

นิพนธ์ต้นฉบับ

ความสัมพันธ์ของปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับความหลากหลายของเห็ดป่ากินได้ในบริเวณ
สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา

**Relationship between Environmental Factor and Species Diversity of Wild
Edible Mushrooms at Sakaerat Environmental Research Station,
Nakhon Ratchasima Province**

ธารรัตน์ แก้วกระจ่าง*

Tharnrat Kaewgrajang*

คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok, 10900 Thailand

*Corresponding Author, E-mail: ffortrk@ku.ac.th

รับต้นฉบับ 25 กันยายน 2561

รับแก้ไข 23 พฤศจิกายน 2561

รับลงพิมพ์ 27 พฤศจิกายน 2561

ABSTRACT

Surveying of edible mushrooms in dry dipterocarp forest (DDF) and dry evergreen forest (DEF) at Sakaerat Environmental Research Station, Nakhon Ratchasima province, was conducted during from June to October 2017. In total, 32 mushroom species were found, which were classified into 1 phylum, 1 subphylum, 3 class, 8 orders, 11 families, 16 genera. The Shannon-Wiener index of edible mushrooms in DDF (29 species, $H' = 2.328$) had higher than in DEF (16 species, $H' = 1.810$). The majority of edible mushrooms was ectomycorrhizal mushrooms, which were found 21 species (65.63%). Among of them, the most abundance was Russulaceae, including 9 *Russula* and 2 *Lactarius*. The relationship between environmental variables and fruiting of edible mushrooms was analysed by using Canonical Correspondence Analysis (CCA). The results revealed that edible mushrooms could be categorized into three groups. First group, the mushrooms had high positive correlation with soil moisture such as *Russula emetica*, *Amanita princeps*, *Craterellus aureus*, *Craterellus odoratus* etc.. Second group, the mushrooms had positive correlation with air temperature and light intensity such as *R. delica*, *R. densifolia*, *A. vaginata* etc.. Third group was the generalist mushrooms, including *R. alborealata*, *A. hemibapha*, *Auricularia thailandica*. It was also found that the biomass of grasses had influenced the diversity of edible mushrooms in DDF. The amount of edible mushrooms might decrease when the forest floors were covered with grasses.

Keywords: Species diversity, Wild edible mushroom, Climatic factor, Dry dipterocarp forest, Dry evergreen forest

บทคัดย่อ

จากการสำรวจเห็ดกินได้ในป่าเต็งรังและป่าดิบแล้งบริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา ในช่วงเดือนมิถุนายน – ตุลาคม พ.ศ. 2560 พบเห็ดกินได้ทั้งหมด 32 ชนิด ซึ่งสามารถจัดจำแนกอยู่ใน 1 ไฟลัม (Phylum) 1 ไฟลัมย่อย (Subphylum) 3 ชั้น (Class) 8 อันดับ (Order) 11 วงศ์ (Family) 16 สกุล (Genus) โดยพบเห็ดกินได้ในป่าเต็งรังมีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด (29 ชนิด $H' = 2.328$) สูงกว่าป่าดิบแล้ง (16 ชนิด $H' = 1.810$) เห็ดที่พบส่วนใหญ่เป็นเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซา (ectomycorrhizal mushrooms) ซึ่งพบจำนวน 21 ชนิด (คิดเป็นร้อยละ 65.63) และในจำนวนเห็ดที่พบทั้งหมดพบว่าเห็ดวงศ์ Russulaceae มีความหลากหลายชนิดมากที่สุด โดยวงศ์นี้พบเห็ดสกุล *Russula* 9 ชนิด และ *Lactarius* 2 ชนิด จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแวดล้อมกับการปรากฏของเห็ดกินได้โดยใช้ Canonical Correspondence Analysis (CCA) พบว่าสามารถแบ่งกลุ่มเห็ดออกเป็น 3 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มที่ 1 กลุ่มเห็ดที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความชื้นในดิน ได้แก่ เห็ดแดงน้ำหมาก (*Russula emetica*) เห็ดระโงกขาว (*Amanita princeps*) เห็ดขมิ้นเล็ก (*Craterellus aureus*) เห็ดขมิ้นใหญ่ (*C. odoratus*) เป็นต้น กลุ่มที่ 2 กลุ่มเห็ดที่พบบริเวณที่มีอุณหภูมิอากาศและความเข้มแสงรอบวันเฉลี่ยสูง ได้แก่ เห็ดตะไคลขาว (*R. delica*) เห็ดถ่านเล็ก (*R. densifolia*) เห็ดไข่เยี่ยวม้า (*A. vaginata*) เป็นต้น และกลุ่มที่ 3 เห็ดที่มักพบกระจายทั่วไป ได้แก่ เห็ดน้ำแป้ง (*R. alborealata*) เห็ดระโงกเหลือง (*A. hemibapha*) เห็ดหูหนูบาง (*Auricularia thailandica*) เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณมวลชีวภาพของเห็ดที่เพิ่มมีอิทธิพลต่อความหลากหลายของเห็ดกินได้ในป่าเต็งรัง ซึ่งหากพื้นที่ป่ามีเห็ดที่เพิ่มขึ้นปกคลุมหนาแน่นจนเกินไปจะส่งผลให้ปริมาณของเห็ดกินได้ลดลง

คำสำคัญ: ความหลากหลาย เห็ดป่ากินได้ ปัจจัยสภาพภูมิอากาศ ป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง

คำนำ

เห็ดมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการย่อยสลายอินทรีย์สารให้เป็นแร่ธาตุและคืนกลับเข้าสู่ผู้ผลิตในระบบนิเวศ ซึ่งก่อให้เกิดการหมุนเวียนธาตุอาหารในระบบนิเวศอีกครั้ง (Dighton *et al.*, 2005) นักวิทยาศาสตร์ (Mycologist) ได้คาดคะเนว่าทั่วโลกมีเห็ดประมาณ 2.2 – 3.8 ล้านชนิด และมีเพียง 120,000 ชนิดเท่านั้นที่มีการศึกษาและรายงานไว้ (Hawksworth and Lücking, 2017) ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น จึงทำให้มีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตสูง (Tanticharoen, 2004) จากบัญชีรายชื่อชนิดเห็ดรายขนาดใหญ่นี้ในประเทศไทยของ Sangwanit *et al.* (2013) รายงานชนิดเห็ดที่พบทั้งหมด 2,575 ชนิด ประกอบด้วยเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซา (ectomycorrhizal mushroom) 907 ชนิด เห็ดปรสิต (parasitic mushroom) 175 ชนิด เห็ดโคน (termite

mushroom) 23 ชนิด เห็ดผู้ย่อยสลาย (saprophytic mushroom) 1,463 ชนิด

เห็ดป่าหลายชนิดยังเป็นเห็ดที่กินได้และบางชนิดมีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูง ซึ่งทั่วโลกคาดคะเนว่ามีเห็ดมากกว่า 1,000 ชนิด ที่มีรายงานการนำมาใช้ประกอบอาหาร (Boa, 2004) ในประเทศไทยมีเห็ดกินได้ 336 ชนิด และส่วนใหญ่เป็นเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซา และเห็ดโคน (Sangwanit *et al.*, 2013) เนื่องจากเห็ดกินได้ดังกล่าวเป็นเห็ดที่อาศัยร่วมกับสิ่งมีชีวิตอื่น จึงไม่สามารถนำมาเพาะเลี้ยงในโรงเรือนได้ อีกทั้งยังพบว่าปัจจัยแวดล้อมหลายปัจจัยยังมีอิทธิพลต่อปริมาณการเกิดของเห็ดป่า ทำให้ไม่สามารถคาดการณ์ปริมาณของเห็ดป่าในแต่ละปีได้ ปัจจุบันยังขาดข้อมูลด้านชีววิทยาและนิเวศวิทยา รวมถึงปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการสร้างดอกเห็ด ซึ่งองค์ความรู้ดังกล่าวจะสามารถนำมาพัฒนาแนวทางการอนุรักษ์และฟื้นฟูความหลากหลาย

ของเห็ดป่าอีกทั้งยังสามารถต่อยอดสร้างแปลงเพาะเห็ดป่าในสภาพธรรมชาติเพื่อเพิ่มผลผลิตของเห็ดป่าให้แก่ชุมชนท้องถิ่นได้ ในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาของความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดกินได้และศึกษาปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตของเห็ดกินได้ในป่าธรรมชาติ ซึ่งองค์ความรู้ที่ได้จะเป็นแนวทางในการพัฒนาพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมให้เป็นแปลงสาธิตการเพาะเห็ดป่ากินได้ ซึ่งจะนำไปสู่การใช้ประโยชน์บนพื้นฐานของศักยภาพทรัพยากรความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดระดับชุมชน และเพิ่มพูนทางเศรษฐกิจระดับชุมชนจากการเก็บผลผลิตของเห็ดป่า

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การวางแผนตัวอย่าง

กำหนดพื้นที่เป้าหมายในการศึกษา คือ พื้นที่ป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง บริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อม สะแกราช ตำบลอุดมทรัพย์ อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา เนื่องจากเป็นป่าธรรมชาติที่ไม่มีการรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การเก็บเห็ด และการเก็บหาของป่าชนิดอื่น จึงทำให้สามารถได้ข้อมูลชนิดเห็ดและจำนวนดอกเห็ดที่ขึ้นในแต่ละสังคมพืชนั้น ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งสังคมพืชทั้งสองประเภทที่ทำการเลือกสำรวจนี้เป็นสังคมพืชที่ปกคลุมเนื้อที่ส่วนใหญ่ของสถานี คิดเป็นประมาณร้อยละ 40 ของเนื้อที่ทั้งหมด หลังจากที่ได้เลือกพื้นที่เป็นตัวแทนที่ดีของสังคมป่าเต็งรังและป่าดิบแล้งแล้ว ได้ทำการวางแผนขนาด 20×20 เมตร จำนวน 10 แปลงย่อยต่อสังคมพืช โดยแต่ละแปลงย่อยมีระยะห่าง 100 เมตร

2. การสำรวจความหลากหลายของเห็ดกินได้

2.1 เก็บตัวอย่างดอกเห็ดที่ขึ้นในแต่ละแปลงย่อยทั้งที่ขึ้นบนดิน โดยตรง ขึ้นท่อนไม้ผุ ซากใบไม้ และต้นไม้อย่างมีชีวิต โดยเก็บเห็ดในฤดูฝน ระหว่างเดือนมิถุนายน – ตุลาคม พ.ศ. 2560 เดือนละ 2 ครั้ง รวมจำนวน 10 ครั้ง และสำรวจครั้งละ 3 วัน รวมวันที่สำรวจทั้งสิ้น 30 วัน

2.2 ถ่ายรูปดอกเห็ดและนับจำนวนดอกเห็ดแต่ละชนิด และบันทึกลักษณะต่างๆ ของเห็ดเพื่อใช้ประกอบการระบุชนิด ซึ่งได้แก่ สิ่งที่เห็ดขึ้นอยู่ เชื้อเห็ด (partial veil) สะเก็ด (scale) เส้นใยต่างๆ ที่ติดอยู่บนขอบหมวกและก้าน ของเหลวที่ปรากฏเมื่อดอกเห็ดเกิดรอยฉีกขาด (latex) การเปลี่ยนสีของส่วนต่างๆ ของดอกเห็ดเมื่อถูกสัมผัส หรือเกิดรอยข่วนเป็นต้น หลังจากนั้นดอกเห็ดที่สำรวจพบในแต่ละครั้งจะถูกเก็บออกจากแปลงทั้งหมด ทั้งนี้เพื่อให้แน่ใจว่าเห็ดที่สำรวจพบเป็นเห็ดที่ขึ้นใหม่ในช่วงเวลาสำรวจนั้นๆ

2.3 นำตัวอย่างดอกเห็ดสดที่มีขนาดโตเต็มที่ มาทำรอยพิมพ์สปอร์ (spore print) จากนั้นนำดอกเห็ดมาศึกษาลักษณะที่มองเห็นด้วยตาเปล่า (macroscopic features) โดยละเอียด ตามวิธีการของ Largent (1977) ซึ่งดำเนินการวัดขนาดส่วนประกอบต่างๆ ของดอกเห็ด เช่น หมวก ก้าน และครีบ เป็นต้น

2.4 นำดอกเห็ดแต่ละชนิดมาตัดตามขวางให้เป็นชิ้นบางด้วยวิธี free-hand section จากนั้นเลือกชิ้นที่บางมาทำสไลด์กึ่งถาวร (semi-permanent slide) เพื่อศึกษาลักษณะ โครงสร้างภายในดอกเห็ด (microscopic features) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ในห้องปฏิบัติการ ตามวิธีการของ Largent *et al.* (1977) ศึกษาลักษณะที่มองเห็นภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ได้แก่ ลักษณะการเรียงตัว เส้นใยในครีบ รูปร่างและขนาดเบสิดิเดียม (basidia) รูปร่างและขนาดสปอร์ การเรียงตัวของเส้นใยบนผิวหมวก รูปร่างและขนาดของซิสติเดียม (cystidia) เป็นต้น และทดสอบปฏิกิริยาทางเคมีของโครงสร้างภายในดอกเห็ดกับสารเคมี เช่น 10% KOH Melzer's reagent เป็นต้น

2.5 นำข้อมูลลักษณะที่มองเห็นด้วยตาเปล่า ลักษณะ โครงสร้างภายในของดอกเห็ดและการปฏิกิริยาทางเคมีของโครงสร้างภายในดอกเห็ดมาใช้ประกอบการระบุชื่อชนิดและชื่อสกุลของเห็ดตามคู่มือระบุวิธานเห็ด ได้แก่ Bas (1969); Conner (1972); Karun and Sridhar (2013); Bandara (2017) เป็นต้น จากนั้นทำการจำแนกชนิดเห็ดตามบทบาทในระบบนิเวศและจัดจำแนกตามการใช้ประโยชน์ของมนุษย์

2.6 อบแห้งตัวอย่างเห็ดในตู้อบหรือเครื่องอบแห้งที่อุณหภูมิ 40-50 องศาเซลเซียส เมื่อตัวอย่างเห็ดแห้งดีแล้วจึงนำมาบรรจุในกล่องพลาสติกใสเพื่อเก็บรักษาเป็นตัวอย่างแห้ง (fungal herbarium) สำหรับใช้เป็นตัวอย่างอ้างอิงต่อไป

3. การเก็บข้อมูลปัจจัยแวดล้อม

ปัจจัยแวดล้อมที่ทำการศึกษาคือ อุณหภูมิในอากาศ (air temperature) ความชื้นในอากาศ (humidity) ความชื้นในดิน (soil moisture content) ความเข้มแสงเฉลี่ยรอบวัน (light intensity) และมวลชีวภาพของเห็ดเห็บ (biomass) โดยมีวิธีการศึกษาดังนี้

3.1 อุณหภูมิในอากาศ และความเข้มแสง ได้ทำการติดตั้งเครื่องมือวัดและบันทึกข้อมูลอุณหภูมิอัตโนมัติ (HOBO Pendant Loggers) โดยเครื่องมือนี้สามารถวัดได้ทั้งอุณหภูมิอากาศและความเข้มแสง ซึ่งได้ติดตั้งอุปกรณ์บริเวณกึ่งกลางแปลงแปลงละ 1 เครื่อง ติดตั้งสูงจากพื้นดิน 80 เซนติเมตร เครื่องมือจะวัดข้อมูลต่อเนื่องทุกๆ 1 ชั่วโมง ตลอดระยะเวลาที่ทำการวิจัย

3.2 ความชื้นในดิน ทำการวัดทุกๆ ครั้งที่ทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างเห็ด โดยวัดความชื้นในดินทุกแปลงย่อยที่เห็ดขึ้น โดยสุ่มเก็บดินจำนวน 5 จุด (บริเวณตรงกลางแปลง และบริเวณมุมทั้ง 4 ด้าน) นำดินมาชั่งน้ำหนักเปียก แล้วนำดินไปอบให้แห้งด้วยเครื่องอบ hot air oven อบจนกระทั่งน้ำหนักของดินคงที่แล้วจึงนำมาชั่งหาน้ำหนักแห้ง แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดิน

3.3 การหามวลชีวภาพของเห็ดเห็บ ทำการเก็บตัวอย่างเห็ดเห็บในป่าเต็งรังเดือนละ 1 ครั้ง โดยเลือกกลุ่มตัดเห็ดเห็บนอกแปลงสำรวจทุกแปลง ในพื้นที่ขนาด 1×1 ตารางเมตร จำนวน 3 แปลงย่อยต่อแปลงสำรวจ โดยให้มีความหนาแน่นของเห็ดเห็บใกล้เคียงกับในแปลงสำรวจมากที่สุด ใช้กรรไกรตัดกิ่งตัดเห็ดเห็บให้ชิดพื้นดินมากที่สุด ชั่งหาน้ำหนักของเห็ดเห็บในแต่ละแปลงย่อย นอกจากนี้ทำการหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเห็ดเห็บโดยทำการสุ่มตัว

เห็ดเห็บ 100 กรัมต่อแปลงย่อย แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หรืออบจนกระทั่งตัวอย่างเห็ดเห็บมีน้ำหนักคงที่ และทำการชั่งน้ำหนักหลังจากที่อบตัวอย่างแล้วอีกครั้ง โดยคำนวณหามวลชีวภาพของเห็ดเห็บโดยใช้สูตร ดังนี้

$$\text{มวลชีวภาพของเห็ดเห็บ} = (100 \times \text{น้ำหนักสด}) / (\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} + 100)$$

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

คำนวณค่าดัชนีความหลากหลายชนิดโดยใช้สูตร Shannon-Wiener index (H') ค่าความสม่ำเสมอ (Evenness index) และค่าความคล้ายคลึง (Index of Similarity) ตามวิธีการของ Krebs (1972) สำหรับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเห็ดกับข้อมูลปัจจัยแวดล้อม (microclimate) ได้นำข้อมูลความชุกชุมของเห็ด (abundance) มาหาความสัมพันธ์ของตัวแปรปัจจัยแวดล้อมด้วย โดยวิธี Canonical Correspondence Analysis (CCA) การวิเคราะห์ข้อมูลการจัดลำดับของหมู่ของเห็ดกินได้ตามปัจจัยแวดล้อมด้วยวิธีการจัดลำดับ (Ordination analysis) ด้วยโปรแกรม PC-ORD 6.08 (McCune and Mefford 1999) แกน CCA (CCA axes) ถูกวิเคราะห์ทางสถิติด้วย Monte Carlo permutation test ($P < 0.01$)

สำหรับความสัมพันธ์ของปริมาณมวลชีวภาพของเห็ดเห็บต่อความหลากหลายชนิดของเห็ดที่พบที่ทำการเก็บข้อมูลเฉพาะในป่าเต็งรังนั้น ได้นำค่ามวลชีวภาพของเห็ดเห็บมาจัดอันดับภาคชั้น (biomass class) จำนวน 5 ชั้น แล้วนำจำนวนชนิดเห็ดและจำนวนดอกเห็ดที่พบในแต่ละช่วงชั้น (class) มาหาความแปรปรวนทางสถิติด้วย One-way ANOVA และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's multiple range test ($P < 0.05$) นอกจากนี้ยังได้นำค่ามวลชีวภาพของเห็ดเห็บไปหาความสัมพันธ์กับความชุกชุมสัมพัทธ์ของเห็ด (relative abundance) โดยการหาสมการถดถอย (simple regression) โดยให้แกน X คือ มวลชีวภาพของเห็ดเห็บ และแกน Y คือ ความชุกชุมสัมพัทธ์ของเห็ด

ผลและวิจารณ์

1. รายชื่อเห็ดกินได้

จากการสำรวจเห็ดกินได้ในป่าเต็งรังและป่าดิบแล้งบริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จ.นครราชสีมา ในช่วงเดือนมิถุนายน - ตุลาคม เดือนละ 2 ครั้ง รวม 10 ครั้ง พบเห็ดกินได้ทั้งหมด 32 ชนิด ซึ่งสามารถจัดจำแนกอยู่ใน 1 Phylum 1 Subphylum 3 Class 8 Order 11 Family 16 Genus 32 species โดยพบเห็ดกินได้ในป่าเต็งรังจำนวน 29 ชนิด และป่าดิบแล้งพบ 16 ชนิด (Table 1) จะเห็นได้ว่าเห็ดกินได้ที่พบส่วนใหญ่เป็นเห็ดที่จัดอยู่ในวงศ์ Russulaceae ซึ่งในวงศ์นี้พบเห็ดสกุล *Russula* 9 ชนิด และ *Lactarius* 2 ชนิด นอกจากนี้ผลการสำรวจยังพบว่าเห็ดกินได้ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มเห็ดเอคโทไมคอร์ไรซา 21 ชนิด (คิดเป็นร้อยละ 65.63) รองลงมาเป็นเห็ดผู้ย่อยสลาย (8 ชนิด)

เห็ดโคน (2 ชนิด) และเห็ดปรสิต (1 ชนิด) ตามลำดับ โดยทั่วไปเห็ดกินได้ส่วนใหญ่เป็นเห็ดเอคโทไมคอร์ไรซา ซึ่งพบว่าเป็นเห็ดที่มีความหลากหลายและมีความสำคัญทางด้านเป็นแหล่งอาหารโดยเฉพาะคนชนบทในแถบ West Africa ซึ่งเห็ดเอคโทไมคอร์ไรซาที่นิยมนำมาบริโภคมากที่สุดคือ *Lactarius Amanita* และ *Russula* (Yorou *et al.*, 2014) จากการศึกษาเห็ดกินได้ในบริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราชของ Kosol *et al.* (2006) รายงานว่าเห็ดกินได้ที่พบส่วนใหญ่ในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้งและสวนป่าของเป็นเห็ดสกุล *Russula Amanita* และ *Termitomyces* ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าเห็ดกินได้ไม่ว่าจะเป็นเห็ดเอคโทไมคอร์ไรซาหรือเห็ดโคนนั้นเป็นกลุ่มเห็ดที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตอื่น (symbiotic mushrooms) ดังนั้นจึงยังไม่สามารถนำมาเพาะเลี้ยงได้ในโรงเรือนเพื่อผลิตเชิงอุตสาหกรรมได้

Table 1 List of wild edible mushroom species, roles in ecosystem and habitat.

Mushroom species	Abbreviation	Role	Forest type
Phylum Basidiomycota,			
Subphylum Agaricomycotina,			
Class Agaricomycetes			
Subclass Agaricomycetidae			
Order Agaricales			
Family Amanitaceae			
<i>Amanita hemibapha</i> subsp. <i>javanica</i> Corner & Bas	Amahemi	ECM	DDF
<i>Amanita princeps</i> Corner & Bas	Amaprin	ECM	DDF, DEF
<i>Amanita vaginata</i> (Bull.) Lam.	Amavagi	ECM	DDF, DEF
Family Lyophyllaceae			
<i>Termitomyces cylindricus</i> S.C. He	Tercyli	Ter	DEF
<i>Termitomyces eurhizus</i> (Berk.) R. Heim	Tereurr	Ter	DEF
Family Physalacriaceae			
<i>Xerula radicata</i> (Relhan) Dörfelt	Xerradi	Sap	DDF
Order Boletales			
Family Boletaceae			
<i>Boletus griseipurpureus</i> Corner	Bolgris	ECM	DDF
<i>Boletus russellii</i> Frost	Bolruss	ECM	DDF
<i>Leccinum</i> sp.	Lec	ECM	DDF
<i>Tylopilus felleus</i> (Bull.) P. Karst.	Tylfell	ECM	DDF
Subclass -			

Table 1 (Con.)

Mushroom species	Abbreviation	Role	Forest type
Order Auriculariales			
Family Auriculariaceae			
<i>Auricularia thailandica</i> Bandara & K.D. Hyde	Aurfusc	Sap	DDF, DEF
<i>Auricularia cf. delicata</i> (Mont. ex Fr.) Henn.	Aurdeli	Sap	DDF
<i>Auricularia cornea</i> Ehrenb.	Aurpoly	Sap	DDF, DEF
Order Cantharellales			
Family Cantharellaceae			
<i>Cantharellus cibarius</i> Fr.	Canciba	ECM	DDF
<i>Craterellus odoratus</i> (Schwein.) Fr.	Craodor	ECM	DDF, DEF
<i>Craterellus aureus</i> Berk. & M.A. Curtis	Craaure	ECM	DDF, DEF
Order Polyporales			
Family Ganodermataceae			
<i>Amauroderma rugosum</i> (Blume & T. Nees) Torrend	Amarugo	Sap	DDF
<i>Ganoderma lucidum</i> (Curtis) P. Karst.	Ganluci	Par	DDF, DEF
Family Polyporaceae			
<i>Lentinus polychrous</i> Lév.	Lenpoly	Sap	DDF
Order Russulales			
Family Russulaceae			
<i>Russula alboareolata</i> Hongo	Rusalbo	ECM	DDF, DEF
<i>Russula delica</i> Fr.	Rusdeli	ECM	DDF, DEF
<i>Russula emetica</i> (Schaeff.) Pers.	Rusemet	ECM	DDF
<i>Russula rosacea</i> (Pers.) Gray	Rusrosa	ECM	DDF
<i>Russula virescens</i> (Schaeff.) Fr.	Rusvire	ECM	DDF, DEF
<i>Russula densifolia</i> Secr. ex Gillet	Rusdens	ECM	DDF
<i>Russula</i> sp.1	Rus1	ECM	DDF, DEF
<i>Russula</i> sp.2	Rus2	ECM	DDF
<i>Russula</i> sp.3	Rus3	ECM	DDF, DEF
<i>Lactarius hygrophoroides</i> Berk. & M.A. Curtis	Lachygr	ECM	DDF
<i>Lactarius piperatus</i> (L.) Pers.	Lacpipe	ECM	DDF, DEF
Class Dacrymycetes, Subclass -			
Order Dacrymycetales			
Family Dacrymycetaceae			
<i>Dacryopinax spathularia</i> (Schwein.) G.W. Martin	Dacspat	Sap	DDF
Class Tremellomycetes			
Subclass Tremellomycetidae			
Order Tremellales			
Family Tremellaceae			
<i>Tremella fusciformis</i> Berk.	Trefusi	Sap	DEF

Remarks: ECM = putative ectomycorrhizal mushroom, Sap = Saprophytic mushroom, Ter = Termite mushroom, Par = Parasitic mushroom, DDF = Dry dipterocarp forest, DEF = Dry evergreen forest

2. ค่าดัชนีความหลากหลายชนิด ดัชนีความสม่ำเสมอ และความคล้ายคลึงของเห็ดกินได้

ป่าเต็งรังมีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด ($H' = 2.328$) สูงกว่าป่าดิบแล้ง ($H' = 1.810$) นอกจากนี้ยังพบว่าในป่าเต็งรังยังมีความหลากหลายชนิดของเห็ดเอคโทไมคอร์ไรซา ($H' = 2.105$) สูงกว่าในป่าดิบแล้ง ($H' = 1.304$) ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากในป่าเต็งรังมีความหลากหลายของพันธุ์ไม้ที่เป็นพืชอาศัย (host) ของเห็ดเอคโทไมคอร์ไรซามากกว่าในป่าดิบแล้ง Sampanpanish (2000) ได้รายงานว่ามีเห็ดในป่าดิบแล้งของสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช มีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ ($H' = 5.322$) มากกว่าป่าเต็งรัง ($H' = 4.321$) แต่เมื่อพิจารณาถึงชนิดพันธุ์ไม้ที่เป็นพืชอาศัยของเห็ดเอคโทไมคอร์ไรซาพบว่าในป่าเต็งรังนั้นมีพันธุ์ไม้ที่เป็นพืชอาศัยของเห็ดเอคโทไมคอร์ไรซามากกว่า โดยพบว่ามีจำนวน 14 ชนิด ได้แก่ เต็ง (*Shorea roxburghii*) รัง (*S. siamensis*) พลวง (*Dipterocarpus tuberculatus*) ยางกราด (*D. intricatus*) มะค่าโมง (*Azelia xylocarpa*) เหียง (*D. obtusifolius*) เป็นต้น (Chalermpongse and Boonthavikoon, 1981) ในขณะที่ในป่าดิบแล้งมีพืชอาศัยของเห็ดเอคโทไมคอร์ไรซาเพียง 8 ชนิด ได้แก่ ตะเคียนหิน (*Hopea ferrea*) ตะเคียนทอง (*H. odorata*) ยางปาย (*D. costatus*) ยางนา (*D. alatus*) เป็นต้น (Chalermpongse and Boonthavikoon, 1982) ซึ่ง

การศึกษาครั้งนี้ยังสอดคล้องกับการรายงานของ Gao *et al.* (2013) ซึ่งพบว่าในบริเวณที่มีความหลากหลายของพันธุ์พืชสูงส่งผลให้บริเวณนั้นมีความหลากหลายของเห็ดเอคโทไมคอร์ไรซาสูงด้วย

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความหลากหลายชนิดรายเดือนพบว่าป่าเต็งรังมีดัชนีความหลากหลายชนิดสูงกว่าป่าดิบแล้ง ยกเว้นในเดือนกันยายน ในเดือนมิถุนายนเป็นเดือนที่มีความหลากหลายของเห็ดในป่าเต็งรังมากที่สุด ($H' = 1.968$) ในขณะที่เดือนกันยายนเป็นเดือนที่มีความหลากหลายของเห็ดในป่าดิบแล้งมากที่สุด ($H' = 1.577$) ในทางกลับกันเป็นเดือนที่มีความหลากหลายของเห็ดในป่าเต็งรังน้อยที่สุด ($H' = 1.250$) เมื่อพิจารณาค่าความสม่ำเสมอพบว่าอยู่ในช่วง 0.302 – 0.739 โดยค่าความสม่ำเสมอในการพบเห็ดในป่าทั้งสองประเภทมีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้นเดือนกรกฎาคมซึ่งพบว่าในป่าดิบแล้งมีค่าความสม่ำเสมอมากกว่าป่าเต็งรัง (Figure 1) ในจำนวนเห็ดเหล่านี้มีเพียง 13 ชนิดที่สามารถพบได้ในป่าทั้งสองประเภท โดยคำนวณค่าดัชนีความคล้ายคลึงได้เท่ากับร้อยละ 57.78 เห็ดที่พบได้ในป่าทั้งสองประเภท ได้แก่ *Amanita princeps*, *Am. vaginata*, *Auricularia thailandica*, *Au. cornea*, *Craterellus aureus*, *C. odoratus*, *Ganoderma lucidum*, *Lactarius piperatus*, *Russula virescens*, *R. delica*, *R. alboareolata*, *Russula* sp.2, *Russula* sp.3

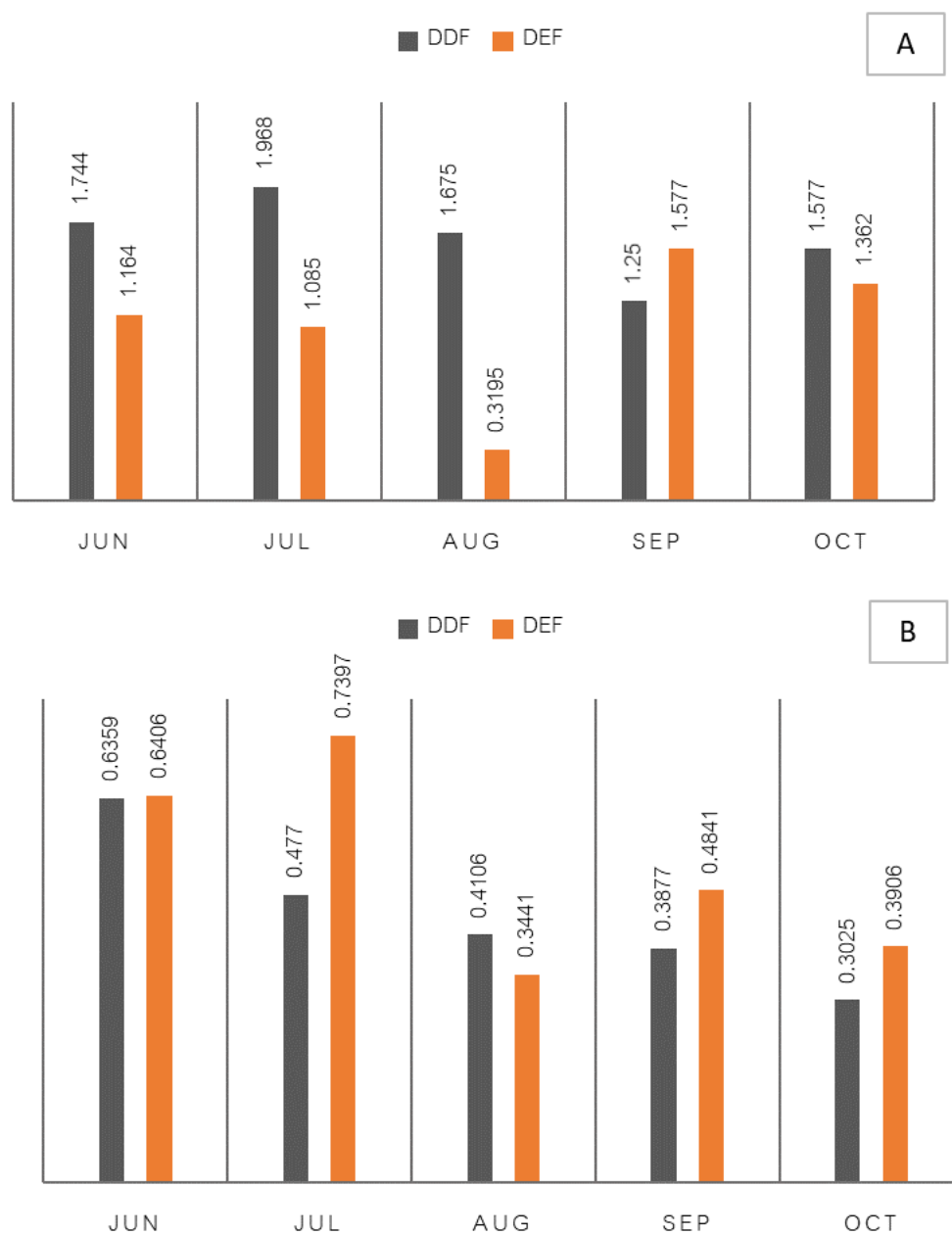


Figure 1 Shannon-Wiener index (A) and Evenness (B) of edible mushrooms in dry dipterocarp forest (DDF) and dry evergreen forest (DEF).

3. ความสัมพันธ์ระหว่างการปรากฏของเห็ดกินได้กับปัจจัยแวดล้อม

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการกระจายของเห็ดกินได้กับปัจจัยแวดล้อมด้วย CCA พบว่าค่าลักษณะเฉพาะ (Eigen values) ที่ได้จากการวิเคราะห์

การจัดลำดับแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของแต่ละแกน (axis) ที่ใช้ในการอธิบายความแปรปรวนทั้งหมด (total variation) ในข้อมูลที่น่าวิเคราะห์โดยค่าลักษณะเฉพาะของ 3 แกนแรกมีค่าเท่ากับ 0.832, 0.458 และ 0.333 ตามลำดับ โดยสามแกนแรกของการวิเคราะห์

ด้วยเทคนิค CCA สามารถอธิบายค่าความแปรปรวน (variance) ของข้อมูลชนิดเห็ดกินได้กับสภาพปัจจัยแวดล้อมได้ร้อยละ 17.9 (Table 2) ค่าสัมประสิทธิ์แคนนอนนิคอล (canonical coefficients) และค่าสหสัมพันธ์ (correlation coefficients) ระหว่างตัวแปรสิ่งแวดล้อมทั้งหมดกับแกนของการวิเคราะห์การจัดลำดับ

(Table 3) ซึ่งพบว่าปัจจัยแวดล้อมที่มีความสัมพันธ์ต่อการปรากฏหรือการดำรงชีวิตของเห็ดกินได้ทั้ง 32 ชนิดมากที่สุด คือ อุณหภูมิอากาศ ซึ่ง $r = 0.963$ สำหรับแกนที่ 1 รองลงมาคือ ความเข้มแสงเฉลี่ยรอบวัน $r=0.646$ สำหรับแกนที่ 2 และความชื้นในดิน $r=-0.785$ สำหรับแกนที่ 3 ตามลำดับ

Table 2 Summary table of statistical analysis for CCA.

	Monte Carlo test		
	Axis 1	Axis 2	Axis 3
CCA			
Eigen values	0.832	0.458	0.333
Variance explained (%)	9.0	5.0	3.6
Cumulative explained (%)	9.0	14.0	17.6
Pearson Correlation (Species-Environment)	0.953	0.751	0.733
Kendall (Rank) correlation (Species-Environment)	0.720	0.618	0.539

Cumulative variance in species data ($P=0.01$)

Table 3 Canonical coefficients and intraset correlations of environmental variables with the first three axes of CCA.

Variable	Canonical coefficients (Standardized)			Correlation coefficients (Intraset)		
	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 1	Axis 2	Axis 3
Air temperature	1.078	-0.272	-0.252	0.963	0.257	0.080
Light	-0.307	0.680	0.474	0.449	0.617	0.646
Soil moisture	-0.143	0.532	-0.371	-0.081	0.615	-0.785

จาก Figure 2 สามารถแบ่งกลุ่มเห็ดออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ ประกอบด้วย กลุ่มที่ 1 กลุ่มเห็ดที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความชื้นในดิน (soil moisture) กล่าวคือ เป็นเห็ดที่มักพบในบริเวณที่มีความชื้นในดินสูง ซึ่งได้แก่ เห็ดแดงน้ำหมาก (Rusemit) เห็ดระโงกขาว (Amaprin) เห็ดขมิ้นเล็ก (Craaur) เห็ดขมิ้นใหญ่ (Craodor) *Russula* sp.4 (Rus4) เห็ดขิง (Lacpipe) เห็ดหลินจือแดง (Ganoluc) เป็นต้น ซึ่งเห็ดดังกล่าวนี้สามารถพบได้ทั้งในป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง กลุ่มที่ 2 กลุ่มเห็ดที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอุณหภูมิอากาศและความเข้มแสงรอบวันเฉลี่ย ได้แก่ เห็ดตะไคลขาว (Rusdeli) เห็ดถ่านเล็ก (Rusdens) เห็ดไข่เยี่ยวม้า (Amavagi) เห็ดมันปูใหญ่

(Canciba) เห็ดฟานเหลืองทอง (Lachygr) เป็นต้น ซึ่งเห็ดกลุ่มนี้พบในป่าเต็งรังและป่าดิบแล้งเช่นเดียวกัน กลุ่มที่ 3 เห็ดที่มักพบกระจายทั่วไป (generalist species) กล่าวคือ เป็นกลุ่มเห็ดที่ขึ้นในที่ที่มีความชื้นในดิน ความเข้มแสงเฉลี่ยรอบวันและอุณหภูมิอากาศไม่สูงมากนัก ได้แก่ เห็ดน้ำแป้ง (Rusalbo) เห็ดระโงกเหลือง เห็ดหูหนูบาง (Aurfus) เป็นต้น

จากผลการศึกษาดังนี้ จะเห็นได้ว่าปัจจัยแวดล้อมมีอิทธิพลต่อการปรากฏของเห็ดกินได้ ในช่วงต้นฤดูฝนหรือปริมาณน้ำฝนน้อย ส่งผลให้ดินมีความชื้นไม่มากนักมักพบเห็ดกลุ่มที่ 3 โดยเฉพาะอย่างยิ่งเห็ดน้ำแป้ง (Rusalbo) และเห็ดเสม็ด (Bolgris) ในขณะที่

เมื่อฝนตกชุกทำให้ดินมีความชื้นสูงมักพบเห็ดกลุ่มที่ 1 อย่างไรก็ตามการกระจายของเห็ดหรือการดำรงชีวิตของเห็ดนั้นมีความสัมพันธ์กับปัจจัยแวดล้อมหลายปัจจัย ได้แก่ พืชพรรณ (vegetation) ลักษณะของดิน

(soil characteristics) ประเภทป่า (forest type) และลักษณะภูมิอากาศเฉพาะพื้นที่ (microclimate) (Bergemann and Largent, 2000)

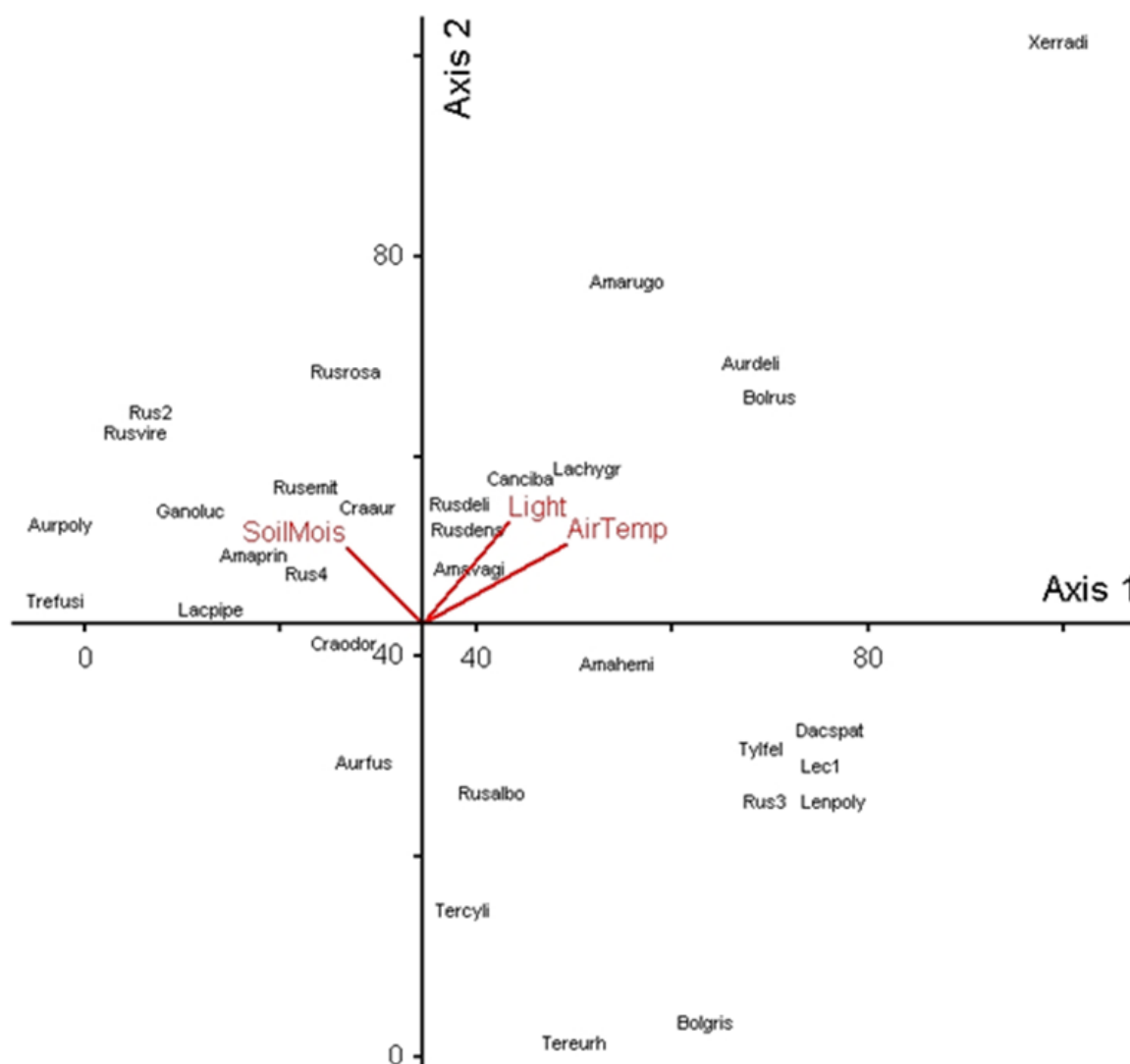


Figure 2 Canonical correspondence analysis (CCA) diagram of edible mushrooms collected at Sakaerat Environmental Research Station.

4. ความสัมพันธ์ของมวลชีวภาพของเห็ดป่าเทียบกับความหลากหลายชนิดของเห็ดกินได้

ในแปลงป่าเต็งรังมีปริมาณมวลชีวภาพของเห็ดป่าในแต่ละเดือนตลอดช่วงการสำรวจเห็ดพบว่า

ปริมาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P=0.047$) โดยพบว่าในช่วงต้นฤดูฝน นั่นคือ เดือนมิถุนายนและกรกฎาคมมีปริมาณมากกว่าในเดือนสิงหาคม กันยายนและตุลาคม (Table 4) จาก Table 5 ได้ทำการเปรียบเทียบ

ปริมาณมวลชีวภาพของหญ้าเพ็กในแต่ละช่วงชั้น (biomass class) กับจำนวนชนิดเห็ดกินได้ พบว่าการปรากฏของเห็ดมีปริมาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P=0.047$) ซึ่งหากมีมวลชีวภาพของหญ้าเพ็กน้อยกว่า 6 ton/ha (3 – 6 ton/ha) สามารถพบเห็ดได้หลากหลายชนิดที่สุด ในขณะที่หากมีมวลชีวภาพของหญ้าเพ็กมากกว่า 15 ton/ha จะไม่พบเห็ดกินได้ในแปลงเลย จากผลการศึกษายืนยันได้ว่าปริมาณมวลชีวภาพของหญ้าเพ็กมีอิทธิพลต่อความหลากหลายของเห็ดกินได้ ซึ่งหากมี

การจัดการพื้นที่โดยการจัดการกันไฟป่าในบริเวณป่าเต็งรังต่อไปจะอาจส่งผลให้ปริมาณของเห็ดกินได้ลดลง สำหรับผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของมวลชีวภาพของหญ้าเพ็กกับความชุกชุมสัมพัทธ์พบว่ามีค่าความสัมพันธ์เชิงลบ โดยมีค่า correlation เท่ากับ -0.380 นั้นหมายความว่าเมื่อมวลชีวภาพของหญ้าเพ็กเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ความชุกชุมสัมพัทธ์ของเห็ดลดลง โดยสามารถนำความสัมพันธ์ดังกล่าวมาสร้างสมการถดถอยได้ดังนี้ $Y = 1054.706 - 102.895X$ ($r^2=0.144$, $P=0.011$)

Table 4 Biomass of grass in dry dipterocarp forest during the surveying period.

	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.
Biomass (ton/ha)	10.64 ^a	10.39 ^a	8.45 ^b	6.27 ^b	8.55 ^b

Remark: ^{a-b}The mean difference is significant at the 0.05 level.

Table 5 Number of species and number of fruiting bodies in different of biomass class.

Biomass (ton/ha) class	Number of species	Number of fruiting bodies
3 – 6	2.71 ^a	52.64 ^a
6.1 – 9	2.08 ^{ab}	17.85 ^a
9.1 – 12	0.83 ^{ab}	8.08 ^a
12.1 – 15	0.63 ^{ab}	1.63 ^a
15.1 – 18	0 ^c	0 ^a
	$P=0.047$	$P=0.244$

Remark: ^{a-c}The mean difference is significant at the 0.05 level.

สรุป

จากการสำรวจเห็ดกินได้ในป่าเต็งรังและป่าดิบแล้งบริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จ.นครราชสีมา ในช่วงเดือนมิถุนายน – ตุลาคม พ.ศ. 2560 พบเห็ดกินได้ทั้งหมด 32 ชนิด ค่าดัชนีความหลากหลายของเห็ดกินได้ในป่าเต็งรังสูงกว่าป่าดิบแล้ง ซึ่งเห็ดในป่าทั้งสองประเภทมีความคล้ายคลึงกันค่อนข้างสูง (ร้อยละ 53.33) จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการปรากฏของเห็ดกับปัจจัยแวดล้อมพบว่าแบ่งเห็ดกินได้ออกเป็น 3 กลุ่ม ประกอบด้วย 1) กลุ่มเห็ดที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความชื้นในดิน 2) กลุ่มเห็ดที่พบบริเวณที่มีอุณหภูมิอากาศและความเข้มแสงรอบวันเฉลี่ยสูง และ 3) เห็ดที่มักพบกระจายทั่วไป นอกจากนี้

ยังพบว่าปริมาณมวลชีวภาพของหญ้าเพ็กมีอิทธิพลต่อความหลากหลายของเห็ดกินได้ ซึ่งหากพื้นที่ป่ามีหญ้าเพ็กขึ้นปกคลุมหนาแน่นจนเกินไปจะส่งผลให้ปริมาณของเห็ดกินได้ลดลง

คำนิยาม

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประจำปี 2560 (ป-ย(ด) 151.60) ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้อำนวยการสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช และเจ้าหน้าที่ของสถานีฯ ทุกท่านที่อำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลภาคสนาม

REFERENCES

- Bandara, A.R., S.C. Karunarathna, A.J. Phillips, P.E. Mortimer, J. Xu, P. Kakumyan, and K.D. Hyde. 2017. Diversity of *Auricularia* (Auriculariaceae, Auriculariales) in Thailand. **Phytotaxa** 292(1): 19-34.
- Bas, C. 1969. Morphology and subdivision of *Amanita* and a monograph of its section *Lepidella*. **Persoonia**. 5(3): 285-579.
- Bergemann, S. E. and D. L. Largent. 2000. The site specific variable that correlate with the distribution of the Pacific Gloden Chanterelle, *Cantharellus formosus*. **For Ecol Manag** 130: 99-107.
- Boa, E. 2004. Wild edible fungi. A global overview of their use and importance to people. **Non-Wood Forest Products** 17. FAO, Rome.
- Chalermpongse, A. and T. Boonthavikoon. 1981. **The Investigation of Mycorrhizal Fungi Associated with Roots of Trees in Sakaerat Dry-Dipterocarp Forest Ecosystem**. Forest pest control branch, Royal Forest Department, Bangkok.
- _____ and _____. 1982. **The Investigation of Ectomycorrhiza in Dry-Evergreen Forest Ecosystem**. Forest pest control branch, Royal Forest Department, Bangkok.
- Corner, E.L.H. 1972. **Boletus in Malaysia**. The Government Printing Office, Singapore.
- Dighton, J., J. M. White and P. Oudemans. 2005. **The Fungal Community. Its Organization and Role in the Ecosystem**, 3rd edn. CRC, Boca Raton.
- Gao, C., N. Shi, Y. Liu, K. G. Peay, Y. Zheng, Q. Ding, X. Mi, K. Ma, T. Wubet, F. Buscot and L. Guo. 2013. Host plant genus-level diversity is the best predictor of ectomycorrhizal fungal diversity in a Chinese subtropical forest. **Molecular Ecology** 22: 3403–3414.
- Hawksworth, D. L. and R. Lücking. 2017. Fungal diversity revisited: 2.2 to 3.8 million species. **Microbiol. Spec. FUNK** 52: 1-17.
- Karun, N.C. and K.R. Sridhar 2013. Occurrence and distribution of *Termitomyces* (Basidiomycota, Agaricales) in the Western Ghats and on the west coast of India. **Czech Mycol.** 65(2): 233–254.
- Krebs, C. J. 1972. **Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance**. Harper & Row, Publishers, INC, USA.
- Kosol, S., T. Kumlung, T. Inyod, P. Thongbai, T. Archavacom and S. Savakronburi. 2006. Species diversity of edible mushrooms and plants at sakaerat biosphere reserve, pp. 636-643 *In Proceedings of 44th Kasetsart University Annual Conference : Engineering, Architecture, Natural Resources and Environmental Management*. Kasetsart University, Bangkok.
- Largent, D. L. 1977. **How to Identify Mushrooms to Genus I: Macroscopic Features**. Eureka Printing Co., Inc., Eureka.
- Largent, D., D. Johnson and R. Watling. 1977. **How to Identify Mushrooms to Genus III: Microscopic Features**. Eureka Printing Co. Inc., Eureka.
- McCune, B. and M. J. Mefford. 1999. **PC-ORD, Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 4**. MJM Software, Glendened Beach.
- Sampanpanish, P. 2000. **Assessment on Biodiversity Surveys of Plant Community at Sakaerat**

- Environmental Station, Nakhon Ratchasima.**
Final Report, Chulalongkorn University.
- Sangwanit, U., P. Suwannarit, A. Payappanon, J. Luangsard, A. Chandrasrikul and B. Sakolrak. 2013. **List of Mushrooms.** Biodiversity-Based Economy Development Office (Public Organization), Bangkok.
- Tanticharoen, M. 2004. Introduction to Thai biodiversity. In E.B.G. Jones, M. Tantichareon, and K.D. Hyde, (eds.) **Thai Fungal Diversity.** National Center for Genetic Engineering and Biotechnology (BIOTEC), Thailand, pp. 1–6.
- Yorou, N. S., N. A. Kone, M. Guissou, A. K. Guelly, D. L. Maba, M. R. M. Ekue and A.D. Kesel. 2014. Biodiversity and sustainable use of wild edible fungi in the Sudanian centre of endemism: a plea for Valorisation. p. 241-271. In A. M. Bâ, K. L. McGuire, and A. G. Diédhiou **Ectomycorrhizal Symbioses in Tropical and Neotropical Forests.** CRC Press, New York.
-