

ความสัมพันธ์ของการเกิดเห็ดเผาะกับไม้เต็งจากแปลงทดลองที่มี
ความถี่ไฟต่างกันในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง
Relationship of Barometer Earthstar Production and
Shorea obtusa Wall. ex Blume from Different Fire
Frequency Plots in the Dry Dipterocarp Forest of
Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary

สุนันทา วิสิทธิพานิช*, สิริรัตน์ จันทร์มหเสถียร และสันติ สาระพล

ส่วนวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

มานพ ผู้พัฒน์ และพงษ์ศักดิ์ พลเสนา

สำนักงานหอพรรณไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

สุดชาย วิสิทธิพานิช

ส่วนควบคุมไฟป่า สำนักป้องกันปราบปราม และควบคุมไฟป่า

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

Sunanta Wisittipanich*, Sirirat Janmahasatien and Santi Saraphol

Forest Conservation Research Division, Forest and Plant Conservation Research Office,

Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Lat Yao, Chatuchak, Bangkok 10900

Manop Poopath and Phongsak Phonsena

Forest Herbarium Division, Forest and Plant Conservation Research Office,

Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Lat Yao, Chatuchak, Bangkok 10900

Sudchai Wisittipanich

Control Forest Fires Division, Forest Protection and Fire Control Office,

Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Lat Yao, Chatuchak, Bangkok 10900

บทคัดย่อ

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดเห็ดเผาะกับไม้เต็งจากแปลงทดลองถาวรที่มีความถี่ของการเกิดไฟต่างกัน
ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี เนื่องจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่ามีบริเวณที่เกิดเห็ด

เผาะมีความสัมพันธ์กับตำแหน่งที่ไม้เต็งขึ้นอยู่ในระดับสูง โดยศึกษาในแปลงทดลองถาวรขนาด 100 x 100 ตารางเมตร (1 เฮกตาร์) จำนวน 10 แปลง ในป่าเต็งรังที่มีไม้เต็งและไม้รังเป็นพรรณไม้เด่น มีการป้องกันไฟและเผาที่ความถี่ต่างกันเป็นเวลา 9 ปี (พ.ศ. 2551-2559) และเก็บข้อมูลในปี พ.ศ. 2559 โดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและบันทึกพิกัดไม้เต็งที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (diameter at breast height, DBH) ตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตร ขึ้นไป ก่อนการเก็บข้อมูลการเกิดเห็ดเผาะที่ดำเนินการในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนกรกฎาคม โดยวัดพิกัดบริเวณที่เกิดดอกเห็ดของแต่ละแปลงในแต่ละวัน และชั่งน้ำหนักรวม จากนั้นหาความสัมพันธ์ของพิกัดเห็ดเผาะกับพิกัดไม้เต็งโดยการสร้างกราฟพิกัดเพื่อศึกษาการกระจาย และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของเห็ดเผาะกับความหนาแน่นของไม้เต็งจากแปลงทดลองที่มีระดับความถี่ไฟต่างกันโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยแบบเส้นตรง จากนั้นแบ่งแปลงขนาด 100x100 ตารางเมตร เป็นแปลงขนาด 25x25 ตารางเมตร จำนวน 16 แปลง เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการหาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของเห็ดเผาะ และจำนวนต้นของไม้เต็งแยกตามชั้นขนาดความโตต่าง ๆ ผลการศึกษาพบว่าไม้เต็งเป็นพรรณไม้เด่นในทุกแปลงทดลอง ซึ่งจะประกอบด้วยไม้เต็งในหลายชั้นขนาดความโต โดยตำแหน่งของการเกิดเห็ดเผาะและน้ำหนักของเห็ดเผาะไม่มีความสัมพันธ์กับขนาดความโตของไม้เต็ง และพบว่าน้ำหนักของเห็ดเผาะมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของไม้เต็งสูงมากในแปลงที่ถูกเผาด้วยความถี่ของไฟมาก ๆ เช่น แปลงเผาทุกปี และแปลงเผาปีเว้นปี โดยมีสมการของความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของเห็ดเผาะและความหนาแน่นของไม้เต็ง รวมทั้งค่า R^2 ของแปลงเผาทุกปี แปลงเผาปีเว้นปี แปลงเผาทุก 2 ปี และแปลงเผาทุก 6 ปี คือ $Y = 50.866X - 416.82$, $R^2 = 0.8428$; $Y = 40.22X - 262.25$, $R^2 = 0.8355$; $Y = 27.371X - 246.5$, $R^2 = 0.7355$ และ $Y = 31.084X - 434.33$, $R^2 = 0.2735$ ตามลำดับ โดยสามารถใช้สมการของแปลงเผาทุกปี แปลงเผาปีเว้นปี และแปลงเผาทุก 2 ปี ในการทำนายผลผลิตเห็ดเผาะจากความหนาแน่นของไม้เต็งในป่าเต็งรังที่มีไม้เต็งและไม้รังเป็นไม้เด่นในปีที่มีสภาพอากาศปกติได้

คำสำคัญ : เห็ดเผาะ; ไฟป่า; ไม้เต็ง; ป่าเต็งรัง; เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

Abstract

This study determined the relationship of barometer earthstar (*Astraeus* sp.) and *Shorea obtusa* Wall. ex Blume from various fire frequency plots in the dry dipterocarp forest of Huai Kha Khaeng wildlife sanctuary, Uthai Thani province, where the past experiment showed high relation between position of *S. obtusa* and barometer earthstar mushroom occupy position. The experiment was established ten permanent plots of 100x100 Sq.m. (1 ha) in dry dipterocarp forest where *S. obtusa* and *S. siamensis* were dominated species and these plots were treated with different fire frequencies for 9 years, from 2008 to 2016. All collected data were started only in 2016. Data of *S. obtusa* in diameter at breast height (DBH) from 4.5 cm and above were collected and their co-ordinates were recorded before collecting mushroom data. Data of mushroom production were recorded from April to July, total weight and co-ordinates of mushroom occupying areas were collected daily. The simple linear regression was used to find the effect of *S. obtusa* density and

fire frequency on mushroom's weight. Then, 100x100 Sq.m. plots were separated to 25x25 Sq.m. plots (16 plots), data of mushroom and number of *S. obtusa* in each size classes were calculated, and the analysis of covariance was used to find the relationship of mushroom production with different DBH size classes of *S. obtusa*. The results showed that *S. obtusa* was dominant species in all plots with different DBH size classes. It was also found that mushroom distribution and weight did not correlate with DBH size classes of *S. obtusa*. Moreover, high relationship between mushroom's total weight and *S. obtusa* density was observed in burn plots with the higher fire frequency. Linear equations with values of R^2 of annual burn plots, 1-year alternate burn plots, biannual burn plots, every 6-years burn plots were $Y = 50.866X - 416.82$, $R^2 = 0.8428$; $Y = 40.22X - 262.25$, $R^2 = 0.8355$; $Y = 27.371X - 246.5$, $R^2 = 0.7355$ and $Y = 31.084X - 434.33$, $R^2 = 0.2735$, respectively. The linear equations of annual burn plots, 1-year alternate burn plots, and biannual burn plots could be used to predict mushroom production by using *S. obtusa* densities in dry dipterocarp forest, where *S. obtusa* and *S. siamensis* were dominated species, in normal climatic year.

Keywords: barometer earthstar; forest fire; *Shorea obtusa*; dry dipterocarp forest; Huai Kha Khaeng wildlife sanctuary

1. บทนำ

เห็ดเผาะ เห็ดถอบ เห็ดเผาะฝ้าย หรือเห็ดเหียง (*Astraeus* spp.) จัดอยู่ในวงศ์ *Astraeaceae* เดิมมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Astraeus hygrometricus* (Pers.) Morgan [1-4] ซึ่งต่อมา Phosri และคณะ พบว่า *A. hygrometricus* ประกอบด้วยเห็ดเผาะหลายสายพันธุ์ [5]

เห็ดเผาะเป็นที่นิยมในการบริโภคของคนไทยเป็นอย่างมาก มีมูลค่าสูงถึง 600 บาทต่อกิโลกรัม จึงสร้างรายได้แก่ชุมชนเป็นอย่างมาก [2,6] โดยเห็ดเผาะเป็นราชนิดหนึ่งที่ดำรงชีวิตเป็นเอกโตไมคอร์ไรซา (ectomycorrhiza) พึ่งพาอาศัยกันกับรากไม้ในหลายวงศ์และหลายชนิดในป่าเขตร้อนและเขตอบอุ่นทั่วโลก ได้แก่ ต้นโอ๊ก ต้นสน ต้นสาละ ต้นยูคาลิปตัส เป็นต้น ในประเทศไทยพบเห็ดเผาะอาศัยกับรากไม้วงศ์ยาง ได้แก่ เต็ง รัง ยางนา เป็นต้น ซึ่งพบไม้เหล่านี้ได้ในพื้นที่

เต็งรัง ป่าเต็งรังผสมไม้สนเขา และป่าดิบแล้ง เห็ดเผาะมีเส้นใยรวมกันเป็นกลุ่มก่อนเกิดเป็นดอก เป็นก้อนกลมสีขาวหม่น ขนาด 1.5-3.5 เซนติเมตร ภายในเป็นถุงที่บรรจุผงสปอร์ เมื่อดอกแก่มีขนาดใหญ่และไหลบ้นดิน เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เมื่อถึงระยะกระจายสปอร์ ดอกจะบานเป็นแฉกรูปดาว 6-8 แฉก ถุงภายในจะแตกออกเป็นรูให้สปอร์ฟุ้งกระจายออกและปลิวลงบนดิน เพื่อพักตัวในฤดูแล้งก่อนจะงอกได้อีกครั้งก็ต่อเมื่อมีฝนตกลงมาและมีแสงสว่างอย่างเพียงพอ ในช่วงต้นฤดูฝนช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายน [1-3,6,7] ซึ่งการศึกษาของ สุนันทา และคณะ [8] ยังพบว่าการเกิดเห็ดเผาะในป่าเต็งรังเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของไม้เต็ง

ไม้เต็ง (*Shorea obtusa* Wall. ex Blume) เป็นไม้ต้นขนาดใหญ่อยู่ในวงศ์ยาง (*Dipterocarpaceae*) ที่เห็ดเผาะสามารถดำรงชีวิตแบบพึ่งพาอาศัย

ในรากแบบเอกโตโมโคโรซานชนิดหนึ่งจากพรรณไม้วงศ์ยางหลายชนิดในป่า นอกเหนือจากไม้ยางนา ไม้ยางกราด ไม้ยางพลวง และไม้รัง [2,3,6,9] ซึ่งไม้เต็งนี้มักเป็นพรรณไม้โดดเด่นที่พบได้จำนวนมากในป่าเต็งรัง และป่าเต็งรังผสมไม้สนทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย [10] ดังนั้นการเกิดของเห็ดเหาะในที่นี้จึงขึ้นอยู่กับชนิดของป่า พรรณไม้ปริมาณน้ำฝน และไฟป่าที่เกิดขึ้นเป็นตัวกำหนด [11, 12]

มนุษย์รู้จักใช้ไฟป่าเพื่อเก็บหาของป่ามานานแล้ว เช่น เผาป่าเพื่อเก็บหาใบ ดอก ผลไม้ หรือเมล็ดไม้สำหรับในประเทศไทยมีการเก็บผักหวาน ใบตองตึง และเห็ดป่า ซึ่งการเกิดเห็ดป่าบางชนิดก็เชื่อว่าสัมพันธ์กับการเกิดไฟ [13] การศึกษาของ จักรวรรดิ [14] พบว่าในพื้นที่ที่ไม่มีการควบคุมไฟป่ามีปริมาณและการกระจายของเห็ดเหาะมากกว่าพื้นที่ที่มีการควบคุมไฟป่า และสรุปว่าไฟป่ามีอิทธิพลต่อการเกิดเห็ดเหาะ และผลการสัมภาษณ์ชาวบ้านจากชุมชนตำบลเมืองนะ อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าผู้ให้สัมภาษณ์ 98.60 เปอร์เซ็นต์ เข้าใจว่ามีการจุดไฟเผาป่าเพื่อการเก็บหาของป่า และ 99.30 เปอร์เซ็นต์ คิดว่าไฟป่ามีผลกระทบทำให้เกิดเห็ดป่า

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี เป็นมรดกโลกทางธรรมชาติของประเทศไทยที่มีความหลากหลายของชนิด จำนวนพันธุ์พืช และสัตว์ป่าเป็นจำนวนมาก มีเนื้อที่กว่า 1,737,587 ไร่ และเป็นป่าเต็งรัง 214,531.25 ไร่ (12.35 เปอร์เซ็นต์) [15] พื้นดินแห้งแล้ง ดิน ทรายจัด หินผสมอยู่มาก และมีพรรณไม้วงศ์ยางเด่นปกคลุม ได้แก่ ไม้เต็ง ไม้รัง ไม้ยางเหียง ไม้ยางพลวง เป็นต้น โดยมีความหนาแน่น 576-1,452 ต้น/เฮกตาร์ [15-17] ป่าเต็งรังที่นี้มักเกิดไฟป่าในช่วงระหว่างเดือนธันวาคมถึงเดือนเมษายนของทุกปี จากฝีมือมนุษย์ เพื่อการหาของป่าและเห็ดเหาะ [18]

การศึกษาค้นคว้าจึงมุ่งศึกษาความสัมพันธ์ของการเกิดเห็ดเหาะกับไม้เต็ง ซึ่งเป็นไม้เด่นชนิดหนึ่งในป่าเต็งรัง เพื่อให้ทราบถึงอิทธิพลของไม้เต็งและความถี่ไฟต่อการเกิดเห็ดเหาะในพื้นที่ และสามารถทำนายแนวโน้มการเกิดเห็ดเหาะจากความหนาแน่นของไม้เต็งในป่าเต็งรังที่มีความถี่ของไฟต่าง ๆ กัน

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 พื้นที่ศึกษา

ดำเนินการศึกษาในพื้นที่ป่าเต็งรัง เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี (เส้นละติจูดที่ 15°33'58"N - 15°34'59"N เส้นลองจิจูดที่ 99°21'15"E - 99°21'43"E) ในปี พ.ศ. 2551-2559 บริเวณป่ามีความสูงจากระดับทะเลปานกลาง 180-200 เมตร สภาพดินประกอบด้วยดินร่วนปนทรายถึงดินทรายร่วน สลับกับมีหินโผล่ ซึ่งเป็นต้นน้ำของห้วยทับเสลา และเป็นสังคมป่าเต็งรังที่มีไม้เต็งกับไม้รังเป็นไม้เด่น [17]

2.2 การวางแผนทดลอง

ศึกษาในแปลงทดลองถาวรในป่าเต็งรังขนาด 100×100 ตารางเมตร (ขนาดแปลงละ 6.25 ไร่) จำนวน 10 แปลง ที่มีแนวกันชน 10 เมตร และแนวกันไฟ 10 เมตร มีการป้องกันไฟและทดลองเผาที่ความถี่ของไฟต่างกัน ในเดือนมีนาคมของทุก ๆ ปี ในปี พ.ศ. 2551-2559 มีประวัติการเผาแสดงดังรูปที่ 1

2.3 การเก็บข้อมูลไม้เต็ง

เก็บข้อมูลไม้เต็ง โดยก่อนเก็บข้อมูลเห็ดเหาะจะแบ่งแปลงขนาด 100×100 ตารางเมตร เป็นแปลงขนาด 10×10 ตารางเมตร จำนวน 100 แปลง และทำแผนที่ต้นไม้โดยวัดพิกัด (X, Y) ของไม้เต็งทุกต้นที่มีขนาดความโตของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (diameter at breast height, DBH) ตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไป (เนื่องจากจัดเป็นชั้นขนาดของไม้ใหญ่ใน

การศึกษาทางนิเวศวิทยาป่าไม้) บันทึกพิกัดและเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก ของไม้เต็งในแปลงย่อยทุกแปลง แล้วนำข้อมูลมารวมเป็นแปลงขนาด 100×100, 50×50 และ 25×25 ตารางเมตร ตามลำดับ จากนั้น

นำข้อมูลพิกัดทั้งหมดของแต่ละแปลงทดลองมาสร้างกราฟพิกัดของไม้เต็ง โดยแบ่งเป็น 4 ชั้นขนาด คือ ขนาดผ่านศูนย์กลางเพียงอก 4.5-10, 11-20, 21-30 และ > 30 เซนติเมตร

Plots	Years								
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
D1									
D2									
D3									
D4									
D5									
D6									
D7									
D8									
D9									
D10									

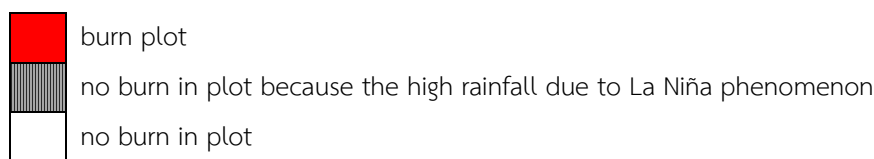


Figure 1 Forest fire control in different burn frequencies history from 2008 to 2016 of ten permanent plots at Huai Kha Khaeng wildlife sanctuary.

2.4 การเก็บข้อมูลเห็ดเหาะ

เก็บข้อมูลเห็ดเหาะโดยเริ่มติดตามการเกิดเห็ดเหาะตั้งแต่เดือนเมษายนถึงเดือนกรกฎาคมของทุกปี (เนื่องจากไม่สามารถทราบได้ว่าเห็ดจะเกิดเมื่อไร แต่ทราบจากการสอบถามชาวบ้านที่เข้ามาเก็บเห็ด พบว่าเห็ดเหาะบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งจะเกิดระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนกรกฎาคม โดยเกิดในช่วงมีอากาศร้อนจัดตามด้วยน้ำฝนในปริมาณมาก ถ้าฝนน้อยเห็ดจะฝ่อไป) โดยเก็บข้อมูลในแปลงทดลอง

ขนาด 10×10 ตารางเมตร เช่นเดียวกับการเก็บข้อมูลพิกัดไม้เต็ง โดยในแต่ละวันเมื่อพบเห็ดเหาะจะวัดพิกัด (X, Y) ของบริเวณที่พบเห็ดเหาะ เพื่อทำแผนที่บริเวณที่พบ และรวบรวมเห็ดเหาะมาชั่งน้ำหนักเป็นน้ำหนักรวมในแต่ละแปลงทดลองขนาด 100×100, 50×50 และ 25×25 ตารางเมตร ตามลำดับ

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

2.5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของเห็ดเหาะกับความหนาแน่น

ของไม้เต็งและความถี่ต่าง ๆ ของการเผาป่า โดยใช้ข้อมูลจากแปลง 50×50 ตารางเมตร จำนวน 4 แปลงย่อย ในแต่ละแปลงหลัก (แปลงขนาด 100×100 ตารางเมตร) จากนั้นรวบรวมน้ำหนักรวมของเห็ดเหาะและความหนาแน่นของไม้เต็งแยกตามพิกัดของแปลงทดลองทั้ง 4 แปลงย่อย นำไปวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของเห็ดเหาะกับความหนาแน่นของไม้เต็งที่ระดับความถี่ของการเผาในแปลงทดลองต่างกัน โดยการวิเคราะห์การถดถอยแบบเส้นตรง (simple linear regression) คือ $Y = aX + b$ เมื่อ Y คือ น้ำหนักรวมของเห็ดเหาะ (กรัม) ในแปลงขนาด 50×50 ตารางเมตร; X คือ ความหนาแน่นของไม้เต็ง (ตัน) ในแปลงขนาด 50×50 ตารางเมตร; a คือ ความลาดชัน (slope) ของเส้นกราฟ; b คือ จุดตัดแกน Y

2.5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งการเกิดเห็ดเหาะกับขนาดความโตของไม้เต็งที่มีขนาดความโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตร ขึ้นไป แยกเป็น 4 ชั้นขนาด คือ 4.5-10, 11-20, 20-30 และ >30 เซนติเมตร โดย

(1) ศึกษาการกระจายของพิกัดเห็ดเหาะและพิกัดของไม้เต็งแยกตามชั้นขนาดความโต โดยใช้ข้อมูลพิกัดของเห็ดเหาะทั้งหมดกับพิกัดของไม้เต็งในแต่ละขนาดความโต เพื่อหาแนวโน้มของความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของการเกิดเห็ดเหาะกับขนาดความโตของไม้เต็ง โดยการสร้างกราฟแสดงการกระจายเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ในแปลงขนาด 100×100 ตารางเมตร

(2) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของเห็ดเหาะกับความหนาแน่นของไม้เต็งตามชั้นขนาดความโต โดยนำน้ำหนักของเห็ดเหาะและความหนาแน่นของไม้เต็งแยกตามชั้นขนาดความโตจากแปลงทดลองทุกความถี่ไปมาแยกเป็นแปลงขนาด 25×

25 ตารางเมตร จำนวน 16 แปลง ต่อแปลงขนาด 100×100 ตารางเมตร เพื่อเพิ่มจำนวนตัวอย่างของชั้นขนาดความโตของไม้เต็ง และเนื่องจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแปลงทดลองที่มีปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่างกัน โดยเฉพาะความถี่ของการเกิดไฟและความหนาแน่นของต้นไม้ จึงวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยการวิเคราะห์ analysis of covariance เพื่อหักอิทธิพลของตัวแปรร่วมออกจากตัวแปรตาม

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

ผลการศึกษาพบว่าพบเห็ดเหาะเฉพาะในแปลงที่ทดลองเผาในปี พ.ศ. 2559 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ จักรวรรดิ [12] และจันจิรา [14] ที่พบว่าเห็ดเหาะในป่าเต็งรังมีความสัมพันธ์ไปในทางบวกกับไฟป่าที่เกิดขึ้นโดยมีผลการทดลองดังนี้

3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดเห็ดเหาะและความหนาแน่นของไม้เต็งที่ความถี่ไฟต่าง ๆ กัน

ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักรวมของเห็ดเหาะและความหนาแน่นของไม้เต็ง โดยแยกข้อมูลน้ำหนักเห็ดเหาะและความหนาแน่นของไม้เต็งจากการแบ่งข้อมูลของแปลงขนาด 100×100 ตารางเมตร เป็นแปลงย่อยขนาด 50×50 ตารางเมตร จำนวน 4 แปลงย่อย ในแต่ละแปลงทดลองที่มีระดับความถี่ของไฟต่างกัน ซึ่งแสดงข้อมูลดังตารางที่ 1 และ 2

นำข้อมูลน้ำหนักของเห็ดเหาะ (ตารางที่ 1) และความหนาแน่นของไม้เต็งในแต่ละแปลง (ตารางที่ 2) ไปสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของเห็ดเหาะกับความหนาแน่นของไม้เต็งที่ระดับความถี่ของการเผาต่างกัน ได้กราฟของความสัมพันธ์แสดงดังรูปที่ 2 พบว่าแปลงทดลองที่ระดับความถี่ของการเผาต่างกัน มีช่วงการกระจายของความหนาแน่นของต้นเต็งไม่เท่ากัน ซึ่งอาจมีผลทำให้กราฟที่ได้มีลักษณะความชันต่างกัน โดยพบว่าแปลงเผาทุกปี (D2,

D6) มีช่วงการกระจายตามชั้นความหนาแน่นของไม้เต็งที่แคบ คือ มีความหนาแน่นของไม้เต็งอยู่ที่ระดับ 10-50 ต้น/50×50 ตารางเมตร โดยมีค่าความชันของกราฟสูงสุด ขณะที่แปลงเผาแบบปีเว้นปี (D1, D4) มีช่วงการกระจายของความหนาแน่นของไม้เต็งกว้างกว่า คือ 0-70 ต้น/50×50 ตารางเมตร ส่วนแปลงเผาทุก 2 ปี มีช่วงการกระจายตามชั้นความหนาแน่นของไม้เต็ง

กว้าง คือ มีความหนาแน่นของไม้เต็ง 30-90 ต้น/50×50 ตารางเมตร ส่วนแปลงเผาทุก 6 ปี ที่มีไม้เต็งกระจายอยู่ในชั้นความหนาแน่น 20-70 ต้น/50×50 ตารางเมตร พบว่าน้ำหนักของเห็ดเผาะจะเพิ่มขึ้นตามความหนาแน่นของไม้เต็งในทุกระดับความถี่ของการเกิดไฟ

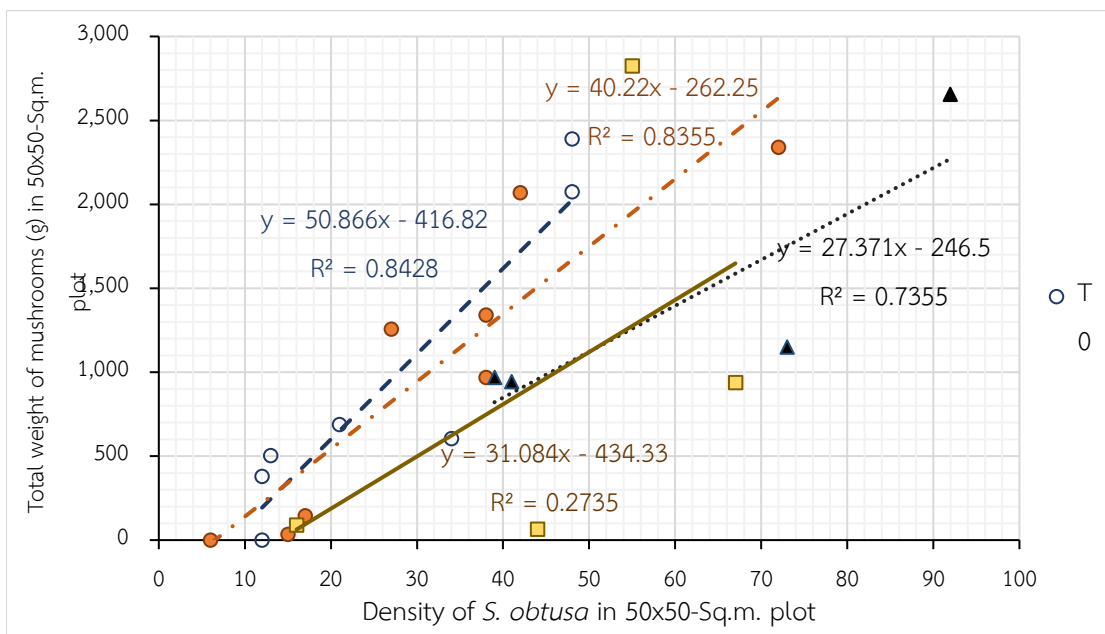
โดยรูปที่ 2 พบว่ากราฟแนวโน้มของความ

Table 1 Total weight of mushrooms (g) in 50×50 Sq.m. plot of different burn frequencies in 2016 at Huai Kha Khaeng wildlife sanctuary.

Burn frequency (plot no.)	Means of weight in each sub-plot, separated by coordinated of x, y (meter)				Total (g/ha)	Mean (g/ha)
	I (x ≤ 50, y ≤ 50)	II (x ≤ 50, y > 50)	III (x > 50, y ≤ 50)	IV (x > 50, y > 50)		
Annual burn (D2)	2,075	605	0	690	3,370	3,700
Annual burn (D6)	505	2,390	380	750	4,025	
1-year Alternate burn (D1)	35	1,257	145	1,341	2,778	4,079
1-year Alternate burn (D4)	970	0	2,070	2,340	5,380	
Biannual burn (D8)	1,150	2,655	970	945	5,720	5,720
Every 6 years burn (D3)	90	2,825	65	940	3,920	3,920
Mean					4,199	4,354

Table 2 Density of *Shorea obtusa* in 50×50 Sq.m. plot of different burn frequencies in 2016 at Huai Kha Khaeng wildlife sanctuary.

Burn frequency (plot no.)	Means of weight in each sub-plot, separated by coordinated of x, y (meter)				Total (g/ha)	Mean (g/ha)
	I (x ≤ 50, y ≤ 50)	II (x ≤ 50, y > 50)	III (x > 50, y ≤ 50)	IV (x > 50, y > 50)		
Annual burn (D2)	48	34	12	21	115	113
Annual burn (D6)	13	48	12	38	111	
1-year Alternate burn (D1)	15	27	17	38	97	128
1-year Alternate burn (D4)	38	6	42	72	158	
Biannual burn (D8)	73	92	39	41	245	245
Every 6 years burn (D3)	16	55	44	67	182	182



Burn frequency; T0 = annual burn, T1 = 1-year alternate burn, T2 = biannual burn, T6 = every 6-year burn

Figure 2 The relationship of total weight of mushrooms (g) and density of *S. obtusa* in 50x50 Sq.m. plot in different burn frequencies in Dry Dipterocarp Forest at Huai Kha Khaeng wildlife sanctuary.

สัมพันธ์แบบเส้นตรงระหว่างน้ำหนักของเห็ดเหาะกับความหนาแน่นของไม้เต็งในแปลงเผาทุกปี มีสมการของความสัมพันธ์ คือ $Y = 50.866X - 416.82$ โดยมีความลาดชันสูงที่สุด คือ 50.866 ซึ่งหมายถึงน้ำหนักของเห็ดเหาะจะเพิ่มขึ้นตามความหนาแน่นต่อระดับสูงสุด โดยมีค่า $R^2 = 0.8428$ ขณะที่สมการเส้นตรงของแปลงเผาปีเว้นปี คือ $Y = 40.22X - 262.25$ จะมีค่าความลาดชันรองลงมา คือ 40.22 โดยมีค่า $R^2 = 0.8355$ ซึ่งแม้ทั้ง 2 สมการ จะมีค่า R^2 ที่สูงมาก คือ ปัจจัยความหนาแน่นของไม้เต็งมีอิทธิพลประมาณ 84 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการวางแผนทดลองในป่าธรรมชาติซึ่งมีปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ที่ไม่สามารถควบคุมได้อยู่มาก ดังนั้นค่า R^2 ดังกล่าวจึงถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดี จึงอาจใช้สมการที่ได้จากแปลงเผาทุกปี และแปลงเผาแบบปีเว้น

ปี เป็นสมการในการประเมินหาผลผลิตหรือน้ำหนักของเห็ดเหาะจากความหนาแน่นของไม้เต็งในป่าเต็งรังที่มักเกิดไฟป่าเป็นประจำทุกปีได้ ส่วนสมการเส้นตรงของความสัมพันธ์ของแปลงเผาทุก 2 ปี คือ $Y = 27.371X - 246.5$ ที่มีค่า $R^2 = 0.7355$ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์พอใช้ และมีสมการเส้นตรงของแปลงเผาทุก 6 ปี คือ $Y = 31.084X - 434.33$ ที่มีค่า $R^2 = 0.2735$ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ต่ำ

การทดลองจะเห็นได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์ตามกำหนด (R^2) ของสมการเส้นตรงของความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของเห็ดเหาะกับความหนาแน่นของไม้เต็งจะลดลงตามระดับของการควบคุมไฟ ซึ่งหมายถึงมีปัจจัยต่าง ๆ อีกหลายอย่างที่มีอิทธิพลต่อการเกิดเห็ดเหาะในแปลงที่มีการกันไฟไว้นาน ๆ มากกว่าแปลงที่มีการเผาทุกปี ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าการเผาทุกปีทำให้ปัจจัย

อื่น ๆ มีอิทธิพลต่อการเกิดเห็ดเหาะน้อยกว่าในแปลง ป้องกันไฟไว้เป็นเวลานานกว่า ส่วนหนึ่งน่าจะเป็นผล มาจากการที่การทดลองครั้งนี้เป็นงานทดลองในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า ซึ่งพบว่าแปลงที่มีการกันไฟไว้หลายปีซึ่งมีขนาดพื้นที่แปลงทดลองรวมแนวกันชน 120×120 ตารางเมตร หรือมีขนาด 9 ไร่ เมื่อถูกกันไฟไว้หลายปีทำให้พื้นป่ารกทึบ ไม่เหมาะต่อการเกิดเห็ดเหาะ ขณะที่แปลงที่ถูกเผาเป็นประจำพื้นป่าจะเปิดโล่ง จึงเหมาะต่อการเกิดเห็ดเหาะ โดย จักรวรรดิ [14] และ Kennedy [19] พบว่าการเกิดไฟแต่ละครั้งจะทำให้ไม้พื้นล่างและซากพืชที่ปกคลุมผิวดินถูกกำจัดหรือถูกไฟเผาจนหมดไป และหลังการเกิดไฟจะทำให้มีการหมุนเวียนธาตุอาหารเร็วขึ้นและเพิ่มขึ้น [12,14] แต่การเกิดไฟที่มีความถี่มากเกินไปไม่เหมาะต่อการสืบต่อพันธุ์ของกล้าไม้ในป่าเต็งรัง ซึ่ง สันต์ และคณะ [20] รายงานว่าการเกิดไฟป่าที่มีความถี่มากเกินไป จะเป็นผลเสียต่อสภาพการเจริญทดแทนตามธรรมชาติ (natural regeneration) ของป่าเต็งรัง ทำให้สภาพป่าเสื่อมโทรม ไม่มีกล้าไม้เจริญทดแทน ดังนั้นเพื่อความเหมาะสมในการจัดการให้ป่ามีสภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อการเกิดเห็ดเหาะและไม่ทำให้ป่าเต็งรังเสื่อมโทรม ควรใช้การควบคุมไฟแบบเผาทุก 2 ปี ซึ่งมีค่า R^2 อยู่ในเกณฑ์พอใช้

3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดเห็ดเหาะกับขนาดความโตของไม้เต็ง

ผลการศึกษาพบเห็ดเหาะในแปลงทดลองเผา 6 แปลง คือ แปลง D1, D2, D3, D4, D6 และ D8 ดังนั้นผลการศึกษาพิสัยการเกิดเห็ดเหาะและพิสัยของไม้เต็งที่มีขนาดความโต (DBH) ตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตร จึงแสดงข้อมูลเฉพาะในแปลงทดลองเผาขนาด 100×100 ตารางเมตร (1 เฮกตาร์) ของทั้ง 6 แปลง ดังกล่าวเท่านั้น โดยแยกขนาดความโตของไม้เต็งออกเป็น 4 ชั้นขนาด ได้แก่ ไม้เต็งที่มีขนาดความโต (1) 4.5-10

เซนติเมตร (2) 11-20 เซนติเมตร (3) 21-30 เซนติเมตร และ (4) > 30 เซนติเมตร

3.2.1 การกระจายของพิสัยเห็ดเหาะและพิสัยของไม้เต็งแยกตามชั้นขนาดความโต

การกระจายของพิสัยเห็ดเหาะและพิสัยของไม้เต็งตามชั้นขนาดต่าง ๆ แสดงในรูปที่ 3 ซึ่งพบว่าการเกิดเห็ดเหาะไม่มีความสัมพันธ์กับชั้นขนาดความโตของไม้เต็งในทุกแปลงทดลองความถี่ของไฟหรือขนาดความโตของไม้เต็งไม่มีผลต่อการเกิดเห็ดเหาะนั่นเอง โดยพบไม้เต็งในแปลงเผาทุก 2 ปี (D8) มากที่สุด 245 ต้น/เฮกตาร์ ตามมาด้วย แปลงเผาทุก 6 ปี (D3) 182 ต้น/เฮกตาร์ แปลงเผาปีเว้นปี (D3) 158 ต้น/เฮกตาร์ แปลงเผาทุกปี (D2, D6) 115 และ 111 ต้น/เฮกตาร์ ตามลำดับ ส่วนแปลงเผาปีเว้นปี (D1) พบต้นเต็งน้อยที่สุด 97 ต้น/เฮกตาร์ (ตารางที่ 2)

3.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของเห็ดเหาะกับความหนาแน่นของไม้เต็งตามชั้นขนาดความโต

น้ำหนักของเห็ดเหาะ ความหนาแน่นของไม้เต็งแยกตามชั้นขนาดความโต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ของข้อมูลจากแปลงขนาด 25×25 ตารางเมตร จำนวน 96 แปลง แสดงดังในตารางที่ 3 ซึ่งผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของเห็ดเหาะและความหนาแน่นของไม้เต็งแยกตามชั้นขนาดความโต แสดงในตารางที่ 4 พบว่าความหนาแน่นตามชั้นขนาดความโตของไม้เต็งไม่มีผลกระทบต่อน้ำหนักของเห็ดเหาะ (มีค่า $p = 0.075$ หรือมีค่า $p > 0.05$) ขณะที่ความหนาแน่นของไม้เต็งจะมีผลกระทบต่อน้ำหนักของเห็ดเหาะอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (มีค่า $p < 0.001$ หรือมีค่า $p < 0.01$)

การทดลองนี้ที่ดำเนินการในป่าเต็งรังตามธรรมชาติ ที่แม้ทุกแปลงประกอบด้วยไม้เต็งและไม้รังเป็นพรรณไม้เด่น แต่ปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่นที่ไม่สามารถ

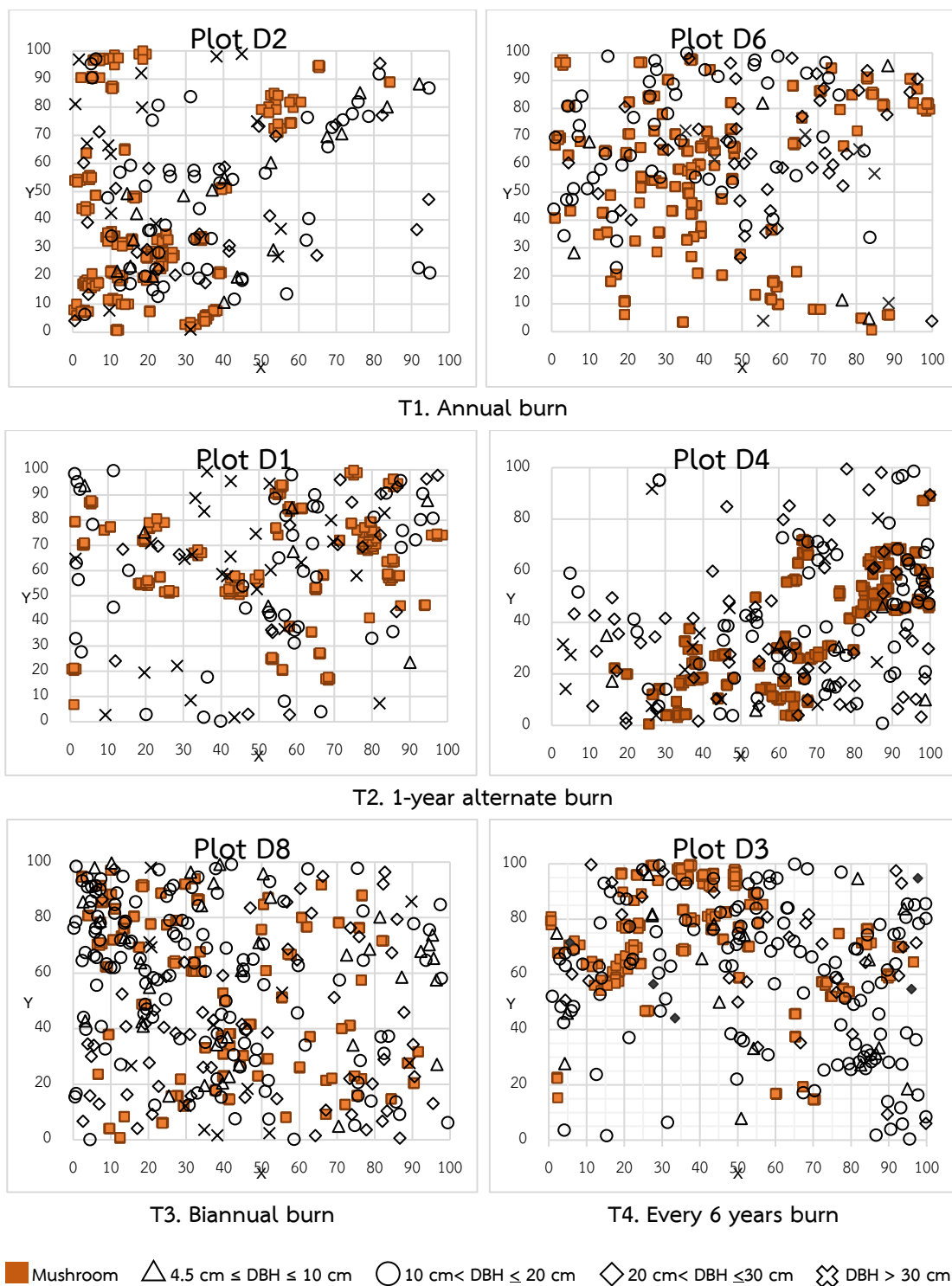


Figure 3 The distribution of mushrooms and *Shorea obtusa* in different DBH size classes and in different burn frequency plots at Huai Kha Khaeng wildlife sanctuary.

Table 3 Total weight of mushrooms (g) and densities of *Shorea obtusa* in 25x25 Sq.m. plots (96 plots) at Huai Kha Khaeng wildlife sanctuary.

Weights of mushroom (g)		Max	Min	Mean	SD
		5,720	0	493.98	1,032.52
Numbers of <i>S. obtusa</i> in different diameter class (DBH)	DBH class	Max	Min	Mean	SD
	≤ 10 cm	7	0	1.04	1.37
	10-20 cm	25	0	5.07	4.73
	20-30 cm	9	0	2.52	2.27
	> 30 cm	7	0	0.81	1.22

Table 4 Analysis of covariance of mushroom's weights and numbers of trees in different DBH size class at Huai Kha Khaeng wildlife sanctuary.

	Sum of squares	df	Mean square	F	P
DBH size class	898753	3	299584	2.324	0.075
No. of trees	2.84E+6	1	2.84E+6	21.999	<0.001
DBH size class* no. of tree	325955	3	108652	0.843	0.471
Residuals	4.85E+7	376	128905		

ควบคุมยังมียู่มาก ดังนั้นปัจจัยสิ่งแวดล้อมดังกล่าว เช่น การมีซากพืชปกคลุมดิน ความชื้นแสง ขนาด และความหนาแน่นของไม้ใหญ่ รวมถึงลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ของสัตว์ป่า โดยความแตกต่างดังกล่าว ยังไม่รวมถึงปัจจัยที่เป็นผลกระทบจากการเกิดไฟป่า เช่น ไฟเผาสิ่งปกคลุมหน้าดิน เป็นการเปิดแสง เพิ่มการชะล้างหน้าดิน และไฟยังทำให้มีการหมุนเวียนของธาตุอาหารเร็วขึ้น ซึ่งจำเป็นต้องมีการศึกษาต่อไป

4. สรุป

ผลการทดลองที่ดำเนินการในป่าเต็งรังที่มีไม้เต็งและไม้รังเป็นพรรณไม้เด่น พบเห็ดเหาะเฉพาะในแปลงที่ถูกเผาเท่านั้น และไม่พบความสัมพันธ์ของตำแหน่งที่เกิดดอกเห็ดและน้ำหนักของดอกเห็ดกับชั้น

ขนาดความโตของไม้เต็ง ซึ่งเมื่อนำความถี่ไฟมาพิจารณาพบว่าแปลงทดลองที่ถูกเผาด้วยความถี่ไฟมาก จะมีความสม่ำเสมอของข้อมูลน้ำหนักเห็ดเหาะมาก ทำให้น้ำหนักของเห็ดเหาะมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของไม้เต็งมากกว่าแปลงที่ถูกเผาด้วยความถี่ไฟน้อยกว่า อย่างไรก็ตาม ยังไม่สามารถสรุปว่าการเผาที่ความถี่สูงจะทำให้มีน้ำหนักของเห็ดเหาะมากกว่าการกันไฟไว้เป็นเวลานาน ซึ่งความรู้ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปปรับใช้ในการประชาสัมพันธ์ให้ชุมชนเข้าใจถึงความหนาแน่นของไม้เต็งที่มีผลเชิงบวกกับการเกิดเห็ดเหาะ และสามารถใช้ความหนาแน่นของไม้เต็งในการทำนายผลผลิตของเห็ดเหาะในป่าเต็งรัง โดยความถี่ของไฟที่เหมาะสมต่อการเกิดเห็ดเหาะและเพื่อรักษาสภาพการเจริญทดแทนตามธรรมชาติของป่าเต็ง

รังและไม่ทำให้ป่าเสื่อมโทรม คือ การเผาทุกสองปี มีสมการของความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของเห็ดเผาะกับความหนาแน่นของไม้เต็งในแปลงเผาทุกสองปี ในปีที่มีสภาพอากาศปกติ คือ $Y = 27.371X - 246.5$ โดยมีค่า $R^2 = 0.7355$

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผศ.ดร.สมบุรณ์ กิริติประยูร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (ศูนย์รังสิต) ผศ.ดร.เอกพันธ์ ไกรจักร ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และหน่วยงานของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช คือ หอพรรณไม้ และส่วนวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช ส่วนควบคุมไฟป่า สำนักป้องกันปราบปราม และควบคุมไฟป่า และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า

6. References

- [1] Office of the Royal Society, 2007, Mushrooms in Thailand, 2nd Ed., Office of the Royal Society, Bangkok, 272 p. (in Thai)
- [2] Petcharat, V. , 2003, Edible *Astraeus* (Basidiomycota) from Thailand, Nord. J. Bot. 23: 499-503.
- [3] Phosri, C., Watling, R., Martin, M.P. and Whalley, A.J.S., 2004, The genus *Astraeus* in Thailand, Mycotaxon 89: 453-463.
- [4] Chandrasrikul, A., Suwanarit, P., Sangwanit, U. , Lumyong, S. , Payapanon, A. , Sanoamuang, N., Pukahuta, C., Petcharat, V., Sardud, U., Duengkae, K., Klinhom, U., Thongkantha, S. and Thongklam, S., 2011, Checklist of Mushrooms (Basidiomycetes) in Thailand, Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning (ONEP), Bangkok, 432 p.
- [5] Phosri, C., Martin, M.P. and Watling, R., 2013, *Astraeus*: Hidden dimensions, IMA Fungus 4: 347-356.
- [6] Naikasetinsi, 2016, Rare Wild Mushrooms: Easy Plant, Easy Sell, Panyachon Intellectuals, Bangkok, 176 p. (in Thai)
- [7] Sangwanit, U. , 2009, The diversity of Ectomycorrhiza mushrooms, pp. 46- 52, Proceedings of Mushrooms Checklist in Thailand, Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning (ONEP), Bangkok. (in Thai)
- [8] Wisittipanich, S. , Wisittipanich, S. , Duengkae, K., Poopath, M., Phonsena, P., Na Nakorn, T. and Janmahasatien, S. , 2018, Effect of Fire Frequency on Earthstar Mushroom (*Astraeus* sp.) Production and Dry Dipterocarp Forest Structure at Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, Forest and Plant Conservation Research Office, Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok. 70 p. (in Thai)
- [9] Pongpisutta, R., 2016, Earthstar: What are the useful from these fungi?, Kasetpirom 2(10): 28-29. (in Thai)
- [10] Santisuk, T., 2012, Forest of Thailand, 3rd Ed., Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok, 124 p.

- (in Thai)
- [11] Hirschberger, P. , 2016, Forests Ablaze: Causes and Effects of Global Forest Fires. World Wildlife Fund (WWF) Deutschland, Berlin. 107 p.
- [12] Ayawong, C., Himaman, W., Duengkae, K., Sakolrak, B. and Pongpanich, K., Ecology, Natural Distribution, and Ectomycorrhizal Character Testing of Earthstar (*Astraeus* spp.), Available Source: <http://portal.dnp.go.th/DNP/FileSystem/download?uuid=44e3f5e0-a68f-4a04-beca-529cd16421be.pdf>, February 27, 2018. (in Thai)
- [13] Sukwong, S., 1998, Forest Fires Ecology in Thailand, Forest Fires and Community Participation Academic Seminar Report, pp. 13- 20, The Regional Community Forestry Training Center for Asia and the Pacific (RECOFTC), Bangkok. (in Thai)
- [14] Suphawatrojn, J. , 2008, Ecological Factors, Forest Fire and Indigenous Knowledge on Fruit-body Formation of *Astraeis hygrometricus* (Pers) Morg. in Meung Na Sub-district, Chang Dao District, Chiang Mai Province, Master Thesis, Chiang Mai University, Chiang Mai, 214 p. (in Thai)
- [15] Vachiropasnan, K., 1999, Forest Fire Risk Classification of Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, Master Thesis, Mahidol University, Bangkok, 84 p. (in Thai)
- [16] Akaakara, S., Wiriya, K., Thongtan, T. and Nhuchaiya, P., 2004, Fuel Characteristics in Dry Dipterocarp Forest, Huay Kha Khang Wildlife Sanctuary, Uthai Thani Province, Forest Protection and Fire Control Office, Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok, 42 p. (in Thai)
- [17] Wisittipanich, S., Maiku, W., Jintana, P. and Wisittipanich, S., 2008, Effect of Drought and Forest Fire on Mix Deciduous Forest and Dry Dipterocarp Forest Ecology and Environment: A Case Study at Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, Report, Forest and Plant Conservation Research Office, Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok, 15 p. (in Thai)
- [18] Himmaman, W. and Kaitpraneet, S., 2008, Effect of fire on vegetation in the dry deciduous dipterocarp forest at Huai Kha Khaeng wildlife sanctuary, Uthai Thani province, Thai J. For. 27(1): 43-55. (in Thai)
- [19] Kennedy, H.K., 2014, Effect of Fire on The Production of *Astraeus* (Basidiomycetes) Sporocarps in Deciduous Dipterocarp-Oak Forests, Master Thesis, Chiang Mai University, Chiang Mai, 46 p.
- [20] Kaitpraneet, S. , Thangtham, N. , Sangtongpraow, S. , Dhanmanonda, P. , Bhumpakphan, N. and Akaakara, S., 1991, Forest Fires and The Impact from Forest Fire in Thailand Full Report, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok, 271 p. (in Thai)