอม ไข่ เป็นต้น และมีระยะห่างระหว่างต้นยางนา 4 เมตร สำหรับแปลงที่ 2, 3 และ 4 ตั้งอยู่ที่อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ มีเนื้อที่ปลูก 4, 2 และ 2 ไร่ อายุการปลูก 9, 12 และ 5 ปี ตามลำดับ ทั้ง 3 แปลงมีรูปแบบการปลูกในรูปแบบสวนป่า ระยะปลูก 2x2 เมตร โดยไม้วงศ์ยางที่พบมากที่สุดได้แก่ ยางนา (*Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G.

Don) เฉลี่ยจำนวน 720 ต้นต่อไร่ หรือร้อยละ 90 ของพื้นที่ปลูก รองลงมาคือ ตะเคียนทอง (*Hopea odorata* Roxb.) และพะยอม (*Shorea roxburghii* G.) คิดเป็นร้อยละ 3 และ 2 ตามลำดับ สำหรับแปลงที่ 5 ตั้งอยู่ที่อำเภอบำเหน็จณรงค์ จังหวัดสุรินทร์ มีเนื้อที่ปลูก 2 ไร่ มีรูปแบบการปลูกแบบสวนป่า โดยพบไม้วงศ์ยางที่ปลูกเพียงชนิดเดียวคือ ยางนา (*Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G. Don) จำนวน 10 ต้น มีอายุ 2 ปี และมีลักษณะการปลูกร่วมกับไม้ป่ามีค่าทางเศรษฐกิจชนิดต่าง ๆ ได้แก่ พะยูง สัก และประดู่ ในระยะปลูก 2x2 เมตร

Table 1 Location, types of dipterocarps and patterns of dipterocarpaceae plantations

Study areas	Location		Latitude	Longitude	Dipterocarp Trees	Age (Year)	Plantation System	Area (Rai)
	Subdistrict	District	X	Y				
Plantation 1	Yang	Sikhoraphum	14.960737	103.880193	<i>D. alatus</i>	20	Agroforestry	5
Plantation 2	Tha Sawang	Mueang	14.986918	103.430536	<i>D. alatus</i> <i>H. odorata</i>	9	Plantation	2
Plantation 3	Tha Sawang	Mueang	14.974047	103.481625	<i>D. alatus</i> , <i>S. roxburghii</i> , <i>H. odorata</i>	12	Plantation	4
Plantation 4	Chaniang	Mueang	14.766190	103.473746	<i>D. alatus</i>	5	Plantation	2
Plantation 5	Ponkhrok	Thatum	15.431545	103.748906	<i>D. alatus</i>	1	Plantation	2

2. ชนิดและการปรากฏของเห็ดป่าไมคอร์ไรซาและเห็ดป่ากินได้

แปลงปลูกไม้วงศ์ยางแปลงที่ 1 มีความถี่ของการปรากฏเห็ดป่าไมคอร์ไรซาและเห็ดป่ากินได้มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงอื่น ๆ โดยชนิดเห็ดป่าไมคอร์ไรซาที่พบได้บ่อยที่สุดอยู่ในกลุ่มเห็ดระโงก สกุล *Amanita* วงศ์ *Amanitaceae* จำนวน 1 ชนิด ได้แก่ เห็ดระโงกเหลือง พบการปรากฏตั้งแต่เดือนเมษายนถึงกรกฎาคม จำนวนทั้งหมด 7 ครั้ง รองลงมาพบในสกุล *Boletus* วงศ์ *Boletaceae* จำนวน 1 ชนิด ได้แก่ เห็ดผึ้ง พบการปรากฏตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงเมษายน จำนวน 3 ครั้ง นอกจากนี้ยังพบเห็ดป่ากินได้ในสกุล *Phallus* วงศ์ *Phallaceae* จำนวน 1 ชนิด ได้แก่ เห็ดร่างแห พบการปรากฏในเดือนมิถุนายน จำนวน 2 ครั้ง และพบสกุล *Termitomyces* วงศ์ *Tricholomataceae* จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ เห็ดโคนข้าวตอก พบการปรากฏในเดือนกรกฎาคม จำนวน 1 ครั้ง และเห็ดโคน พบการปรากฏในเดือนกันยายน จำนวน 4 ครั้ง

ชนิดเห็ดป่าไมคอร์ไรซาและเห็ดกินได้ที่มีความถี่และปริมาณในการปรากฏรองลงมาคือ แปลงปลูกไม้วงศ์ยางแปลงที่ 2 และ 4 โดยแปลงที่ 2 พบเห็ดป่าไมคอร์ไรซาเพียงกลุ่มเดียวคือ กลุ่มเห็ดตะไคล่ สกุล *Russula* วงศ์ *Russulaceae* จำนวน 1 ชนิด ได้แก่ เห็ดตะไคล่ขาว พบการปรากฏตั้งแต่เดือนเมษายนถึงพฤษภาคม จำนวน 2 ครั้ง สำหรับแปลงที่ 4 พบเห็ดป่าไมคอร์ไรซาเพียงกลุ่มเดียวคือ กลุ่มเห็ดตะไคล่ สกุล *Russula* วงศ์ *Russulaceae* จำนวน 1 ชนิด ได้แก่ เห็ดแดงน้ำหมาก พบการปรากฏตั้งแต่เดือนเมษายนถึงพฤษภาคม จำนวน 2 ครั้ง ในแปลงปลูกไม้วงศ์ยางแปลงที่ 3 ไม่พบการปรากฏของเห็ดป่าไมคอร์ไรซา แต่พบเห็ดป่ากินได้ในสกุล *Termitomyces* วงศ์ *Tricholomataceae* จำนวน 1 ชนิด ได้แก่ เห็ดโคน พบการปรากฏในเดือนสิงหาคมถึงกันยายน จำนวน 4 ครั้ง และในแปลงปลูกไม้วงศ์ยางแปลงที่ 5 ไม่พบการปรากฏทั้งเห็ดป่าไมคอร์ไรซาและเห็ดป่ากินได้ ผลการสำรวจชนิดและการปรากฏของเห็ดป่าไมคอร์ไรซาและเห็ดป่ากินได้ที่สำรวจได้แสดงดัง Table 2 และ Figure 1

Table 2 Types of mycorrhiza and edible mushroom in dipterocapaceae plantations

Study areas	Family	Scientific Name	Types	Period Time	Frequency
Plantation 1	Amanitaceae	<i>Amanita javanica</i>	Mycorrhiza	April-July	7
	Boletaceae	<i>Boletus griseipurpureus</i>	Mycorrhiza	March-April	3
	Phallaceae	<i>Phallus indusiatus</i>	Edible	June	2
	Tricholomataceae	<i>Termitomyces microcarpus</i>	Edible	July	1
	Tricholomataceae	<i>Termitomyces robustus</i>	Edible	September	4
Plantation 2	Russulaceae	<i>Russula delica</i>	Mycorrhiza	April-May	2
Plantation 3	Tricholomataceae	<i>Termitomyces fuliginosus</i>	Edible	August-September	4
Plantation 4	Russulaceae	<i>Russula emetica</i>	Mycorrhiza	April-May	2
Plantation 5	Not found				

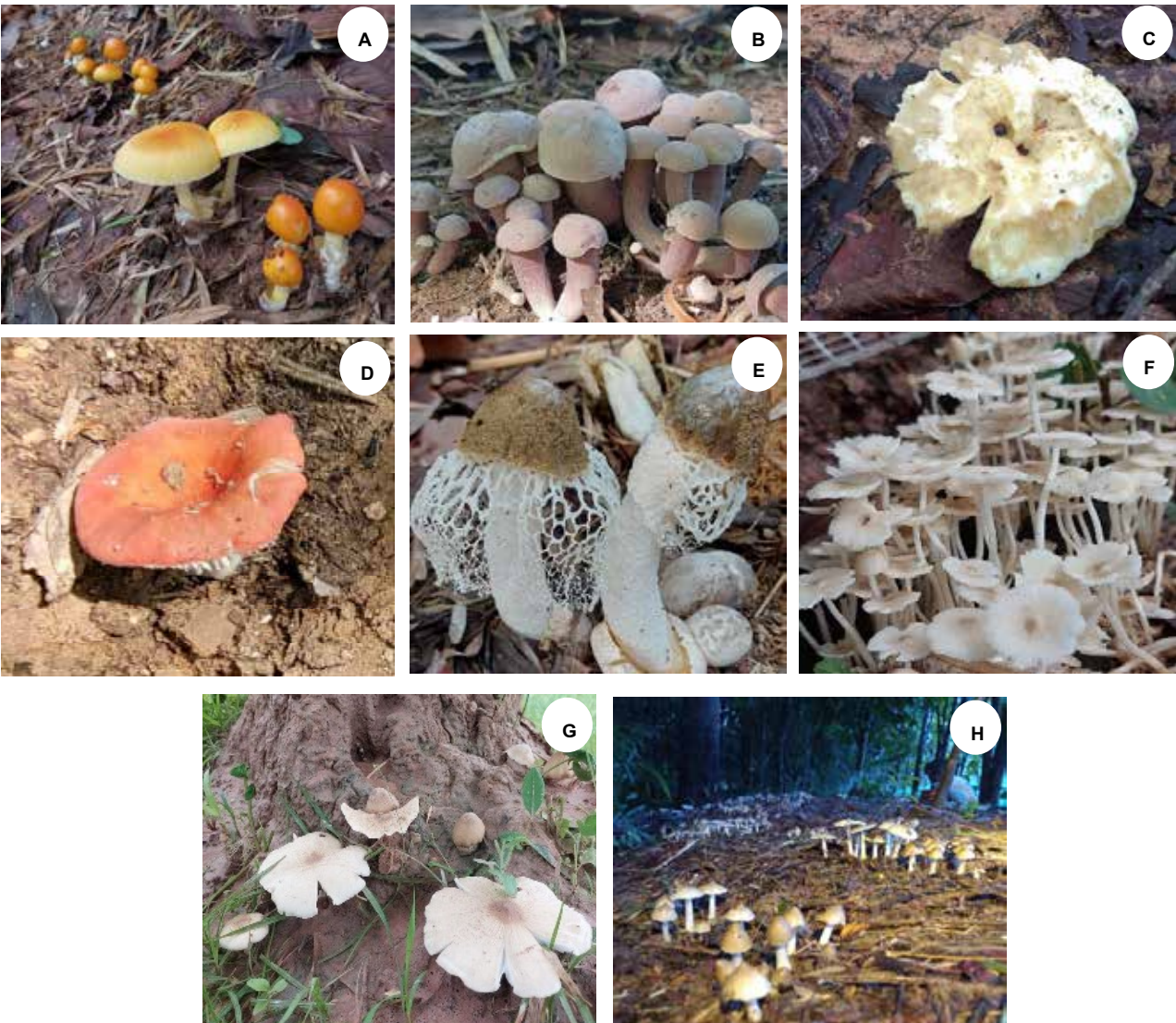


Figure 1 Species of wild mycorrhizal mushrooms and edible mushrooms in dipterocapaceae plantations, Surin Province : (A) *Amanita javanica*, (B) *Boletus griseipurpureus*, (C) *Russula delica*, (D) *Russula emetica*, (E) *Phallus indusiatus*, (F) *Termitomyces microcarpus*, (G) *Termitomyces robustus* and (H) *Termitomyces fuliginosus*

3. ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีดินบางประการ

ผลการศึกษาสมบัติดินทางกายภาพพบว่า ในแปลงปลูกไม้วงศ์ยางทั้ง 5 แปลง มีปริมาณความชื้นดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ยกเว้นแปลงที่ 2 และ 3 ที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยทั้ง 5 แปลง มีปริมาณความชื้นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 7.23-21.25 เปอร์เซ็นต์ ในแปลงที่ 1 มีปริมาณความชื้นดินสูงสุดเท่ากับ 21.25 เปอร์เซ็นต์ และแปลงที่ 5 มีปริมาณความชื้นต่ำสุดเท่ากับ 7.23 เปอร์เซ็นต์ ดัง Table 3 สำหรับสมบัติดินทางเคมีพบว่า มีค่าความเป็นกรด-ด่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ยกเว้นแปลงที่ 2, 3, และ 4 ที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในแปลงที่ 1 มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 5.82

หรือดินมีสภาพเป็นกรดปานกลาง แปลงที่ 2 และ 4 มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 6.75 หรือดินมีสภาพเป็นกลาง แปลงที่ 3 มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 6.50 หรือดินมีสภาพเป็นกรดเล็กน้อย และแปลงที่ 5 ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 7.60 หรือดินมีสภาพเป็นด่างปานกลาง สำหรับระดับธาตุอาหารในดิน (N P K) พบว่า ในทุกแปลงมีระดับธาตุอาหารอยู่ในระดับต่ำ และปริมาณอินทรีย์วัตถุพบว่ามีแปลงที่ 1, 2, 3 และ 4 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับสูงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในแปลงที่ 5 พบว่า มีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับแปลงที่ 1, 2, 3 และ 4 แสดงดัง Table 3

Table 3 The study of some soil properties

Study areas	Soil Moisture [*] (%)	pH [*]	Soil pH Level [*]	N P K Level	Organic Matter [*] (%)	OM Level
Plantation 1	21.25±0.17 ^d	5.82±0.31 ^a	Moderately acidic	Low	3.62±0.09 ^b	High
Plantation 2	19.75±0.24 ^c	6.75±0.43 ^b	Neutral	Low	3.60±0.15 ^b	High
Plantation 3	18.94±0.53 ^c	6.50±0.25 ^b	Slightly acidic	Low	3.62±0.21 ^b	High
Plantation 4	13.48±0.20 ^b	6.75±0.33 ^b	Neutral	Low	3.50±0.35 ^b	High
Plantation 5	7.23±0.34 ^a	7.60±0.18 ^c	Moderately alkaline	Low	1.53±0.22 ^a	Relatively low

* : significance at $p < 0.05$

a,b,c,d Means with different letters within a columns significantly different to $P \leq 0.05$ according to DMRT

4. ผลการตรวจวัดสภาพอากาศ

ผลการศึกษาสภาพอากาศพบว่า ในแปลงปลูกไม้วงศ์ยางทั้ง 5 แปลง มีค่าอุณหภูมิอากาศแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ยกเว้น แปลงที่ 2 และ 3 ที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในแปลงที่ 5 มีค่าอุณหภูมิอากาศสูงสุดเท่ากับ 31.32±23.81 องศาเซลเซียส และมีค่าต่ำสุดในแปลงที่ 4 เท่ากับ 27.82±2.64 องศาเซลเซียส สำหรับค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศพบว่า ในแปลงปลูกไม้วงศ์ยางทั้ง 5 แปลง มีค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ยกเว้น แปลงที่ 2 และ 3 ที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในแปลงที่ 4 มีค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศสูงสุดเท่ากับ 87.71±12.13 เปอร์เซ็นต์และมีค่าต่ำสุดในแปลงที่ 5 เท่ากับ 66.06±22.26 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าความเข้มแสง พบว่า ในแปลงปลูกไม้วงศ์ยางทั้ง 5 แปลง มีค่าความเข้มแสงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยในแปลงที่ 1 มีค่าความเข้มแสงสูงสุดเท่ากับ 25,092.99±108.89 ลักซ์ และมีค่าต่ำสุดในแปลงที่ 2 เท่ากับ 769.52±107.45 ลักซ์ แสดงดัง Table 4

Table 4 The study of some environment factors

Study areas	Temperature [*] (°C)	Relative Humidity [*] (%)	Light Density [*] (Lux)
Plantation 1	30.15±0.95 ^c	85.50±3.58 ^c	25,092.99±108.89 ^a
Plantation 2	28.18±3.13 ^b	84.59±12.92 ^b	769.52±107.45 ^a
Plantation 3	28.51±31.45 ^b	84.14±18.65 ^b	2,744.32±403.17 ^c
Plantation 4	27.82±2.64 ^a	87.71±12.13 ^d	973.20±605.09 ^b
Plantation 5	31.32±23.81 ^d	66.06±22.26 ^a	5318.83±773.43 ^d

* : significance at $p < 0.05$

a,b,c,d Means with different letters within a columns significantly different to $P \leq 0.05$ according to DMRT

5. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแวดล้อมกับการปรากฏของเห็ดป่าไมคอร์ไรซาและเห็ดป่ากินได้

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการปรากฏของดอกเห็ดกับปัจจัยแวดล้อมบางประการในแปลงปลูกไม้วงศ์ยางทั้ง 5 แปลงพบว่า ความชื้นแสง ความชื้นดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และความชื้นสัมพัทธ์อากาศ มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับการความถี่ในการปรากฏของเห็ดป่าไมคอร์ไรซา ซึ่งความชื้นแสงเป็นปัจจัยแวดล้อมที่ส่งผลต่อการปรากฏของเห็ดป่าไมคอร์ไรซามากที่สุด รองลงมาคือความชื้นดิน อินทรีย์วัตถุ และความชื้นสัมพัทธ์อากาศ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) เท่ากับ 0.792, 0.735, 0.632 และ 0.579 ตามลำดับ

สำหรับการปรากฏของเห็ดป่ากินได้พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ความชื้นดิน ความชื้นสัมพัทธ์อากาศ และความชื้นแสง มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับความถี่ในการปรากฏของเห็ดป่ากินได้ ซึ่งอินทรีย์วัตถุเป็นปัจจัยแวดล้อมที่ส่งผลต่อการปรากฏของเห็ดป่ากินได้มากที่สุด รองลงมาคือความชื้นดิน ความชื้นสัมพัทธ์อากาศ และความชื้นแสง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) เท่ากับ 0.988, 0.988, 0.971 และ 0.406 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า อุณหภูมิอากาศมีความสัมพันธ์ในทิศทางผกผันกับการปรากฏของเห็ดป่าไมคอร์ไรซาและเห็ดป่ากินได้ แสดงดัง Table 5

Table 5 Correlation coefficient between frequency of wild mycorrhizal and edible mushrooms occurrence and some environmental factors

Types	Soil Moisture	Organic Matter	Temperature	Relative Humidity	Light Density
Mycorrhiza Mushrooms	0.735	0.632	-0.726	0.579	0.792
Edible Mushrooms	0.988	0.971	-0.814	0.998	0.406

สรุปและวิจารณ์ผล

แปลงปลูกไม้วงศ์ยางของเกษตรกรส่วนใหญ่มีรูปแบบการปลูกเป็นสวนป่า โดยในแปลงมีการปลูกไม้วงศ์ยางหลายชนิด ชนิดที่ปลูกมากที่สุดคือ ยางนา (*Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G. Don) รองลงมาคือตะเคียนทอง (*Hopea odorata* Roxb.) และพะยอม (*Shorea roxburghii* G.) อีกรูปแบบการปลูกที่พบคือ การปลูกไม้วงศ์ยางผสมผสานร่วมกับไม้ป่ามีค่าทางเศรษฐกิจและพืชเกษตรอื่น ๆ เช่น พะยูง ลัก แดง มะนาว มะม่วง ฝรั่ง หอมกั๊ว ไม้กระเจียว เป็นต้น ชนิดไม้วงศ์ยางที่ปลูกมากที่สุดคือ ยางนา รองลงมาคือตะเคียนทอง และพะยอม โดยอายุไม้วงศ์ยางในทั้ง 5 แปลง มีอายุตั้งแต่ 1-27 ปี การปรากฏชนิดและความถี่ในการปรากฏพบในแปลงที่ 1 มีความถี่ในการปรากฏของเห็ดป่าไมคอร์ไรซาและเห็ดป่ากินได้มากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากอายุไม้วงศ์ยางที่มากขึ้นมีผลต่อความถี่ในการพบเห็ดป่ามากขึ้นด้วย (Martín-Pinto *et al.*, 2022)

เมื่อพิจารณาด้านปัจจัยแวดล้อมทั้งสมบัติดินและสภาพภูมิอากาศพบว่า เป็นสิ่งสำคัญอีกประการที่มีผลต่อความถี่และความหลากหลายชนิดในการปรากฏของเห็ดป่าไมคอร์ไรซาและเห็ดป่ากินได้โดยค่าความชื้นแสง ความชื้นดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และความชื้นสัมพัทธ์อากาศ มีความสัมพันธ์กับความถี่ในการปรากฏของเห็ดป่าไมคอร์ไรซา ตามลำดับ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ความชื้นดิน ความชื้นสัมพัทธ์อากาศ และ

ความชื้นแสง มีความสัมพันธ์กับการปรากฏของเห็ดป่ากินได้ตามลำดับ

ผลจากงานวิจัยนี้ยังพบว่า ดินในแปลงปลูกไม้วงศ์ยางที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงจะส่งผลต่อการปรากฏเห็ดป่าไมคอร์ไรซาและเห็ดป่ากินได้มากกว่าดินที่มีอินทรีย์วัตถุต่ำอีกด้วย โดยเฉพาะเห็ดระโงกเหลือง (*Amanita javanica*) ที่พบการปรากฏได้บ่อยครั้งที่สูงในแปลงที่ 1 เนื่องจากปัจจัยแวดล้อมหลายปัจจัยที่แตกต่างจากแปลงอื่นคือ ความชื้นดิน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยอื่นในอดีตด้วยว่า เชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซาเจริญเติบโตได้ดีที่ระดับความชื้นในดินสูงไปจนถึงสภาพพื้นที่น้ำท่วม (Thomas, 2021) ทั้งนี้ยังมีการวิจัยบางงานวิจัยรายงานว่า เชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซายังสามารถพบได้ในสภาพแวดล้อมที่มีความแห้งแล้งสูงและพื้นที่ทะเลทรายด้วยเช่นกัน (Trappe, 1977; Kennedy and Peay 2007; Lennon *et al.* 2012) (Navarro-Ródenas *et al.*, 2012) นอกจากนี้ความชื้นดินยังพบว่า สภาพความเป็นกรด-ด่างของดินในทุกแปลงยังมีค่า pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซาที่ส่วนใหญ่เจริญได้ที่ค่า pH อยู่ระหว่าง 5-8 (Erlandson *et al.*, 2016)

เมื่อพิจารณาผลการตรวจวัดระดับธาตุอาหารในดินพบว่า ดินในแปลงปลูกไม้วงศ์ยางทั้ง 5 แปลง มีปริมาณธาตุอาหารในดินต่ำ แต่ยังสามารถพบเห็ดป่า ไมคอร์ไรซาได้เนื่องจากเชื้อราไมคอร์ไรซามีประสิทธิภาพในการดึงดูด

สารอาหารที่อยู่ในดินเป็นอย่างดีจนสามารถพัฒนาเป็นดอกเห็ด และนอกจากนี้ยังช่วยให้พืชที่เจริญเติบโตได้ในสภาพดินที่มี สารอาหารต่ำเจริญเติบโตได้ดีอีกด้วย เนื่องจากความสามารถ ของเส้นใยต่อการดูดสารอาหารและน้ำในดินเพื่อเป็นแหล่ง พลังงานให้กับเชื้อราไมคอร์ไรซาได้เป็นอย่างดีอีกด้วย (Policelli *et al.*, 2020, Lindahl *et al.*, 2021) สำหรับปริมาณ อินทรีย์วัตถุในดินพบว่า แปลงปลูกไม้วงศ์ยางที่มีปริมาณ อินทรีย์วัตถุในดินสูงเป็นแปลงที่พบเห็ดป่าไมคอร์ไรซาได้ บ่อยครั้งและดอกเห็ดมีขนาดใหญ่ ส่วนในดินที่มีอินทรีย์วัตถุ ในระดับปานกลางพบเห็ดป่าไมคอร์ไรซาได้น้อย และไม่พบ เห็ดป่าไมคอร์ไรซาในดินที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ เนื่องจาก ดินที่มีอินทรีย์วัตถุสูงสามารถเป็นแหล่งแลกเปลี่ยนพลังงานที่ ดีต่อการเจริญเติบโตของเชื้อราไมคอร์ไรซา ในขณะที่เดียวกัน เส้นใยของเชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซาที่ตายแล้ว อาจมีส่วนสำคัญ ต่อการกักตัวของอินทรีย์วัตถุในดินด้วย (Anders *et al.*, 2022)

สำหรับปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศก็มีส่วนสำคัญ เช่นกันต่อการปรากฏของเห็ดป่าไมคอร์ไรซาด้วยเช่นกัน ซึ่งจากการวิจัยครั้งนี้พบว่า ความชื้นแฉะ เป็นปัจจัยสำคัญที่ ส่งผลต่อการปรากฏของเห็ดป่าไมคอร์ไรซามากที่สุด ซึ่งสอดคล้อง กับงานวิจัยของ ศุภธิณี และคณะ (2563) ที่กล่าวไว้ว่า แสง เป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตของเห็ดป่าไมคอร์ไรซา ชนิดต่าง ๆ ในขณะที่ค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศเป็นปัจจัยสำคัญ ที่ส่งผลต่อการปรากฏของเห็ดป่ากินได้มากที่สุด

นอกจากปัจจัยแวดล้อมแล้ว ความถี่ในการปรากฏ และความหลากหลายชนิดของเห็ดป่าไมคอร์ไรซาและเห็ดป่ากิน ได้นั้น ยังขึ้นอยู่กับวิธีการปฏิบัติดูแลแปลงปลูกของเกษตรกร ด้วย เช่น ในแปลงที่ 1 พบความถี่การปรากฏและความหลาก ชนิดมากที่สุด เนื่องจากเกษตรกรเจ้าของแปลงมีการเติมเชื้อ เห็ดป่าไมคอร์ไรซาลงในแปลงปลูกต่อเนื่องทุกปี ๆ ละ 2 ครั้ง ซึ่งทำต่อเนื่องมาเป็นระยะเวลา 8 ปี โดยการนำดอกเห็ดสด ที่พบในแปลงฝังลงในบริเวณที่พบเห็ด หรือมีการทำห้วเชื้อ จากดอกเห็ดสดราดลงบนบริเวณรากไม้วงศ์ยาง และไม่มี การรบกวนพื้นที่ในบริเวณที่พบเห็ด (ไม้ไผ่พรุน ไม้ซุด ไม้ เหยียบย่ำหรือค้ำยี่เย็บ) รวมทั้งมีการนำไปไม้ปิดปกคลุมคลุม ดินในบริเวณที่พบเห็ดด้วย (อนันตพร; สัมภาษณ์, เมษายน 2565) ซึ่งวิธีการปฏิบัติเหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญอีกประการต่อ การเพิ่มความหลากหลายของเห็ดป่าไมคอร์ไรซาและเห็ดป่า กินได้ให้มีจำนวนมากขึ้นด้วย

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์เป็นต้น แบบของการนำนวัตกรรมการเพาะขยายเห็ดป่า ไมคอร์ไรซา ในแปลงปลูกไม้วงศ์ยางได้ แต่การเก็บผลผลิตที่เกิดจากการ

ใช้นวัตกรรมจำเป็นต้องใช้ระยะเวลาในการศึกษาที่มากกว่านี้ ควรเพิ่มพื้นที่ทดสอบการใช้นวัตกรรมและการเก็บข้อมูลปัจจัย แวดล้อมด้วยเทคโนโลยี IoT เพื่อความแม่นยำของข้อมูลผลผลิต และปัจจัยแวดล้อม ที่จะสามารถนำไปพัฒนาเป็นนวัตกรรม ที่ครอบคลุมทุกสภาพพื้นที่หรือครอบคลุมรูปแบบการปลูกไม วงศ์ยางรูปแบบต่าง ๆ ได้

เอกสารอ้างอิง

- กรมป่าไม้. (2556). *คู่มือรูปแบบการปลูกไม้ป่าโดยระบบวน เกษตร*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <https://www.forest.go.th/community/wp-content/uploads/sites/16/2020/01/รูปแบบการปลูกไม้ป่าโดยระบบวนเกษตร.pdf> สืบค้น วันที่ 4 มีนาคม 2565.
- กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2553). *คู่มือ การปฏิบัติงานกระบวนการวิเคราะห์ตรวจสอบดินทางเคมี*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <https://www.ddd.go.th/PMQA/2553/Manual/OSD-03.pdf>. สืบค้น วันที่ 15 มกราคม 2565.
- กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (ม.ป.ป). *ดินดี คลินิก*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://osl101.ddd.go.th/web_soil_clinic/about_clinic2.htm สืบค้น วันที่ 15 มกราคม 2565.
- กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่า และพันธุ์พืช. (2554). *คู่มือการ สำรวจความหลากหลายเห็ด (Mushrooms)*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://biodi.dnp.go.th/wp-content/uploads/2021/11/mushroom_2812564.pdf สืบค้น วันที่ 5 มีนาคม 2565.
- กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่า และพันธุ์พืช. (2554). *คู่มือการ อนุรักษ์และใช้ประโยชน์ไม้วงศ์ยาง*. [ออนไลน์]. เข้าถึง ได้จาก <https://www.dnp.go.th/DNPRsearch1/Files/Publication/Book/เนื้อไม้ไม้วงศ์ยาง.pdf> สืบค้น วันที่ 4 มีนาคม 2565.
- นิวัฒน์ เสนาะเมือง. (2553). *เห็ดป่าเมืองไทย: ความหลากหลาย และการใช้ประโยชน์*. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- บารมี สกลรักษ์ กิตติมา ดวงแฉะ วินันท์ดา หิมะมาน จันจิรา อายะวงศ์ และกฤษฎา พงษ์พานิช. (2560). *คู่มือการ ศึกษาความหลากหลายเห็ด*. กรุงเทพฯ: สำนักวิจัยการ อนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.
- ยุพเยาว์ โตศิริ, น้องนุช สารภี, ดวงตา โนวาเชค และชวนพิศ จารัตน์. (2562). *การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอนของไม้ยืนต้น และการฟุ้งฟุ้งผลผลิตที่ มีชีงเนื้อไม้ในระบบนิเวศป่าชุมชน จังหวัดสุรินทร์*. สุรินทร์: มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์.

- ศุทธิณี ไชยแก้ว, ชารัตน์ แก้วกระจ่าง และอุทัยวรรณ แสงวณิช.
(2563). ความหลากหลายของเห็ดป่าและอิทธิพลของปัจจัย
แวดล้อมบางประการต่อการปรากฏของเห็ดป่าในสถานี
วิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราชจังหวัดนครราชสีมา. *วารสาร
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 28(11), 1987-1999.
- สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมที่ดิน. (2547).
คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่าง ดิน น้ำ ปุ๋ย พืช วัสดุปรับปรุง
ดินและการวิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า.
[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก [https://oer.learn.in.th/
ebook/result/113553/176834#page/1](https://oer.learn.in.th/ebook/result/113553/176834#page/1). สืบค้น วันที่ 15
มกราคม 2565.
- อนันตพร ชันถม. 28 เมษายน 2565. *เกษตรกรเจ้าของแปลง
ปลูกไม่วางศัยางแปลงที่ 1*. สัมภาษณ์.
- Anders, T., Dimitrios, F. and Michiel. (2022).
Decomposition of soil organic matter by ectomycorrhizal
fungi: Mechanisms and consequences for organic
nitrogen uptake and soil carbon stabilization. *Front.
For. Glob.* 5, 1-9.
- Erlandson, S. R., Savage, J. A., Cavender-Bares, J. M.
and Peay, K. G. (2016). Soil moisture and chemistry
influence diversity of ectomycorrhizal fungal
communities associating with willow along a
hydrologic gradient. *FEMS Microbiology Ecology*,
92(1), 1-9.
- Kennedy, P.G and Peay, K.G. (2007). Different soil moisture
conditions change the outcome of the ectomycorrhizal
symbiosis between *Rhizopogon* species and *Pinus
muricata*. *Plant Soil*, 291, 55-65.
- Lennon, J.T., Aanderud, Z.T., Lehmkuhl, B.K. (2012).
Mapping the niche space of soil microorganisms
using taxonomy and traits. *Ecology*. 93, 1867-79.
- Lindahl, B. D., Kyraschenko, J., Varenius, K., Clemmensen,
K. E., Dahlberg, A., Karlton, E. and Stendahl, J. (2021).
A group of ectomycorrhizal fungi restricts organic
matter accumulation in boreal forest. *Ecology
Letters*, 24, 1341-1351.
- Martín-Pinto, P., Oria-de-Rueda, J.A., Dejene, T., Mediavilla,
O., Hernández Rodríguez, M. Reque, J.A., Sanz-Benito,
I. Santos, M. and Geml, J. (2022). Influence of stand
age and site conditions on ectomycorrhizal fungal
dynamics in *Cistus ladanifer*-dominated scrubland
ecosystems. *ForEcol Manag*, 519, 1-11.
- Navarro-Ródenas, A., Ruíz-Lozano, J. M., Kaldenhoff, R.
and Morte, A. (2012). The aquaporin TcAQP1 of the
desert truffle *Terfezia clavayi* is a membrane pore
for water and CO₂ transport. *Mol. Plant Microbe Int*,
25, 259-266.
- Nipada, R. D., Sunadda, Y., Prakitsin, S. and Jittra,
P. (2016). Community structure and dynamics of
ectomycorrhizal fungi in a dipterocarp forest fragment
and plantation in Thailand. *Plant Ecology & Diversity*,
9(5-6), 577-588.
- Jang, S.K. and Hur, T.C. (2011). Relationship between
climatic factors and the distribution of higher fungi in
Byeonsanbando National Park, Korea, *Mycobiology*,
42, 27-33.
- Policelli, N., Horton, T. R., Hudon, A. T., Patterson, T. R.,
Bhatnagar, J.M. (2020). The Role of Ectomycorrhizal
Fungi in Boreal and Temperate Forest Restoration.
Frontiers in Forests and Global Change, 3, 1-15.
- Thomas, P. W. (2021). Ectomycorrhiza resilience and
recovery to extreme flood events in *Tuber aestivum*
and *Quercus robur*. *Mycorrhiza*, 31(4), 511-517.
- Trappe, J. M. (2005). A.B. Frank and mycorrhizae: The
challenge to evolutionary and ecologic theory.
Mycorrhiza, 15(4), 277-81.