Research Article

Received: July 1, 2019; Accepted: November 14, 2019

ความหลากชนิดของเห็ดป่าและอิทธิพลของปัจจัยแวดล้อมบางประการต่อการปรากฏของเห็ดป่าในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา

Species Diversity of Wild Mushrooms and Influence of Some Environmental Factors on their Occurrence in Sakaerat Environmental Research Station, Nakhon Ratchasima Province

ศุทธินี ไชยแก้ว, ธารรัตน์ แก้วกระจ่าง* และอุทัยวรรณ แสงวณิช

ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

Sutthinee Chaikaew, Tharnrat Kaewgrajang* and Uthaiwan Sangwanit

Department of Forest Biology, Faculty of Forestry,

Kasetsart University, Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจความหลากชนิดและอิทธิพลของปัจจัยแวดล้อมต่อการปรากฏของเห็ดป่าในสังคมป่าเต็งรังและสังคมป่าดิบแล้ง บริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา แต่ละสังคมพืชได้สำรวจเห็ดในแปลงตัวอย่างถาวรขนาด 90×90 เมตร ซึ่งแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 30×90 เมตร จำนวน 3 แปลง นอกจากนี้ได้เก็บข้อมูลปัจจัยสิ่งแวดล้อมในแปลงดังกล่าว ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิดิน ความชื้นดิน การปกคลุมเรือนยอด ค่าความเป็นกรดด่างของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุ และปริมาณธาตุอาหาร (C, P, Ca, Mg) โดยวัดและเก็บข้อมูลระหว่างเดือนกันยายนถึงพฤศจิกายน พ.ศ. 2558 ผลการสำรวจพบเห็ดทั้งหมด 76 ชนิด ซึ่งสามารถระบุชื่อชนิด 71 ชนิด และไม่สามารถระบุชื่อ 5 ชนิด เห็ดที่ระบุชื่อชนิดได้จัดอยู่ใน 39 สกุล 22 วงศ์ 11 อันดับ ในจำนวนนี้วงศ์ Russulaceae มีจำนวนชนิดเห็ดมากที่สุด (10 ชนิด) รองลงมา คือ เห็ดในวงศ์ Marasmiaceae (7 ชนิด) ค่าดัชนีความหลากชนิดของเห็ดในป่าเต็งรัง (*H'* = 2.67) มีค่ามากกว่าป่าดิบแล้ง (*H'* = 2.23) ซึ่งทั้งสองสังคมพืชมีความคล้ายคลึงกันของชนิดเห็ดต่ำ (SI = 11.17) ในสังคมป่าเต็งรังพบว่า *Marasmiellus*

***ผู้รับผิดชอบบทความ :** ffortrk@ku.ac.th

candidus (22.39 %) เป็นเห็ดที่มีความมากมายสูงที่สุด ขณะที่สังคมป่าดิบแล้งพบว่า *Dicephalospora rufocornea* (41.71 %) เป็นชนิดที่มีค่าความมากมายสูงสุด สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างเห็ดที่พบในสังคมป่าดิบแล้งกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมโดยการวิเคราะห์การจัดลำดับชั้นด้วยวิธี canonical correspondence analysis (CCA) แสดงให้เห็นว่าเห็ดที่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยแวดล้อมแบ่งได้ 4 กลุ่ม คือ (1) กลุ่มเห็ดที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการปกคลุมเรือนยอดและปริมาณฟอสฟอรัสที่มีประโยชน์ (2) กลุ่มเห็ดที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความชื้นในดินเป็นปัจจัยหลัก (3) กลุ่มเห็ดที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกอุณหภูมิดิน อุณหภูมิอากาศ ความเข้มแสง ปริมาณธาตุอาหาร แมกนีเซียม แคลเซียม คาร์บอน ปริมาณอินทรียวัตถุ และค่าความเป็นกรด-ด่าง ของดิน และ (4) กลุ่มเห็ดที่สามารถกระจายทั่วไป

คำสำคัญ : ความหลากชนิด; เห็ดป่า; ปัจจัยแวดล้อม; การปรากฏ

Abstract

This study aimed to examine species diversity of wild mushrooms and the influence of environmental factors on the occurrence of them in dry dipterocarp forest (DDF) and dry evergreen forest (DEF) in Sakaerat Environmental Research Station, Nakhon Ratchasima province. In each forest type, a mushroom survey was conducted in 90 m x 90 m permanent plot, which was divided into 3 subplots with 30 x 90 m. Additionally, environmental factor data including air temperature, soil temperature, soil moisture content, crown cover, soil pH, soil texture, organic matter, macro element (C, P, Ca, Mg) were measured in the plots during September to November 2015. Results from surveys revealed 76 species, which were 71 identified mushroom species and 5 unidentified species. The identified species were classified in 39 genera 22 families 11 orders. Among of them, family Russulaceae had the highest in the number of species (10 species), followed by family Marasmiaceae (7 species). The diversity index in DDF (H' = 2.67) was higher than DEF (H' = 2.23). However, the similarity index of both forest types was low (SI = 11.17). *Marasmiellus candidus* (22.39 %) was the most abundant mushroom species in DDF, while *Dicephalospora rufocornea* (41.71 %) was the abundant species in DEF. The relationship between mushrooms in DDF and DEF with environmental factors analyzed by the ordination method with canonical correspondence analysis (CCA) can be divided into 4 groups, including (1) the group had positively related to the crown cover and available phosphorus, (2) the group had positively related to soil moisture, (3) the group had positively related to air temperature, soil temperature, light density, exchangeable Mg, exchangeable Ca, total carbon, soil organic matter, top soil pH, and (4) the group was generalist species.

Keywords: species diversity; wild mushroom; environmental factor; occurrence

1. บทนำ

เห็ดเป็นจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์มนุษย์อย่างมาก สามารถนำมาเพาะเลี้ยงในโรงเรือนเป็นเห็ดเศรษฐกิจที่มีราคาแพง บางชนิดมีสารประกอบที่มีสรรพคุณทางยา ทำให้ร่างกายแข็งแรง สามารถผลิตเป็นยารักษาโรค และนำมาใช้ประโยชน์ในงานอุตสาหกรรมอื่น ๆ [1] หากกล่าวถึงบทบาทที่สำคัญของเห็ดต่อการรักษาป่าและอนุรักษ์ระบบนิเวศ เห็ดมีบทบาทในกระบวนการย่อยสลายอินทรียวัตถุ ทำให้เกิดการหมุนเวียนของธาตุอาหารที่เอื้อประโยชน์แก่พืช สัตว์ และจุลินทรีย์อื่น ๆ ในระบบนิเวศให้สามารถดำรงต่อไป [2]

นักวิทยาคาดคะเนจำนวนชนิดของเห็ดทั่วโลกว่ามีประมาณ 2.2-3.8 ล้านชนิด และมีเพียง 176,000 ชนิด หรือเพียงร้อยละ 8 ที่มีการรายงาน [3] ทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เป็นทวีปที่มีการรายงานว่ามีความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดสูงที่สุดในโลก เนื่องจากเป็นเขตร้อนชื้นซึ่งมีปัจจัยแวดล้อมเหมาะสมและมีปริมาณสารอาหารอุดมสมบูรณ์สูง [4]

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น จึงพบว่ามีความหลากหลายของเห็ดราสูง ซึ่งจากข้อมูลบัญชีรายชื่อเห็ดในประเทศไทยพบว่ามีเห็ดมากถึง 2,575 ชนิด ประกอบด้วยเห็ดแซปโปรไฟต์ 1,464 ชนิด เห็ดปรสิต 175 ชนิด เห็ดเอคโตไมคอร์ไรซา 907 ชนิด เห็ดโคน 23 ชนิด และเห็ดที่มีความสัมพันธ์กับสาหร่าย (ไลเคน) 6 ชนิด [5] และปัจจุบันยังมีการรายงานการค้นพบเห็ดชนิดใหม่ของโลก (new species) และรายงานการค้นพบใหม่ (new record) ในประเทศไทยอีกหลายชนิด เช่น เห็ดสกุล *Amanita* 5 ชนิด [6] เห็ดสกุล *Agaricus* 4 ชนิด [7] เห็ดทรัฟเฟิล (*Tuber*) 3 ชนิด [8] ซึ่งคาดว่ายังมีอีกจำนวนมากที่ยังไม่มีการรายงานพบมาก่อน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดอย่างต่อเนื่อง เพื่อนำไปใช้เป็นฐานข้อมูลของเห็ดในประเทศไทย

การเกิดและเติบโตของเห็ดจำเป็นต้องอาศัยปัจจัยแวดล้อมที่เหมาะสม ได้แก่ ความชื้น อุณหภูมิ แสง เนื้อดิน ค่าความเป็นกรด-ด่าง และธาตุอาหารในดิน การศึกษาของ Jang และ Hur [9] แสดงให้เห็นว่าปัจจัยภูมิอากาศมีอิทธิพลต่อการกระจายของเห็ด ขณะที่ Pinna และคณะ [10] ได้รายงานว่าอุณหภูมิดินมีผลต่อการพัฒนาของเส้นใยที่จะรวมกันเกิดเป็นโครงสร้างขนาดใหญ่ นอกจากนี้ Duengkae [11] รายงานว่าเนื้อดินและธาตุอาหารบางธาตุมีผลต่อการเกิดของเห็ดที่ขึ้นบนดิน (terrestrial mushroom) ด้วย อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันยังมีข้อมูลด้านปัจจัยแวดล้อมที่เหมาะสมในการเกิดของดอกเห็ดป่าที่มีการตีพิมพ์เผยแพร่น้อย ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากชนิดและความสัมพันธ์ของปัจจัยแวดล้อมกับการปรากฏของเห็ดป่า ซึ่งผลของการศึกษาครั้งนี้จะทำให้ทราบถึงความหลากหลายของเห็ดที่ปรากฏในสังคมพืชที่ต่างกัน และทราบถึงปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของเห็ดในสังคมป่าดิบแล้งและสังคมป่าเต็งรัง แล้วนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ประกอบการวางแผนจัดการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดได้อย่างยั่งยืน และสามารถนำข้อมูลไปต่อยอดในการนำทรัพยากรเห็ดไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การสำรวจและเก็บตัวอย่างเห็ด

สำรวจและเก็บตัวอย่างเห็ดในสังคมป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง บริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา โดยสำรวจเห็ดในแปลงตัวอย่างถาวรขนาด 90×90 เมตร ซึ่งแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 30×90 เมตร จำนวน 3 แปลงย่อย เก็บตัวอย่างดอกเห็ดแต่ละแปลงย่อย ตัวอย่างละ 3-5 ดอก

หรือขึ้นอยู่กับจำนวนตัวอย่างที่พบ ถ่ายรูปเห็ดที่ขึ้นในสภาพธรรมชาติ พร้อมทั้งบันทึกจำนวนดอกเห็ดแต่ละชนิดและสิ่งที่เห็ดขึ้นอยู่ เห็ดที่พบแต่ละครั้งที่สำรวจได้นำออกจากแปลงเพื่อให้แน่ใจว่าเห็ดที่สำรวจพบครั้งต่อไปเป็นเห็ดที่ปรากฏขึ้นมาใหม่ ณ ช่วงเวลานั้นจริง โดยสำรวจในช่วงฤดูฝนตั้งแต่เดือนกันยายนถึงพฤศจิกายน พ.ศ. 2558 จำนวน 8 ครั้ง แต่ละครั้งได้เก็บเห็ดในแปลงสำรวจ 3-6 วัน

2.2 การจัดจำแนกชนิดเห็ด

นำตัวอย่างดอกเห็ดสดแต่ละชนิดที่มีขนาดโตเต็มที่มาทำรอยพิมพ์สปอร์ (spore print) จากนั้นนำไปศึกษาลักษณะที่มองเห็นด้วยตาเปล่า (macroscopic features) ได้แก่ รูปร่างและขนาดของดอกเห็ด ลักษณะวงแหวนที่ก้าน (annulus) ลักษณะถ้วยหุ้มที่โคนก้าน (volva) สี กลิ่น เป็นต้น จากนั้นนำส่วนที่ให้กำเนิดสปอร์ของดอกเห็ดมาตัดตามขวาง (cross section) เป็นชิ้นบางด้วยวิธี free-hand section เพื่อศึกษาลักษณะโครงสร้างภายในภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (microscopic features) ได้แก่ เส้นใย (hypha) เซลล์ผิว (pellis) เนื้อส่วนที่ให้กำเนิดสปอร์ (hymenophoral trama) ซิสทีเดีย (cystidia) สปอร์ (spore) เป็นต้น แล้วระบุชื่อเห็ดโดยนำลักษณะที่มองเห็นด้วยตาเปล่าลักษณะโครงสร้างภายในของดอกเห็ดและการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีของโครงสร้างภายในดอกเห็ดมาพิจารณาประกอบการระบุชื่อตามคู่มืออนุกรมวิธานเห็ด โดยอ้างอิงจาก Largent [12] Largent and Watling [13] Pegler [14] Bergemann และ Largent [15] Phillips [16] และ Kerekes และ Desjardin [4]

2.3 การเก็บข้อมูลปัจจัยแวดล้อม

2.3.1 อุณหภูมิอากาศ โดยติดตั้งเครื่องมือ Hobo data logger รุ่น UA-002 เพื่อวัดและบันทึกข้อมูลอุณหภูมิอากาศที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 1 เมตร โดยติดตั้งแปลงย่อยละ 1 เครื่อง ดังนั้นแต่ละสังคมพืชติดตั้งทั้งหมด 3 เครื่อง

2.3.2 ความชื้นดินและอุณหภูมิดิน วัดทุก ๆ ครั้งที่ดำเนินการสำรวจ โดยสุ่มเก็บดิน 15 จุด ให้กระจายทั่วแปลงย่อย แล้วรวมดินเป็นหนึ่งตัวอย่าง ปริมาณ 300 กรัม มาชั่งน้ำหนักเปียก แล้วนำดินไปอบให้แห้งด้วยเครื่องอบความร้อนแห้ง (hot air oven) ที่ความร้อน 105 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักดินคงที่ แล้วนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดิน ส่วนอุณหภูมิดินวัดด้วยเทอร์โมมิเตอร์โดยสุ่มวัดในดินที่ระดับความลึก 10 เซนติเมตร [17] แปลงย่อยละ 15 จุด แล้วนำมาหาอุณหภูมิเฉลี่ยของแต่ละแปลงตัวอย่าง

2.3.3 ข้อมูลการปกคลุมเรือนยอดของไม้ชั้นบน วัดโดยใช้เครื่องมือ spherical densitometer โดยแต่ละแปลงจะเก็บข้อมูลที่มุมแปลง วัดซ้ำแต่ละมุมทั้งหมด 4 ทิศ ได้แก่ เหนือ ใต้ ตะวันออก และตะวันตก

2.3.4 ข้อมูลสมบัติของดินบางประการ โดยสุ่มเก็บตัวอย่างดินแต่ละแปลงย่อย 300-500 กรัม จาก 15 จุด ที่กระจายทั่วแปลง นำดินจากทุกจุดในแปลงมารวมกันเป็น 1 ตัวอย่าง แล้วส่งตัวอย่างดินไปวิเคราะห์หาสมบัติของดินบางประการ ได้แก่ ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter) และปริมาณธาตุอาหาร (C, P, Ca, Mg) ที่ห้องปฏิบัติการปฐพีป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รวมทั้งสิ้นสังคมพืชละ 3 ตัวอย่าง

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลชนิดเห็ดที่จัดจำแนกชนิดแล้วมาจำแนกตามรูปแบบการดำรงชีวิต และจำแนกประโยชน์และโทษของเห็ดที่มีต่อมนุษย์ จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความหลากชนิด (species diversity index) ในแต่ละสังคมพืช โดยใช้สมการของ Shanon-Wiener [18] นอกจากนี้ได้วิเคราะห์ค่าความมากมาย (abundance) และค่าดัชนีความคล้ายคลึง (index of similarity) ของชนิดเห็ดที่พบในสังคมป่าดิบ

แล้งและสังคมป่าเต็งรัง

การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างการปรากฏของเห็ดกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางประการ ใช้การวิเคราะห์การจัดลำดับชั้น โดยใช้การวิเคราะห์แบบ canonical correspondence analysis (CCA) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป PC-ORD version 6.08 for Window โดยนำค่าความมากมายของแต่ละชนิดเห็ดที่พบในพื้นที่ศึกษามาเปรียบเทียบกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางประการ ได้แก่ การปกคลุมเรือนยอด อุณหภูมิอากาศ ความเข้มแสง การปกคลุมเรือนยอด อุณหภูมิดิน ความชื้นดิน ค่า pH ปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter) และปริมาณธาตุอาหาร (C, P, Ca, Mg) เพื่อจัดวางการปรากฏของชนิดเห็ดกับการลดหลั่นของปัจจัยสิ่งแวดล้อม (environmental gradient)

3. ผลและวิจารณ์

3.1 ชนิดเห็ดตามการจัดจำแนกประเภทต่าง ๆ

3.1.1 ชนิดเห็ดตามการจัดจำแนกตามหลักอนุกรมวิธาน

การสำรวจความหลากชนิดของเห็ดในสังคมป่าเต็งรังและสังคมป่าดิบแล้ง บริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา พบเห็ดทั้งหมด 76 ชนิด ซึ่งสามารถระบุชื่อชนิด 71 ชนิด และอีก 5 ชนิด ที่ไม่สามารถระบุชื่อ (unidentified) เห็ดที่ระบุชื่อได้จัดอยู่ใน 39 สกุล 22 วงศ์ 11 อันดับ โดยพบเห็ดวงศ์ Russulaceae มากที่สุด 10 ชนิด (รูปที่ 1) รองลงมา คือ วงศ์ Marasmiaceae 7 ชนิด ส่วนวงศ์ที่พบเห็ดจำนวนน้อย คือ วงศ์ Sclerotiniaceae, Cordycipitaceae, Sarcoscyphaceae, Nidulariaceae, Pterulaceae, Schizophyllaceae และ Dacrymycetaceae ซึ่งพบวงศ์ละ 1 ชนิด

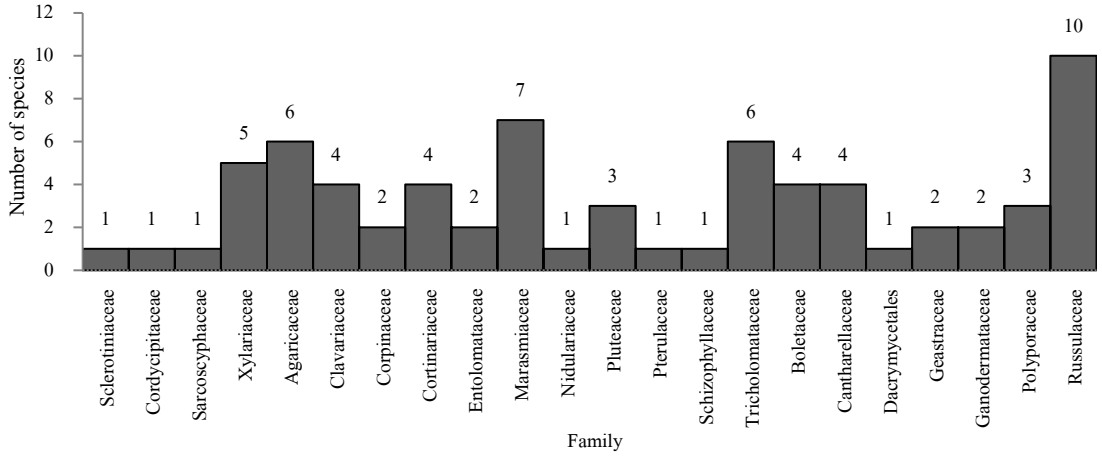

Figure 1 Numbers of wild mushroom species in Sakaerat Environmental Research Station, Nakhon Ratchasima Province

3.1.2 การจำแนกเห็ดตามรูปแบบการดำรงชีวิต (food source)

จำนวนเห็ดป่าที่พบทั้งหมดแบ่งเห็ดตามรูปแบบการดำรงชีวิตของเห็ดได้ 3 กลุ่ม (รูปที่ 2) คือ กลุ่มที่ 1 เห็ดแซบโปรไฟต์ (saprophytic mushroom) พบ 43 ชนิด (ร้อยละ 59) โดยชนิดเห็ดที่พบมากทั้งในสังคมป่าดิบแล้งและสังคมป่าเต็งรัง คือ เกล็ดขาว (*Marasmiellus candidus*) และ *Campanella*

junghuhnii กลุ่มที่ 2 เห็ดที่อยู่ร่วมกับสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นแบบพึ่งพาอาศัย (symbiotic mushroom) เห็ดกลุ่มนี้แบ่งตามชนิดของสิ่งมีชีวิตที่เห็ดไปมีความสัมพันธ์ด้วยได้ 2 กลุ่ม คือ (1) เห็ดเอคโตไมคอร์ไรซา (ectomycorrhizal mushroom) 30 ชนิด (ร้อยละ 37) เช่น มันปูเล็ก (*Cantharellus minor*) และ *Inocybe* sp. 1 ที่เป็นชนิดที่พบมากในสังคมป่าเต็งรัง และปะการังสีกุหลาบ (*Clavaria rosea*) หล่มสีกุหลาบ (*Russula rosacea*) มันปูใหญ่ (*Cantharellus cibarius*) เป็นชนิดที่พบมากในสังคมป่าดิบแล้ง และ (2) เห็ดที่มีความสัมพันธ์แบบพึ่งพาอาศัยกันกับปลวก (termite mushroom) 2 ชนิด (ร้อยละ 3) คือ โคนปลอกข้าวตอกยอดน้ำตาล (*Termitomyces indicus*) และ *Termitomyces* sp. ที่พบเฉพาะในสังคมป่าดิบแล้ง และกลุ่มที่ 3 เห็ดที่อาศัยอยู่กับสิ่งมีชีวิตอื่น (parasitic mushroom) พบ 1 ชนิด คือ *Metarhizium* sp. (ร้อยละ 1)

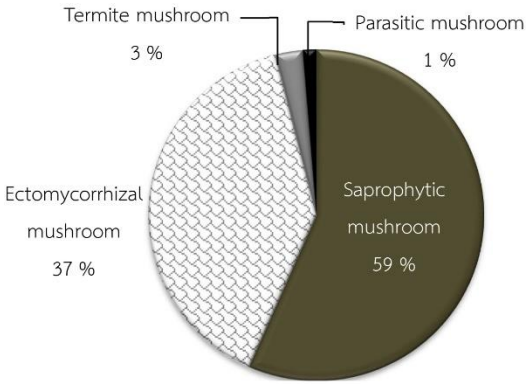

Figure 2 Classification of wild mushrooms according to food sources

ผลการศึกษาครั้งนี้พบกลุ่มเห็ดแซบโปรไฟต์มีจำนวนชนิดมากที่สุด ซึ่งเห็ดกลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่มีการสำรวจพบมากที่สุดจากการรวบรวมรายชื่อเห็ดที่พบในประเทศไทยของ Sangwanit และคณะ [5] โดยพบว่าเห็ดที่พบในประเทศไทย 2,575 ชนิด เป็นเห็ดแซบโปรไฟต์ 1,464 ชนิด หรือคิดเป็นร้อยละ 57 ของจำนวนเห็ดที่พบทั้งหมด นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาเห็ดป่าในต่างประเทศ ได้แก่ การศึกษาของ Jang และ Hur [11] ที่ศึกษาความสัมพันธ์ของเห็ดที่ปรากฏกับปัจจัยภูมิอากาศในอุทยานแห่งชาติ Byeonsanbando ประเทศเกาหลี พบเห็ดทั้งหมด 313 ชนิด เป็นเห็ดแซปโปรไฟต์ 122 ชนิด หรือคิดเป็นร้อยละ 39 ของจำนวนเห็ดที่พบทั้งหมด และการศึกษาของ Pushpa และ Purushothama [19] ที่สำรวจเห็ดใน Bangalore (Bengaluru) ประเทศอินเดีย พบว่าเห็ดแซปโปรไฟต์เป็นกลุ่มที่พบเป็นจำนวนมากที่สุด ร้อยละ 67.50 ของจำนวนเห็ดที่พบทั้งหมด ทั้งนี้เนื่องจากเห็ดกลุ่มนี้มีการเจริญในสภาพธรรมชาติยาวนานกว่าเห็ดอีกสองกลุ่ม [20]

3.1.3 การจำแนกเห็ดตามประโยชน์หรือโทษของเห็ดที่มีต่อมนุษย์

เมื่อพิจารณาเห็ดป่าที่พบทั้งหมดจากประโยชน์และโทษที่มีต่อมนุษย์ โดยอ้างอิงตาม Sangwanit และคณะ [5] พบว่าเป็นเห็ดกินได้ 18 ชนิด เห็ดที่กินไม่ได้ 2 ชนิด เห็ดพิษ 3 ชนิด และเห็ดที่ไม่มีข้อมูลการกิน 47 ชนิด ซึ่งในจำนวนเห็ดที่กินได้เหล่านี้ส่วนใหญ่ คือ กลุ่มเห็ดตะไค สกุล *Russula* วงศ์ Russulaceae ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Kosol และคณะ [21] ที่สำรวจเห็ดกินได้ในพื้นที่ของสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช พบว่ากลุ่มเห็ดตะไค สกุล *Russula* มีความเด่นทั้งปริมาณและความถี่มากที่สุด อย่างไรก็ตาม เห็ดกินได้ที่พบจากการศึกษาครั้งนี้บางชนิดยังไม่เคยมีรายงานการพบในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราชมาก่อน ได้แก่ ปะการังสีกุหลาบ (*Clavaria rosea*) ปะการังพวงแสด (*Clavulinopsis miyabeana*) ขานก (*Xerula radicata*) โคนปลวกข้าวตอกยอดน้ำตาล (*Termitomyces indicus*) ผึ้งภูหลวง (*Boletus nobilis*) พายทอง (*Dacryopinax spathu-*

laria) และฟานเหลืองทอง (*Lactarius hygrophoroides*)

3.2 ค่าดัชนีความหลากชนิด ความสม่ำเสมอ ดัชนีความคล้ายคลึง และความมากมายของเห็ด

การศึกษาครั้งนี้พบเห็ดในป่าเต็งรัง 33 ชนิด ส่วนในป่าดิบแล้ง 61 ชนิด ซึ่งค่าดัชนีความหลากชนิดของเห็ดในสังคมพืชป่าเต็งรัง (*H'* = 2.67) มีค่ามากกว่าสังคมพืชป่าดิบแล้ง (*H'* = 2.23) ถึงแม้ว่าพบจำนวนชนิดเห็ดน้อยกว่าในสังคมพืชป่าดิบแล้งก็ตาม ทั้งนี้เนื่องจากสังคมป่าเต็งรังมีความสม่ำเสมอของการกระจายชนิดมากกว่า ซึ่งมีค่าดัชนีความสม่ำเสมอ 0.77 (ตารางที่ 1) นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อนำค่าดัชนีความคล้ายคลึงของชนิดเห็ดที่พบในแต่ละสังคมพืชมาเปรียบเทียบกัน พบว่าเห็ดในป่าเต็งรังและป่าดิบแล้งมีความคล้ายคลึงกันน้อย มีค่าดัชนีความคล้ายคลึง 11.17 เมื่อพิจารณาจากอุณหภูมิอากาศ การปกคลุม

Table 1 Numbers of species, diversity and evenness indices of wild mushrooms from dry dipterocarp forest and dry evergreen forest

Types of forest	Species	Diversity index (*H'*)	Evenness index
Dry dipterocarp forest (DDF)	33	2.67	0.77
Dry evergreen forest (DEF)	61	2.23	0.54

Table 2 Means of climatic factors and edaphic factors collected from dry dipterocarp forest (DDF) and dry evergreen forest (DEF)

Types of forest	DDF	Standard error (SE)	DEF	Standard error (SE)	T-test	p-values
Climatic factors						
Air temperature	25.91	0.27	24.57	0.22	-4.3361	< 0.001
% Crown cover	58.73	2.65	83.84	0.17	-9.4607	< 0.001
Light density	9135.57	1039.804	2056.37	149.69	-7.0128	< 0.001
Edaphic factors						
Soil moisture	17.32	1.37	19.53	0.92	2.1669	< 0.05
Soil temperature	27.29	0.26	25.85	0.25	-4.624	< 0.001
Top soil pH	4.85	0.10	4.28	0.08	-4.4606	< 0.001
Soil organic matter (OM)	3.86	0.20	2.93	0.11	-4.0734	< 0.001
Total carbon (C)	1.92	0.07	1.58	0.07	-3.3205	< 0.05
Available phosphorus (P)	8.26	0.25	11.38	0.55	5.1600	< 0.001
Exchangeable Ca (Ca)	228.71	30.52	98.55	12.15	3.9626	< 0.001
Exchangeable Mg (Mg)	114.73	12.34	49.72	2.11	-5.1897	< 0.001

Table 3 Ranking of relative abundance of wild mushrooms from dry dipterocarp forest (DDF) and dry evergreen forest (DEF)

Type of Forest	Mushroom species	Roles	Relative abundance (%)	Ranks
DDF	*Marasmiellus candidus*	sap	21.39	1
	Xylaria sp. 1	sap	12.81	2
	Dacryopinax spathularia	sap	10.67	3
	Campanella junghuhnii	sap	8.54	4
	Lepiota sp. 1	sap	8.54	5
	Cantharellus minor	ecm	6.40	6
	Inocybe sp. 1	ecm	4.27	7
	Crinipellis sp. 1	sap	4.18	8
	Coprinus sp. 1	sap	3.42	9
	Laccaria sp. 1	ecm	2.57	10
DEF	*Dicephalospora rufocornea*	sap	41.71	1
	Marasmiellus candidus	sap	20.85	2
	Campanella junghuhnii	sap	4.59	3
	Cyathus striatus	sap	4.17	4
	Craterellus sp.	ecm	3.75	5
	Clavaria rosea	ecm	3.34	6
	Xylaria sp. 4	sap	2.92	7
	Russula rosacea	ecm	1.67	8
	Cantharellus odoratus	ecm	1.67	9
	Russula sp. 2	ecm	1.58	10

sap = saprophytic mushroom, ecm = ectomycorrhizal mushroom

เรือนยอด ความเข้มแสง อุณหภูมิดิน ความชื้นในดิน และผลการวิเคราะห์สมบัติของดินบางประการในพื้นที่ศึกษาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2) ปัจจัยที่กล่าวมาข้างต้นจึงส่งผลให้การปรากฏของดอกเห็ดของในป่าเต็งรังและป่าดิบแล้งมีความคล้ายคลึงกันน้อย

สำหรับความมากมายของเห็ดแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งพบว่าในป่าเต็งรัง เห็ดแต่ละชนิดมีความมากมายต่างกันร้อยละ 0.08-21.39 ซึ่งชนิดที่พบว่ามีค่าความมากมายสูงสุด 10 อันดับแรกนั้นเป็นเห็ดในกลุ่มผู้ย่อยสลายอินทรียวัตถุ 7 ชนิด และเป็นเห็ดกลุ่มเอคโตไมคอร์ไรซา 3 ชนิด คือ มันปูเล็ก (*Cantharellus minor*), *Inocybe* sp. 1 และ *Laccaria* sp. โดยเกล็ดขาว (*Marasmiellus candidus*) มีความมากมายของจำนวนดอกเห็ดมากที่สุดร้อยละ 21.39 รองลงมา คือ *Xylaria* sp. 2 โดยมีความมากมายร้อยละ 12.83 ส่วน

ในป่าดิบแล้ง เห็ดมีค่าความมากมายต่างกันร้อยละ 0.01-41.60 ซึ่งเห็ดที่พบว่ามีค่าความมากมายสูงสุดเป็น 10 อันดับแรกในสังคมป่าดิบแล้งเป็นเห็ดในกลุ่มผู้ย่อยสลายอินทรียวัตถุ 5 ชนิด และกลุ่มเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซา 5 ชนิด โดยเห็ด *Dicephalospora rufocornea* มีความมากมายของจำนวนดอกเห็ดมากที่สุด ร้อยละ 41.60 รองลงมา คือ เกล็ดขาว (*Marasmiellus candidus*) โดยมีความมากมายร้อยละ 20.80

3.3 ความสัมพันธ์ของการพบดอกเห็ดกับปัจจัยแวดล้อม

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยเทคนิค CCA พบว่าค่าลักษณะเฉพาะ (eigenvalue) ที่ได้จากการวิเคราะห์การจัดลำดับแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของแต่ละแกน (axis) ที่ใช้อธิบายความแปรปรวนทั้งหมด (total variation) ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ประกอบด้วยค่าลักษณะเฉพาะของ 3 แกน แกนแรกมีค่า 0.815, 0.756 และ 0.498 ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ซึ่งทั้ง 3 แกนของการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค CCA สามารถอธิบายค่าความแปรปรวน (variance) ของข้อมูลชนิดเห็ดร้อยละ 13.5

ตัวแปรปัจจัยแวดล้อมทั้งหมด 16 ตัวแปร แสดงในตารางที่ 4 ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ทั้งสองค่านี้แสดงให้เห็นว่าปัจจัยแวดล้อมที่มีความสัมพันธ์กับการกระจายของเห็ดทั้ง 76 ชนิด คือ การปกคลุมเรือนยอด (crown cover) อุณหภูมิอากาศ (air temperature) อุณหภูมิดิน (soil temperature) และความชื้นในดิน

Table 4 Canonical coefficient and intraset correlations of variables with three axes used in plot-variable ordination analysis

Variables	Canonical coefficient (standardized)			Canonical coefficient (intraset)		
	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 1	Axis 2	Axis 3
Climatic factors						
1. Air temperature	0.370	0.799	0.499	-0.188	**0.850**	0.025
2. % Crown cover	-0.910	0.568	1.984	**0.595**	-0.450	-0.095
3. Light density	-1.046	-0.854	-1.414	-0.477	**0.563**	-0.273
Edaphic factors						
4. Soil temperature	-0.068	-0.133	0.861	-0.092	**0.727**	-0.259
5. Soil moisture	-0.758	-0.637	0.765	-0.222	**-0.691**	0.548
6. Top soil pH	0.061	-0.070	1.426	-0.392	0.287	0.157
7. Soil organic matter	-0.771	1.289	4.254	-0.424	0.258	-0.195
8. Total carbon (C)	-0.607	-0.266	0.321	-0.313	0.208	-0.070
9. Available phosphorus (P)	-0.894	0.205	-1.938	0.499	-0.489	-0.171
10. Exchangeable Ca (Ca)	1.963	-1.001	-2.138-	-0.333	0.242	0.162
11. Exchangeable Mg (Mg)	-4.501	2.713	-4.819	-0.426	0.321	0.120

(soil moisture) ซึ่งตัวแปรดังกล่าวเป็นตัวแปรสิ่งแวดล้อมที่มีค่าสหสัมพันธ์ภายในกลุ่มเดียวกัน (intraset) ที่มีค่า r เท่ากับ 0.595, 0.850, 0.727, 0.691 ตามลำดับ ซึ่งความชื้นในดินมีความสัมพันธ์เป็นไปในทิศทางผกผันกับการกระจายของเห็ด

รูปที่ 3 แสดง CCA ไดอะแกรม ซึ่งพบว่าแบ่งกลุ่มเห็ดที่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยแวดล้อมได้ 4 กลุ่ม ประกอบด้วย

3.3.1 กลุ่มเห็ดที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการปกคลุมเรือนยอดและปริมาณฟอสฟอรัสที่มีประโยชน์ (group 1) พบว่าเห็ดที่ปรากฏในกลุ่มนี้ทั้งหมดเป็นเห็ดที่พบในสังคมป่าดิบแล้งเท่านั้น ได้แก่ *Sarcoscypha* sp., *Dicephalospora rufocornea, Gymnopilus* sp., *Metarhizium* sp., ฟานสีเหลืองทอง (*Lactarius hygrophoroides*), หล่มสีกุหลาบ (*Russula rosacea*), ก่อหน้าม่วง (*Russula cyanoxantha*), แดงน้ำหมาก (*Russula emetica*), *Russula* sp. 1, *Russula* sp. 2, ไข่เยี่ยวม้า (*Amanita vaginata*), *Boletus* sp. 1, ปะการังสีกุหลาบ (*Clavaria rosea*), *Clavaria* sp., มันปูใหญ่ (*Cantharellus cibarius*), *Agaricus* sp. 2, *Agaricus* sp. 3, *Crinipellis* sp. 1, คันจ้องดุมล้อสีแดง (*Marasmius haematocephalus*), *Favolaschia thwaitesii*, *Geastrum* sp., *Xylaria* sp. 2, *Xylaria* sp. 3, *Xylaria* sp. 4, กรวยทองตะกู (*Microporus xanthopus*), *Amauroderma* sp. จะเห็นได้ว่าเห็ดที่อยู่ในวงศ์ Russulaceae (สกุล *Russula* และสกุล *Lactarius*) ทุกชนิดที่พบในการศึกษาครั้งนี้ถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มนี้ ยกเว้นน้ำแป้ง (*Russula alboareolata*)

3.3.2 กลุ่มเห็ดที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความชื้นในดินเป็นปัจจัยหลัก (group 2) พบว่าเห็ดที่ปรากฏในกลุ่มนี้เป็นเห็ดที่พบได้ทั้ง 2 สังคมป่า ได้แก่ *Agaricus* sp. 1, ต้นหอมขาว (*Leucocoprinus cepaestipes*), *Coprinus* sp., *Crinipellis* sp. 1, *Crinipellis* sp. 2, *Inocybe* sp. 1, *Entoloma* sp. 1, *Laccaria* sp. 1, *Boletus* sp. 2, *Geastrum* sp. และขานก (*Xerula radicata*)

3.3.3 กลุ่มเห็ดที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกอุณหภูมิดิน อุณหภูมิอากาศ ความเข้มแสง ปริมาณธาตุอาหารแมกนีเซียม แคลเซียม คาร์บอน ปริมาณอินทรียวัตถุ และค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (group 3) พบว่าเห็ดที่ปรากฏในกลุ่มนี้เกือบทั้งหมดเป็นเห็ดที่พบในสังคมป่าเต็งรัง ได้แก่ พายทอง (*Dacryopinax spathularia*), เนื้อร่วน (*Psathyrella candolleana*), *Inocybe* sp. 2 แต่ยังมีบางชนิดที่เป็นเห็ดที่พบทั้งในสังคมป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง ได้แก่ มันปูเล็ก (*Cantharellus minor*), กาบหอยนางรมขาวจิ๋ว (*Campanella junghuhnii*), กรวยแก้ว (*Trogia infundibuliformis*), *Lepiota* sp., *Marasmius* sp. 1, *Marasmius* sp. 2 ซึ่งจะเห็นได้ว่าเห็ดในกลุ่มที่ 3 นี้ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มเห็ดแซบโปรไฟต์ที่ต้องการอินทรียวัตถุในดินสูง

3.3.4 กลุ่มเห็ดที่สามารถกระจายได้ทั่วไป (generalist species) กล่าวคือ เป็นกลุ่มเห็ดที่เมื่อมีปัจจัยแวดล้อมอยู่ในช่วงที่มีความเหมาะสม (group 4) คือ ไม่สูงหรือต่ำมากเกินไป จะปรากฏเห็ดชนิดนี้ ได้แก่ โคนปลวกข้าวตอกยอดน้ำตาล (*Termitomyces indicus*), *Xylaria polymorpha, Pterula* sp., ผึ้งภูหลวง (*Boletus nobilis*), รังนก (*Cyatus striatus*), น้ำแป้ง (*Russula alboareolata*), *Garnoderma* sp., *Lentinus* sp., เกล็ดขาว (*Marasmiellus candidus*) และระโงก (*Amanita hemibapha*) ซึ่งพบได้ในสังคมป่าดิบแล้งและสังคมป่าเต็งรัง

ปัจจัยแวดล้อมที่ทำให้เกิดเห็ดมีหลากหลายปัจจัย ซึ่งเห็ดแต่ละชนิดมีความชอบหรือมีสภาพแวดล้อมที่เฉพาะ (ecological niche) ต่อชนิด

เห็ดต่างกัน โดย Bergemann และ Largent [15] พบว่าปัจจัยที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับการกระจายของเห็ด ได้แก่ ชนิดของพืชพันธุ์ สมบัติบางประการของดิน สภาพอากาศเฉพาะพื้นที่ (micro-climate) และสังคมพืช การศึกษาของ Bergemann and Largent [15] พบว่าเห็ดในกลุ่ม Chanterelle มีความเฉพาะเจาะจงกับปัจจัยแวดล้อมบางประการ โดย *Cantharellus formosus* มีความต้องการการปกคลุมเรือนยอดโปร่ง (ประมาณร้อยละ 30) ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุน้อย และมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัส แคลเซียมและแมกนีเซียมน้อย ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้ที่พบว่ามันปูเล็ก (*Cantharellus minor*) เป็นเห็ดชนิดที่ชอบขึ้นในพื้นที่ที่มีการปกคลุมของเรือนยอดโปร่ง แต่มันปูใหญ่ (*Cantharellus cibarius*) และขมิ้นใหญ่ (*Cantharellus odoratus*) เป็นเห็ดชนิดที่ชอบขึ้นในพื้นที่ที่มีการปกคลุมเรือนยอดค่อนข้างแน่นทึบ และมีปริมาณอินทรียวัตถุน้อย แสดงให้เห็นว่าแม้เห็ดในสกุลเดียวกัน แต่ต่างชนิด (species) กัน มีความต้องการปัจจัยบางอย่างที่ต่างกัน การศึกษาครั้งนี้ยังพบว่าเห็ดในสกุล *Russula* ส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการปกคลุมเรือนยอดและปริมาณฟอสฟอรัสที่มีประโยชน์ ซึ่งมักพบการปรากฏในบริเวณที่มีการปกคลุมเรือนยอดค่อนข้างทึบถึงทึบ และในดินมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสระดับปานกลางถึงสูง

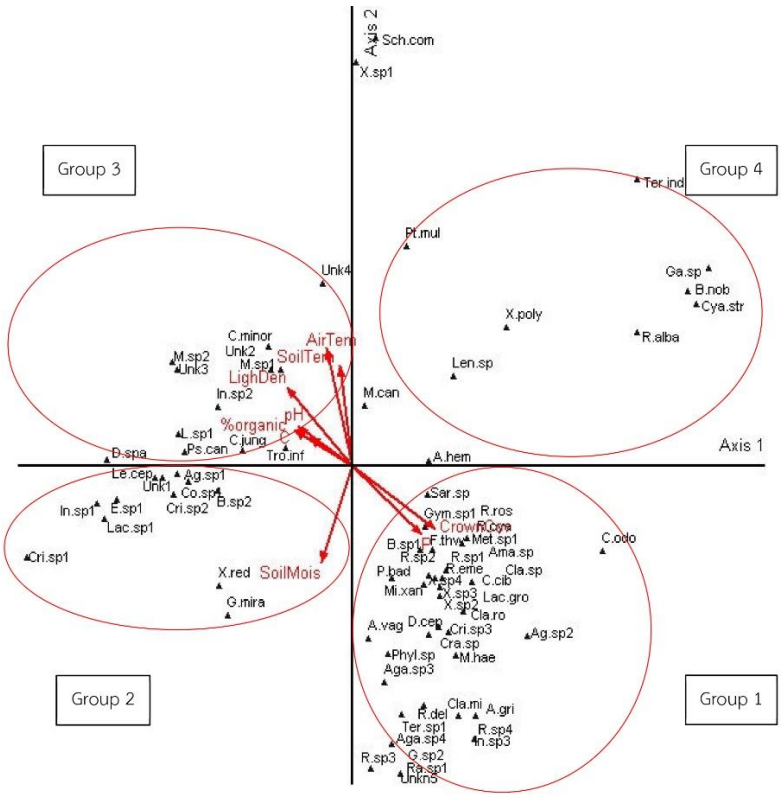

Figure 3 The relationship of mushrooms with light density, crown cover, air temperature, soil moisture, soil temperature, pH factor, % organic matter, macro elements (C, P, Ca, Mg) factors analyzed by the ordination method using canonical correspondence analysis (CCA).

4. สรุป

การสำรวจพบเห็ดทั้งหมด 76 ชนิด ซึ่งสามารถระบุชื่อชนิด 70 ชนิด จัดอยู่ใน 38 สกุล 25 วงศ์ 11 อันดับ โดยพบเห็ดวงศ์ Russulaceae มากที่สุด รองลงมา คือ วงศ์ Marasmiaceae เห็ดที่พบส่วนใหญ่เป็นเห็ดที่มีรูปแบบการดำรงชีวิตเป็นเห็ดแซปโปรไฟต์ 43 ชนิด รองลงมาเป็นเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซา 30 ชนิด เห็ดปลวก 2 ชนิด และเห็ดปรสิต 1 ชนิด ตามลำดับ เมื่อจำแนกตามการใช้ประโยชน์หรือโทษของเห็ดพบเห็ดกินได้ 18 ชนิด กินไม่ได้ 2 ชนิด เห็ดพิษ 3 ชนิด และเห็ดที่ไม่มีข้อมูลการกิน 47 ชนิด

ค่าดัชนีความหลากชนิดของเห็ดในป่าเต็งรังมากกว่าในป่าดิบแล้ง เห็ดป่าที่พบในทั้งสองสังคมพืชนี้มีความคล้ายคลึงกันน้อย โดยเห็ดที่มีความมากมายมากที่สุดในป่าเต็งรัง คือ *Marasmiellus candidus* ส่วนในป่าดิบแล้ง คือ *Dicephalospora rufocornea* ที่มีความมากมายมากที่สุด เมื่อนำชนิดเห็ดและจำนวนดอกเห็ดที่พบมาจัดลำดับร่วมกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม พบว่าแบ่งกลุ่มเห็ดที่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยแวดล้อมได้ 4 กลุ่ม คือ (1) กลุ่มเห็ดที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการปกคลุมเรือนยอดและปริมาณฟอสฟอรัสที่มีประโยชน์ (2) กลุ่มเห็ดที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับกับความชื้นในดิน (3) กลุ่มเห็ดที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับกับอุณหภูมิดิน อุณหภูมิอากาศ ความเข้มแสง ปริมาณธาตุอาหาร (C, Mg, Ca) ปริมาณอินทรียวัตถุ และค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน และ (4) กลุ่มเห็ดที่สามารถกระจายได้ทั่วไป (generalist species)

ผลการศึกษาสามารถนำไปวางแผนเพื่อการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพให้เกิดประโยชน์สูงสุดและการทำนายการกระจายเชิงพื้นที่หรือการดำรงชีวิตอยู่ของเห็ด ซึ่งจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของเห็ดกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพบเห็ดต่างชนิดที่ปรากฏในสังคมพืชที่ต่างกัน และเห็ดแต่ละชนิดมีความต้องการปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน ดังนั้นหากต้องการรักษาเห็ดชนิดนั้น ๆ ไว้ จึงจำเป็นต้องรักษาพื้นที่ป่าและระบบนิเวศภายใต้สังคมพืชนั้นให้คงไว้ตลอดไป การบุกรุกหรือเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าเพื่อไปใช้ประโยชน์อื่น ๆ นั้นอาจทำให้เห็ดป่าบางชนิดสูญหายไปจากพื้นที่นั้น

5. References

[1] Hyde, K.D., Bahkali, A.H. and Moslem, M.A., 2010, Fungi an unusual source for cosmetic, Fungal Diver. 43: 1-9.

[2] Tibuhwa, D.D., Muchane, M.N., Masiga, C.W., Mugoya, C. and Muchai, M., 2011, An inventory of macro- fungi and their diversity in the Serengeti- Masai Mara ecosystem, Tanzania and Kenya, Biol. Sci. 6: 399-410.

[3] Hawksworth, D.L. and Lücking, R., 2017, Fungal diversity revisited: 2.2 to 3.8 million species, Microbiolspec. FUNK 52: 1-17.

[4] Kerekes, J.F. and Desjardin, D.E., 2009, A monograph of the genera *Crinipellis* and *Moniliophthora* from Southeast Asia including a molecular phylogeny of the nrITS region, Fungal Diver. 37: 101-152.

[5] Sangwanit, U., Suwanarit, P., Payuppanon, A., Leungsaart, J. and Sakolruk, B., 2013, List Biological Assets Mushrooms, Biodiversity- Based Economy Development Office, Bangkok. (in Thai)

[6] Thongbai, B., Hyde, K.D., Chen, J. and Raspe, O., 2016, A new species and four

new records of *Amanita* (Amanitaceae; Basidiomycota) from Northern Thailand, Phytotaxa 286: 211-231.

[7] Chen, J., Zhao, R.L., Parra, L.A., Guelly, A.K., Kesel, A.D., Rapior, S., Hyde, K.D., Chukeati rote, E. and Callac, P., 2015, Agaricus section Brunneopicti: A phylogenetic reconstruction with descriptions of four new taxa, Phytotaxa 192: 145-168.

[8] Suwannarach, N., Kumla, J. and Lumyong, S., 2015, A new whitish truffle, *Tuber thailandicum* from northern Thailand and its ectomycorrhizal association, Mycol. Prog. 14(83): 1-12.

[9] 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.

[10] Pinna, S., Gevry, M.F., Cote, M. and Sirois, L., 2011, Factor influencing fructification phenology of edible mushroom in a boreal mixed forest of Eastern Canada, Forest Ecol. Manag. 260: 294-301.

[11] Duengkae, K., 2008, Relationships between Mushroom and Soil in Forest Ecosystems, Phetchabun Province, Research report, Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok. (in Thai)

[12] Largent, L.D., 1973, How to Identify Mushrooms to Genus I: Macroscopic Features, Mad River Press, Inc., California.

[13] Largent, L.D. and Watling, R., 1977, How to Identify Mushrooms to Genus IV: Key to Families and Genera, Mad River Press, Inc., California.

[14] Pegler, D.N., 1986, Agaric Flora of Sri Lanka, 12th Ed., 104 Schwarzweiß-Tafeln, Royal Botanic Garden, Kew, 519 p.

[15] Bergemann, S.E. and Largent, D.L., 2000, The site specific variables that correlate with the distribution of the Pacific Golden Chanterelle, *Cantharellus formosus*, Ecol. Manag. 130: 99-107.

[16] Phillips, R., 2006, Mushroom, MacMillan Reference, Milan.

[17] Hustad, V.P., Meiner, S.C. and Methven, A.S., 2011, Terrestrial macrofungi of Illinois Old-Growth Prairie Groves, Am. Midl. Nat. 166: 13-28.

[18] Shanon, C.E. and Weaver, W., 1949, The Mathematical Theory of Communication, University of Illinois Press, Urbana.

[19] Pushpa, H. and Purushothama, K.B., 2012, Biodiversity of mushrooms in and around Bangalore (Karnataka), India, J. Agric. Environ. Sci. 12: 750-759.

[20] Kauseruda, H., Heegaardb, E., Büntgenc, U., Halvorsene, R., Eglic, S., Irletc, B.S., Greilhuberf, I.K., Dämonf, W., Sparksg, T., Nordéna, J., Høilanda, K., Kirkh, P., Semenovi, M., Boddyj, L. and Stensethk, N.C., 2012, Warming-induced shift in European mushroom fruiting phenology, PNAS. 109: 14488-14493.

[21] Kosol, S. T. , Kumlung, T. , Inyod, P. , Thongbai and Archavancom, T. , 2005, Species Diversity of Edible Mushroom and Plants at Sakaerat Biosphere Reserve, Thailand Institute of Scientific and Technological Research, Bangkok. (in Thai)