



วารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย

Thai Forest Ecological Research Journal

ปีที่ 3 ฉบับที่ 1: มกราคม – มิถุนายน 2562

Volume 3 Number 1: January – June 2019

ISSN 2586-9566



พื้นที่ต้นน้ำแม่กลอง อำเภอลำปาง จังหวัดกาญจนบุรี

ศูนย์ประสานงานเครือข่ายนิเวศวิทยาป่าไม้ประเทศไทย

คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บรรณาธิการ

เจ้าของ

ศูนย์ประสานงานเครือข่ายวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ประเทศไทย
คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หัวหน้ากองบรรณาธิการ

รศ.ดร.ดอกรัก มารอด

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กองบรรณาธิการ

รศ.ดร.อุทิศ ภูอินทร์

สมาคมศิษย์เก่าวนศาสตร์

รศ.ดร.ประทีป ดั่งแก

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผศ.ดร.นันทชัย พงษ์พัฒนานุรักษ์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผศ.ดร.กอบศักดิ์ วันธงไชย

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รศ.ดร.สราวุธ สังข์แก้ว

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผศ.ดร.แหลมไทย อาษานอก

มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ

ดร.ยอดชาย ช่วยเงิน

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ดร.ณรงค์ คุณขุนทด

กรมป่าไม้

รศ.ดร.สุระ พัฒนเกียรติ

มหาวิทยาลัยมหิดล

รศ.ดร.สุนทร ค่ายอง

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

รศ.ดร. เกรียงศักดิ์ ศรีเงินขวง

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ผศ.ดร.เชิดศักดิ์ ทัพไพฑูรย์

มหาวิทยาลัยนเรศวร

ดร.ทรงธรรม สุขสว่าง

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช

นายชิงชัย วิริยะบัญชา

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช

นายสำเริง ปานอุทัย

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช

ดร.วรคตต์ แจ่มจำรูญ

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช

ผู้จัดการ

นางสาวนัทธมน โพธิะราช

ผู้ช่วยผู้จัดการ

นางสาวอารีรัตน์ ญาณวุฒิ

สำนักงานกองบรรณาธิการ

ศูนย์ประสานงานเครือข่ายวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ประเทศไทย

คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทรศัพท์ & โทรสาร : 0 2579 0176, 0 2942 8107

E-mail: dokrak.m@ku.ac.th หรือ fformmp@ku.ac.th

Web site: <http://www.tferj.forestku.com>

สารบัญ

ผลของการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดินต่อปริมาณน้ำในลำธารพื้นที่ต้นสถานีวิจัยต้นน้ำแม่กลอง อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี	1
สำเร็จ ปานอุทัย สมชาย อ่อนอาษา บุญมา ดีแสง และ นายต่อลาภ คำไย	
การประยุกต์ใช้เทคนิคความแปรปรวนร่วมแบบหมุนวนเพื่อประเมินการคายระเหยน้ำรายฤดูกาล ในป่าเต็งรังภาคเหนือ ประเทศไทย	15
เพ็ญฤดี คำสอน รุ่งนภา แก้วทองราช พิมพศิริ สุวรรณพัฒน์ และ มนตรี แสนวังสี	
พลวัตของสังคมพืชและการกักเก็บคาร์บอนของป่าเต็งรังผสมสน ในสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่ ประเทศไทย	28
ถวิกา คำใบ จรรย์ มากน้อย ปรัชญา ศรีสง่า และ ประทีป ปัญญาดี	
ความหลากหลายทางชนิดพันธุ์และนิเวศวิทยาของเห็ดป่ากินได้ในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านบุญแจ่ม จังหวัดแพร่	38
สุจิตรา โกศล สุนารี วังลึก ธนภักษ์ อินยอด ธนภัทร เดิมอารมณั วรรณา มั่งกิตะ และ ธนากร ลัทธิดีระสุวรรณ	
ความหลากหลายทางชีวภาพและการประเมินมูลค่าการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ป่าเต็งรังมหาวิทยาลัยแม่โจ้ – แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดแพร่	47
แหลมไทย อายานอก ธารรัตน์ แก้วกระจ่าง ชีมา โยธากัดดี ภัทรวิษณุ ดาวเรือง ประสิทธิ์ วงษ์พรม ทศนัย จันทอง วิยะวัฒน์ ใจตรง ¹ และ วีระะ สงวนสมบัติ ⁴	

ผลของการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดินต่อปริมาณน้ำในลำธารพื้นที่สถานีวิจัยต้นน้ำแม่กลอง
อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี

Effect of Land Cover Change on Streamflow at Mae Klong Head Watershed Research Station,
Thong Pha Phum District, Kanchanaburi Province

สำเริง ปานอุทัย^{1*} สมชาย อ่อนอาษา¹ บุญมา ดีแสง¹ และต่อลาภ คำโย²

รับต้นฉบับ: 8 มีนาคม 2562

ฉบับแก้ไข: 15 พฤษภาคม 2562

รับลงพิมพ์: 24 พฤษภาคม 2562

ABSTRACT

The study on Hydrological Characteristics of Mae Klong Head Watershed in response to land use changes was conducted at Mae Klong watershed, Kanchanaburi province. The meteorological and hydrological data during 1994-2014 were identified and interpreted. The result found that average annual rainfall at Mae Klong watershed was 1,679.3 mm and it provided streamflow of 552,512.50 m³/km² or 552.5 mm. Potential streamflow of the watershed was 33.2% of rainfall amount; 73.5% was streamflow during wet period and 26.5 % was streamflow during dry period.

The response of hydrological characteristics to land use change in the study period were divided in 3 phases; 1994-1999, 2000-2005 and 2006-2011. During this period, forest area of the watershed tended to increase. There was 4.25% of forest area in 1992 or the first phase, and increased to be 92.48% and 97.27% in 2000 and 2008, respectively. The annual streamflow and streamflow during wet period tended to decrease from the first to the third phase, while those of dry period tended to increase. According to flow characteristics, it was found that 50% flow intervals tended to increase; they were 72 days at the first phase, 95 and 96 days in the second phase and the third phase, respectively. Increased forest area led to decrements in 5% and 1% intervals of the streamflow. The succession watershed provided stream flow of 188,831.25 m³/km² or at level height of 245.48 mm. Potential streamflow of the watershed was 15.22% of rainfall amount. It delivered suspended sediment 25,547.14 kg/yr or 7.13 kg/rai/yr. The approximated soil water storage capacity of a 1.5 m soil depth ranges from 259 mm to 343 mm with average of 289.97 mm. They were harmonious to those of the soil in the mixed deciduous forest which is the local forest in the area.

Key words: streamflow, land use change, water balance, mixed deciduous forest, secondary forest, Mae Klong watershed, research station

¹สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช

²สาขาวิชาเกษตรป่าไม้ ม.แม่โจ้ แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จ.แพร่ 54140

*Corresponding author: E-mail: newsam@3bbmail.com

บทคัดย่อ

ทำการศึกษาลักษณะทางอุทกวิทยาตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินบริเวณพื้นที่สถานีวิจัยต้นน้ำแม่กลอง จังหวัดกาญจนบุรี โดยใช้ข้อมูลในช่วงปี พ.ศ. 2537-2557 ผลการศึกษา พบว่า พื้นที่สถานีวิจัยต้นน้ำแม่กลองมีปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ย 1,679.3 มิลลิเมตร มีปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย 552,512.05 ลูกบาศก์เมตร/ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็น 552.5 มิลลิเมตร และมีศักยภาพการให้น้ำท่า 33.2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำฝน เป็นปริมาณน้ำในช่วงน้ำหลาก 73.5 เปอร์เซ็นต์ และเป็นน้ำในช่วงแล้งฝน 26.5 เปอร์เซ็นต์

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางอุทกวิทยาใน 3 ช่วงเวลา คือ ช่วงปี พ.ศ. 2537-2542, พ.ศ. 2543-2548 และ พ.ศ. 2549-2554 ซึ่งในแต่ละช่วงมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินคือมีพื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้นจาก 84.25 เปอร์เซ็นต์ในปี พ.ศ. 2535 เป็น 92.48 และ 97.27 เปอร์เซ็นต์ ในปีพ.ศ. 2543 และพ.ศ.2551 ตามลำดับ พบว่าปริมาณน้ำท่ารายปีมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย เช่นเดียวกับปริมาณน้ำในช่วงน้ำหลากที่มีแนวโน้มลดลง ส่วนปริมาณน้ำในช่วงแล้งฝนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น สำหรับช่วงเวลาการไหลของน้ำท่าในช่วงน้ำหลากในแต่ละช่วงเวลาของปี พบว่า มีระยะเวลาที่ยาวนานขึ้น โดยปริมาณน้ำท่า 50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำทั้งหมดจะมีระยะเวลาการไหลที่เพิ่มขึ้นจากจาก 72 วัน เป็น 95 และ 96 วัน ตามลำดับ และระยะเวลาที่ปริมาณน้ำ 5 และ 1 เปอร์เซ็นต์สุดท้ายของน้ำทั้งหมดมีระยะเวลาที่สั้นลงตามการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าไม้ ขณะที่การฟื้นตัวของป่าที่มีการทดแทนทางธรรมชาติพบว่า ลุ่มน้ำป่าทดแทนตามธรรมชาติจะปลดปล่อยปริมาณน้ำท่า ลงสู่พื้นที่ตอนล่างประมาณ 1,416,404.86 ลูกบาศก์เมตร/ปี คิดเป็นปริมาณน้ำท่าต่อพื้นที่ 188,831.25 ลูกบาศก์เมตร/ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นความสูง 245.48 มิลลิเมตร และพบว่ามีศักยภาพการให้น้ำท่าต่อปริมาณน้ำฝนต่ำ ประมาณร้อยละ 15.22 ของน้ำฝน มีปริมาณตะกอนแขวนลอยประมาณ 25,547.14 กิโลกรัม/ปี หรือคิดเป็นต่อพื้นที่ประมาณ 7.13 กิโลกรัม/ไร่/ปี สำหรับความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน พบว่า ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีการทดแทนทางธรรมชาติภายในความลึก 150 เซนติเมตรสามารถกักเก็บน้ำได้โดยเฉลี่ย 289.97 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นค่าใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของดินในป่าผสมผลัดใบในภาคตะวันตก

คำสำคัญ: น้ำท่า การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน สมดุลน้ำ ป่าผสมผลัดใบ ป่ารุ่นสอง สถานีวิจัยต้นน้ำแม่กลอง

บทนำ

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์ ทั้งทางด้านอุปโภค บริโภค โดยปริมาณน้ำส่วนใหญ่ที่นำมาใช้ประโยชน์คือน้ำผิวดินที่อยู่ตามลำห้วย ลำธาร อ่างและเขื่อนกักเก็บน้ำ แต่จากความต้องการใช้น้ำและที่ดินที่เพิ่มขึ้นตามการเพิ่มของประชากร พื้นที่ต้นน้ำลำธารจึงถูกบุกรุกทำลายเปลี่ยนจากพื้นที่ป่าไม้อันอุดมสมบูรณ์ไปเป็นพื้นที่ทางการเกษตรและที่อยู่อาศัย ทำให้เกิดความไม่สมดุลของระบบนิเวศในการทำหน้าที่ควบคุมระบบการดูดซับและระบายน้ำ ตลอดจนความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงสภาวะอากาศ ทำให้เราประสบกับปัญหาของการเกิดอุทกภัยในช่วงฤดูฝนที่มีฝนตกชุก และเกิดความแห้งแล้งขาดแคลนน้ำในช่วงฤดูแล้ง ที่ทำความเสียหายทั้งชีวิต ทรัพย์สิน ตลอดจนเป็นชนวนความ

ขัดแย้งของประชาชนในพื้นที่จากการแย่งชิงทรัพยากรน้ำ ซึ่งนับวันจะทวีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสาเหตุสำคัญมาจากการบุกรุกทำลายป่าที่เป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร

เนื่องจากหน้าที่ (Function) หนึ่งของพื้นที่ลุ่มน้ำ คือ การควบคุมระบบการดูดซับและระบายน้ำ โดยมีการตกของฝนเป็นตัวนำน้ำเข้าสู่ระบบลุ่มน้ำและมีน้ำท่าหรือน้ำไหลในลำธาร น้ำที่ระเหยกลับสู่บรรยากาศและน้ำที่รั่วซึมออกนอกกลุ่มน้ำเป็นตัวนำน้ำออกจากระบบ ทั้งสามส่วนนี้ มีน้ำท่าเพียงชนิดเดียวที่มนุษย์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ ซึ่ง Chankao (1996) และ Leewajanakul (2000) ได้แบ่งองค์ประกอบน้ำท่าตามลักษณะการไหลได้ 3 ลักษณะใหญ่ๆ คือ 1) น้ำไหลบนผิวดิน (surface flow) คือ น้ำที่เกิดจากฝนส่วนเกินไหลบนผิวดินลงสู่แม่น้ำลำธาร 2) น้ำไหลใต้ผิวดิน (subsurface flow) น้ำท่าที่ไหลซึมระหว่างผิวดินกับระดับ

น้ำใต้ดิน ซึ่งน้ำส่วนนี้บางส่วนจะไหลซึมออกทันทีและบางส่วนจะไหลอย่างช้าๆ ลงไปรวมกับน้ำท่าใต้ดิน และ 3) น้ำใต้ดิน (groundwater flow) คือน้ำที่เกิดจากการซึมลงลึกลงไปถึงระดับน้ำใต้ดิน แล้วจึงค่อยๆ ไหลหล่อเลี้ยงลงสู่ลำธาร ปริมาณน้ำในส่วนนี้มีส่วนสำคัญที่ช่วยหล่อเลี้ยงให้ลำธารมีน้ำไหลตลอดปีโดยเฉพาะช่วงฤดูแล้ง

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการไหลของน้ำท่า แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ 1) ปัจจัยเกี่ยวกับลักษณะอากาศ (Metreological factors) ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ การระเหย ความเร็วลม และรังสีดวงอาทิตย์ โดยปริมาณน้ำฝนเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการไหลของน้ำท่ามากที่สุด ปริมาณน้ำท่าจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝน ความหนักเบาของฝน ความยาวนานของฝนที่ตก การกระจายในการตกของน้ำฝน และปริมาณน้ำฝนที่ตกลงบนผิวน้ำโดยตรง โดยฝนที่ตกมีปริมาณมาก ความหนักเบาที่สูง มีช่วงสั้น จะทำให้เกิดการไหลของน้ำท่ามากขึ้น และ 2) ปัจจัยทางลักษณะภูมิประเทศ (Topographic factors) เป็นปัจจัยเกี่ยวกับสภาพภูมิประเทศของพื้นที่ลุ่มน้ำรวมถึงสภาพพื้นผิวดินซึ่งมีความแตกต่างกันไปตามสภาพท้องถิ่น ลักษณะภูมิประเทศที่มีผลต่อการไหลของน้ำในลำธาร ได้แก่ ความลาดชันของพื้นที่และลำธาร ความสูงจากระดับน้ำทะเล ชนิดดิน ชนิดของลำธารและความกว้างหรือขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยลุ่มน้ำที่มีความลาดชันค่อนข้างสูง จะทำให้น้ำในลำธารไหลเร็ว มีโอกาสไหลซึมลงดินได้น้อย ทำให้เกิดเป็นน้ำไหลบ่าหน้าดินไหลลงสู่ลำธารได้รวดเร็วได้มากขึ้น ส่วนพื้นที่สูงมักมีฝนตกมากกว่าที่ต่ำ จึงส่งผลให้ได้ปริมาณน้ำมาก สำหรับขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำมีอิทธิพลต่อน้ำท่า โดยขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ส่งผลให้มีปริมาณน้ำท่ามากขึ้น (Chankao, 1996; Poonkasem, 1997) นอกจากนี้ชนิดดินในพื้นที่ลุ่มน้ำ ก็มีผลต่อปริมาณน้ำในลำธารด้วยเช่นกัน โดยดินเนื้อละเอียดที่มีความสามารถในการเก็บน้ำไว้ในดินค่อนข้างสูง ย่อมทำให้มีการระบายน้ำสู่ลำธารอย่างช้าๆ ตลอดเวลาและค่อนข้างสม่ำเสมอ ส่วนดินเนื้อหยาบจะให้น้ำซึมลงดินได้เร็วแต่ไม่สามารถเก็บน้ำไว้ในดินได้ ทำให้น้ำดิน

ปลดปล่อยน้ำสู่ลำธารได้รวดเร็ว เกิดการขาดแคลนน้ำในช่วงฤดูแล้ง

ผลของการใช้ที่ดินต่อปริมาณน้ำในลำธาร

สำหรับพืชคลุมดิน โดยเฉพาะป่าไม้มีส่วนสำคัญในการช่วยให้ลำธารต่าง ๆ มีน้ำไหลอยู่อย่างสม่ำเสมอตลอดทั้งปี เป็นเพราะเมื่อฝนตกลงมา ป่าไม้จะช่วยลดการไหลบ่าหน้าดินของน้ำด้วยการลดแรงปะทะของฝนจากความหนาแน่นของเรือนยอด และปลดปล่อยน้ำฝนผ่านมาทางลำต้น (stem flow) และไหลซึมลงสู่ดิน จากนั้นระบบรากพืชก็ช่วยดูดซับดินบริเวณเรือนรากช่วยทำให้น้ำฝนชะลอความเร็วในการไหลลงสู่แม่น้ำ ช่วยลดจุดสูงสุดของกราฟน้ำไหลช่วงฤดูน้ำหลากให้ต่ำลง และช่วงฤดูแล้งฝนมีปริมาณน้ำในลำธารเพิ่มขึ้น มีการไหลอย่างสม่ำเสมอตลอดปี (Colman, 1953) และจากการรายงานของ Reungpanit (1990) เมื่อมีฝนตกลงมาในพื้นที่ป่าไม้ น้ำฝนจะไม่ไหลอย่างรวดเร็วลงสู่แม่น้ำลำธารทั้งหมดแต่จะถูกกักไว้ตามพื้นป่าและดินดูดซับเอาไว้ ซึ่งบางส่วนจะสูญเสียโดยการคายระเหยน้ำและบางส่วนค่อย ๆ ซึมลงดินและสะสมไว้เป็นน้ำใต้ดิน จากนั้นจะค่อย ๆ ปลดปล่อยออกสู่ลำธารทำให้อุณหภูมิซึ่งไม่มีฝนตกแต่ลำธารต่าง ๆ ก็ยังมีน้ำไหลตลอดเวลา ทั้งนี้เนื่องจากดินในพื้นที่ป่าไม้ทำหน้าที่คล้ายอ่างเก็บน้ำธรรมชาติที่สะสมน้ำไว้ในช่วงฤดูฝน แล้วระบายออกสู่ลำธารในฤดูแล้ง ต่างกับดินที่ไม่มีป่าไม้หรือสิ่งปกคลุมซึ่งโอกาสที่น้ำซึมลงดินมีน้อย น้ำส่วนใหญ่จะไหลบ่าหน้าดินทำให้เกิดน้ำหลากในช่วงฤดูฝน และขาดแคลนน้ำในช่วงฤดูแล้งเพราะการลดลงของน้ำใต้ดิน (Chimayam, 1999)

ทั้งนี้ การทำลายป่าอาจเพิ่มหรือลดปริมาณน้ำในลำธารก็ได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำ เช่น ปริมาณน้ำฝน ลักษณะดิน ความสูงจากระดับน้ำทะเล ทิศด้านลาดเป็นต้น ซึ่งการศึกษาปริมาณการไหลของน้ำในลำธารภาคเหนือพบว่าปริมาณน้ำไหลรายปีลดลงเมื่อพื้นที่ป่าไม้ลดลงเนื่องจากเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ป่าไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม มีผลทำให้ปริมาณน้ำท่าลดลงและเพิ่มปริมาณการสูญเสียจากการคายระเหยมากขึ้น โดยพื้นที่ไร่เลื่อนลอยจะทำให้มีการคายระเหยมากที่สุด และ

มีปริมาณน้ำทำในลำธารเพียง 4 เดือนเท่านั้น (Tangtham and Niyom, 1988) สอดคล้องกับการศึกษาของ Namprasert (1982) ซึ่งพบว่า พื้นที่ป่าดิบเขาจะให้ปริมาณน้ำทำสูงสุด ส่วนพื้นที่ที่เป็นป่าปลูกพื้นที่ไร่เลื่อนลอย และพื้นที่เกษตรกรรม จะให้ปริมาณน้ำทำลดน้อยลง ตามลำดับ ขณะที่ Thangtam and Niyom. (1988) ได้วิเคราะห์ข้อมูลอุทกวิทยาของพื้นที่ลุ่มน้ำบริเวณสถานีวิจัยลุ่มน้ำห้วยคอกม้า พบว่า ลุ่มน้ำบนที่สูงจากระดับน้ำทะเลมากกว่า 1,300 เมตรและปกคลุมด้วยป่าดิบเขาให้ผลผลิตน้ำทำถึง 1.3 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อตารางกิโลเมตรต่อปี โดยที่ 70 เปอร์เซ็นต์ของน้ำทำไหลในช่วงฤดูฝน และที่เหลือ 30 เปอร์เซ็นต์ไหลในช่วงฤดูแล้ง

การฟื้นฟูพื้นที่ป่าต้นน้ำให้กลับมามีความอุดมสมบูรณ์ดังเดิมสามารถเอื้ออำนวยน้ำให้กับประชาชนได้อย่างเหมาะสมก่อเกิดประโยชน์สูงสุดต่อประชาชนและประเทศชาติ จึงเป็นแนวทางการแก้ไขที่ถูกนำมาใช้ในปัจจุบัน นักอุทกวิทยาจึงได้แสดงให้เห็นถึงการเปรียบเทียบลักษณะอุทกวิทยาของพื้นที่ต้นน้ำในปัจจุบันกับในอดีตเพื่อช่วยทำให้เราทราบถึงสถานภาพของการฟื้นฟูพื้นที่ป่าต้นน้ำในอดีตว่าสำเร็จมากน้อยเพียงใด อย่างไรก็ตาม พื้นที่ต้นน้ำแม่กลอง อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งเป็นต้นน้ำที่สำคัญของกลุ่มน้ำสำคัญทางภาคตะวันตกของประเทศ ยังขาดการศึกษาเชิงบูรณาการระหว่างการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าและลักษณะทางอุทกวิทยาอย่างเป็นระบบ

ดังนั้น วัตถุประสงค์การศึกษาครั้งนี้ เพื่อต้องการทราบถึงปริมาณและลักษณะการปลดปล่อยน้ำ ซึ่งเป็นทุนทรัพยากรน้ำของพื้นที่ต้นน้ำแม่กลองภายหลังการฟื้นฟูพื้นที่ป่าต้นน้ำในอดีต เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลตัดสินใจในการจัดการทรัพยากรน้ำของผู้บริหาร สำหรับการแก้ไขปัญหาการเกิดอุทกภัยในฤดูฝน การขาดแคลนน้ำในช่วงฤดูแล้ง และตอบสนองการเจริญเติบโตของประเทศต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

การศึกษาลักษณะทางอุทกวิทยาตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่ต้นน้ำแม่กลอง จังหวัดกาญจนบุรี กำหนดให้ลุ่มน้ำห้วยลั่นถัน ต.หนองบาง อ.ทองผาภูมิ จ.กาญจนบุรี (เส้นรุ้งที่ 14 องศา 31 ลิปดา - 14 องศา 38 ลิปดา เหนือ และเส้นแวงที่ 98 องศา 46 ลิปดา 98 องศา 37 ลิปดา ตะวันออก) เป็นพื้นที่ตัวแทนพื้นที่ต้นน้ำแม่กลอง (Figure 1) โดยมีรายละเอียดของข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ ดังต่อไปนี้

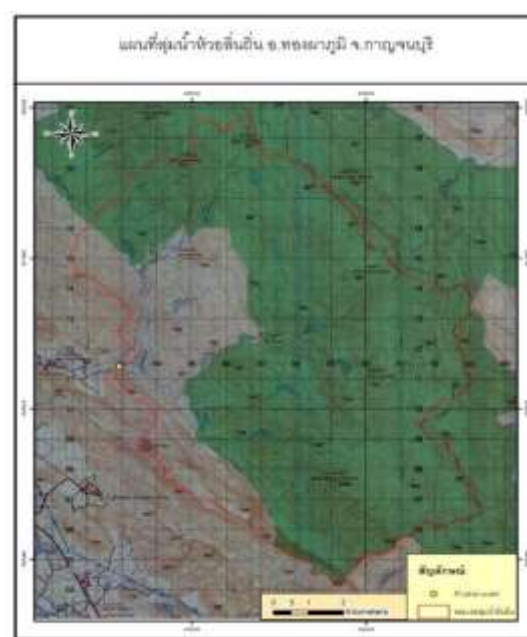


Figure 1 Boundary of Mae Klong head watershed at Thong Pha Phum District, Kanchanaburi Province

ลักษณะทางกายภาพ: ลุ่มน้ำลั่นถัน มีขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ ทำกับ 109 ตารางกิโลเมตร มีลำน้ำหลัก คือ ห้วยลั่นถัน ซึ่งไหลลงสู่แม่น้ำแควน้อย จากนั้นจึงไหลลงสู่แม่น้ำแม่กลอง พื้นที่ประกอบด้วยลุ่มน้ำย่อย 5 ห้วย ได้แก่ ห้วยนิคสู ห้วยตาหะ ห้วยตาอ้อ ห้วยไทย และห้วยลั่นถัน มีที่ราบเพียงเล็กน้อย ส่วนใหญ่เป็นที่ราบเชิงเขา อยู่สูงจากระดับน้ำทะเล 140-1,046 เมตร มีความลาดชันเฉลี่ย 66 % การระบายน้ำค่อนข้างดี รูปร่างของลุ่มน้ำมีลักษณะคล้ายพัด มีค่า form factor เท่ากับ 1.35 และค่า drainage density เท่ากับ 0.45 km/km²

สภาพภูมิอากาศ: กลุ่มน้ำล้นถิ่นได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ฤดูฝนเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ฤดูร้อนเริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน จากข้อมูลของสถานีตรวจวัดอากาศสถานีวิจัยต้นน้ำแม่กลอง กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ซึ่งเป็นสถานีตรวจวัดอากาศในบริเวณพื้นที่ศึกษา ในช่วงปี พ.ศ. 2521 ถึง พ.ศ. 2554 พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ย 26.9°C โดยมีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 34.1°C อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 19.7°C ความชื้นสัมพัทธ์ 77.9 % ปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ย 1,635.6 มิลลิเมตร การระเหยน้ำเฉลี่ย 1,360.1 มิลลิเมตร ความเร็วลมเฉลี่ย 5.3 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ลักษณะทางธรณีวิทยา: บริเวณกลุ่มน้ำล้นถิ่นมีลักษณะทางธรณีวิทยาเป็นทิวเขาเรียงตัวกันเป็นแนวเหนือ-ใต้ ทางด้านข้างมีทิวเขาค้อมมาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งเป็นทิวเขาติดต่อกันไปจนถึงภาคใต้ฝั่งตะวันตก ภูมิประเทศประกอบด้วยภูเขาสูง เนินเขา หุบเขา และที่ราบเชิงเขา ในระดับความสูงต่าง ๆ กัน หินที่พบมีหลายชนิด เช่น หินแกรนิต หินดินดาน หินทราย หินควอร์ตไซต์ และหินปูน เป็นต้น ประกอบด้วย 2 ชุดหิน คือ ชุดหินราชบุรี อยู่ทางตอนกลางของกลุ่มน้ำ ส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินปูน สันนิษฐานว่าเกิดในยุคเปอร์เมียนและคาร์บอนิเฟอรัส ส่วนอีกชุดหนึ่ง คือชุดหินกาญจนบุรี อยู่บริเวณด้านขวาของกลุ่มน้ำ สันนิษฐานว่าเกิดในยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียน และตอนต้นยุคคาร์บอนิเฟอรัส (Research Group, 1978)

ลักษณะทางปฐพีวิทยา: ลักษณะดินของกลุ่มน้ำเป็นดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดแบบวัสดุตกค้างอยู่กับที่ (residuum) และตะกอนลาดเชิงเขา (colluvium) ของหินแกรนิต หินไนส์ หินปูน หินทราย หินดินดาน และหินควอร์ตไซต์เป็นต้น มีหน้าตัดดินเป็นแบบ A-Bt เป็นดินลึกปานกลางถึงลึก มีพัฒนาการสูง (Deesaeng *et al.*, 1998) ลักษณะและสมบัติจะแตกต่างกันไปตามระดับความสูงพื้นที่ และลักษณะพืชพรรณ รวมทั้งการใช้ที่ดิน

ลักษณะพืชพรรณและการใช้ที่ดิน: พื้นที่กลุ่มน้ำห้วยล้นถิ่นส่วนใหญ่ปกคลุมด้วยป่าไม้และมีการใช้

ที่ดินทางการเกษตรบางส่วน บริเวณห้วยนิคุส ห้วยตาทะ และห้วยล้นถิ่นตอนบน ปกคลุมด้วยป่าดิบชื้น ขั้วโพด ขั้วดิบ ละหุ่ง และข้าวไร่ มีพื้นที่ประมาณ 6-8 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 6 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่กลุ่มน้ำ พื้นที่ป่าส่วนใหญ่ปกคลุมด้วย ป่าผสมผลัดใบ (Mixed deciduous forest with bamboo) พบมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ โดยเฉพาะพื้นที่กลุ่มน้ำตอนบนซึ่งมีความสูงจากระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 300-500 เมตร จะมีไม้ไผ่ 2-3 ชนิดขึ้นปะปนอยู่ค่อนข้างหนาแน่น ส่วนระดับความสูงที่สูงกว่า 500 เมตร ขึ้นไปมีไม้ไผ่ขึ้นปะปนอยู่ค่อนข้างเบาบาง ส่วนบริเวณสันเขามักพบป่าเต็งรัง (Deciduous dipterocarp forest) ที่ระดับความสูงประมาณ 300-400 เมตร โดยเฉพาะบริเวณห้วยนิคุส และห้วยตาทะ แต่มีเนื้อที่เพียงเล็กน้อย ขณะที่บริเวณริมน้ำพบป่าดิบแล้ง (Dry evergreen forest) ปกคลุมพบเป็นหย่อมเล็ก ๆ บริเวณห้วยตาทะตอนกลางและบริเวณห้วยไทยตอนบน (Marod *et al.*, 1999)

วิธีการศึกษา

1. คัดเลือกพื้นที่กลุ่มน้ำตัวแทนป่าพื้นที่ภูเขาหลังทำเกษตรกรรมแล้วปล่อยทิ้งร้างและมีการทดแทนเกิดเป็นป่ารุ่นที่ 2 เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มน้ำในป่าธรรมชาติและในป่าฟื้นฟู ด้วยการสร้างสถานีตรวจวัดระดับน้ำ (Weir) บริเวณกลุ่มน้ำย่อยทั้งสองพื้นที่ (Figure 2)

2. การรวบรวมข้อมูล

2.1 การเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดินบริเวณพื้นที่ต้นน้ำแม่กลอง โดยอ้างอิงการแปลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5 TM ในปี พ.ศ. 2543 เป็นหลักจากนั้นใช้วิธีการการจำแนกแบบผสม (hybrid Interpretation) ประกอบด้วย การแปลตีความด้วยสายตา (visual Interpretation) และการแปลตีความด้วยคอมพิวเตอร์ (computerized interpretation) รวมทั้งการสำรวจพื้นที่ภาคสนาม โดยใช้ปัจจัยในการวิเคราะห์ตามแนวทางของกรมพัฒนาที่ดิน และองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ หรือ FAO แล้วทำการเปรียบเทียบกับการใช้ที่ดินในปัจจุบัน โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้

ที่ดินจากแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมจากอดีตถึงปัจจุบัน (ระหว่างปี พ.ศ. 2535 -2550) เพื่อพิจารณาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าในอนาคต (ปี พ.ศ. 2554) ด้วยวิธีการคาดการณ์แบบมาร์คอฟ (Markov's method) ด้วยการใช้ระบบภูมิศาสตร์สารสนเทศ (Geographic information system, GIS)



Figure 2 Streamflow measurement using water level recording and 120 ° V notch weir (A) at outlet of mixed deciduous forested watershed and at outlet of secondary forested watershed (B).

2.2 เก็บรวบรวมข้อมูลภูมิอากาศ เช่น ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ การระเหยน้ำ และความชื้นสัมพัทธ์ เป็นต้น โดยใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดสภาพภูมิอากาศที่ตั้งอยู่ในพื้นที่สถานีวิจัยต้นน้ำแม่กลอง โดยทำการจดบันทึกด้วยเจ้าหน้าที่เป็นประจำทุกวัน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524-2554 (รวมระยะเวลา 30 ปี)

2.3 ปริมาณน้ำในลำธารหรือน้ำท่า ทำการเก็บวัดข้อมูลโดยใช้ลารางวัดน้ำในลำธารบริเวณจุดน้ำออก (outlet) ของพื้นที่ต้นน้ำแม่กลอง (พื้นที่ต้นน้ำลั่นถัน) ที่มี

เครื่องบันทึกระดับน้ำอัตโนมัติ (Data logger) ทำการบันทึกการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใน ทุก 15 นาที ระหว่างปี พ.ศ. 2538-2554 นำมาคำนวณหาปริมาณน้ำในลำธารตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 วิเคราะห์หาค่าทางสถิติต่าง ๆ ของข้อมูล อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และการระเหย ปริมาณน้ำฝนรายวัน

3.2 วิเคราะห์ข้อมูลน้ำท่า ลักษณะการไหลของน้ำท่าในแต่ละช่วงเวลา ปริมาณตะกอนสุทธิในน้ำท่ารายวัน พร้อมทั้งเปรียบเทียบปริมาณน้ำในช่วงน้ำหลาก (wet period) และช่วงแล้งฝน (dry period)

3.3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำท่า ซึ่งเกิดจากการฟื้นตัวของพื้นที่ไร่ร้างเป็นป่ารุ่นที่ 2

ผลและวิจารณ์

1. การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินภายในพื้นที่ต้นน้ำแม่กลอง เมื่อทำการแยกเขตพื้นที่ชุมชนออกจากพื้นที่ต้นน้ำ เพื่อพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าธรรมชาติ (forest area) และพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมหรือพื้นที่ที่ไม่ใช่ป่า (non forest area) พบว่าในปี พ.ศ.2535 มีพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมและพื้นที่ป่า เท่ากับ 22.28 และ 88.360 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ การฟื้นตัวของพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมตั้งแต่ปี พ.ศ.2535 มีความแปรผันในแต่ละช่วงเวลา โดยช่วงระยะเวลาในสี่ปีแรก (พ.ศ.2535-2539) พื้นที่ป่าเสื่อมโทรมฟื้นตัวกลับคืนสู่ป่าธรรมชาติสูงที่สุดถึงร้อยละ 61.33 ของการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด และในปี พ.ศ. 2554 พื้นที่ป่าเสื่อมโทรมสามารถฟื้นตัวเป็นพื้นที่ป่าได้ถึง 85.42 เปอร์เซ็นต์ (Figure 3) แม้ว่าจะยังคงพบการเปลี่ยนแปลงจากพื้นที่ป่าไปเป็นพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมแสดงให้เห็นว่าการอนุรักษ์พื้นที่ป่านั้นยังไม่ได้หมดไปจากพื้นที่ (Torlarp *et al.*, 2016)

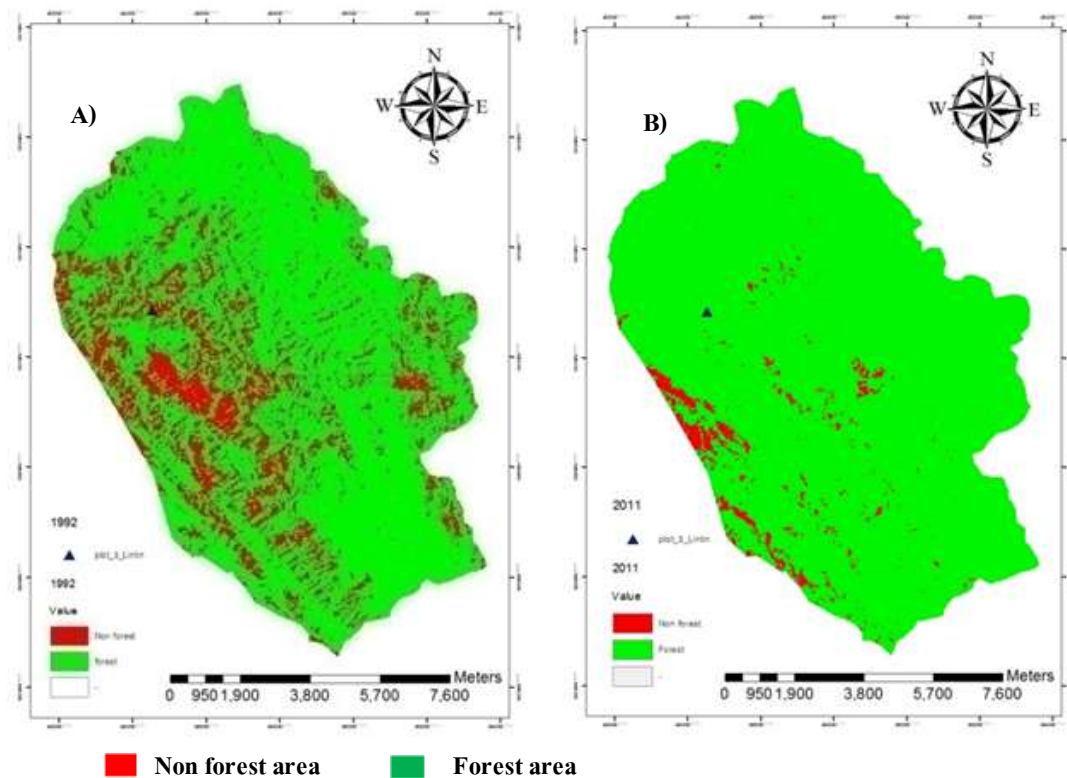


Figure 3 Land use change at Mae Klong Watershed during 1992 (A) to 2011 (B), respectively.

Modified from Torlar *et al.*(2016)

2. ปริมาณน้ำฝน

ลุ่มน้ำห้วยลั่นถิ่น มีปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ย 1,662.6 มิลลิเมตร โดยมีค่าอยู่ในช่วง 1,250.6 -1,937.9 มิลลิเมตร ส่วนรอบความผันแปรปริมาณน้ำฝนรายปีอยู่ในช่วงทุก ๆ 6 ปี (Figure 4) และเมื่อนำปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานปริมาณน้ำฝน พบว่าลุ่มน้ำห้วยลั่นถิ่นเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีปริมาณน้ำฝนรายปีสูง สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่วิเคราะห์จาก 10 Year Moving Average พบว่าปริมาณน้ำฝนรายปีมีแนวโน้มที่ลดลงเล็กน้อยแต่ไม่เด่นชัดนัก ขณะที่การตกของน้ำฝนรายเดือนนั้นพบว่า ช่วงเดือนพฤษภาคม – กันยายน เป็นช่วงที่มีฝนตกชุก เพราะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่นำความชื้นมาสู่พื้นที่ และบางครั้งจะได้รับอิทธิพลจากพายุโซนร้อนและพายุดีเปรสชันที่เคลื่อนตัวเข้าสู่พื้นที่ โดยเดือนกรกฎาคมเป็นเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด สำหรับช่วงเดือนพฤศจิกายน – กุมภาพันธ์ จะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุม

ตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งนำพาความแห้งแล้ง และหนาวเย็นมาสู่พื้นที่ ทำให้เกิดภาวะแล้งฝน โดยเฉพาะเดือนธันวาคมมีปริมาณฝนตกน้อยที่สุด

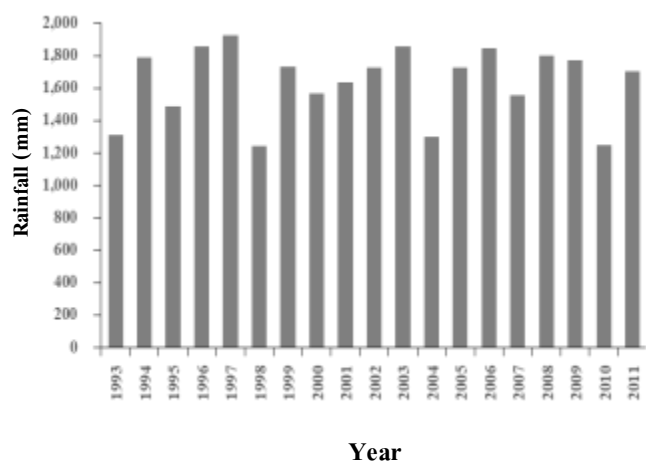


Figure 4 Annual rainfall at Mae Klong Head Watershed during 1993 to 2011.

ปริมาณน้ำฝนรายวันเฉลี่ยมีจำนวนวันที่ฝนตกประมาณ 137 วันต่อปี โดยปริมาณน้ำฝนรายวันที่ตกสูงสุดในรอบวันคือ 175 มิลลิเมตร และเมื่อนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันมาแจกแจงการตกของฝนตามช่วงชั้นการตกของฝนที่ Saengkoovong and Rouysoongnern (1985) ได้กำหนดไว้พบว่าฝนที่ตกน้อยกว่า 10 มิลลิเมตรมีมากที่สุด (จำนวน 83 วัน) รองลงมาได้แก่น้ำฝนที่ตกระหว่าง 10-30 มิลลิเมตร ส่วนช่วงที่เหลือมีปริมาณฝนตกไม่มากนัก และเมื่อนำจำนวนน้ำฝนที่ตกมาหาเปอร์เซ็นต์การเกิดน้ำฝนในแต่ละระดับ พบว่าระดับของฝนที่มีปริมาณการตกน้อยมีโอกาสดังกล่าวได้มากกว่าระดับของฝนที่มีปริมาณมาก สอดคล้องกับการศึกษาของ Buasaeng (2005) ที่พบว่าปริมาณน้ำฝนที่มีปริมาณการตกน้อยจะมีโอกาสเกิดได้มากกว่าฝนที่มีปริมาณการตกเป็นปริมาณมาก สำหรับการตกของฝนที่ตกติดต่อกันตั้งแต่ 2 วันขึ้นไปนั้น จากการศึกษานี้พบว่า การตกของฝนที่ตกติดต่อกันจำนวนน้อยวัน มีค่ามากกว่าฝนที่ตกติดต่อกันเป็นจำนวนวันมาก โดยในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยลั่นถัน มีจำนวนวันที่เคยเกิดฝนตกติดต่อกันมากที่สุดถึง 43 วัน ซึ่งทำให้มีโอกาสที่จะเกิดอุทกภัยทำความเสียหายแก่พื้นที่รับน้ำตอนล่างได้

3. ปริมาณน้ำท่า

ศักยภาพการให้น้ำท่าของกลุ่มน้ำห้วยลั่นถันระหว่างปี พ.ศ. 2537 -2554 พบว่ามีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย 60,185,277 ลูกบาศก์เมตร/ปี คิดเป็นปริมาณน้ำท่าต่อพื้นที่ 552,513 ลูกบาศก์เมตร/ตารางกิโลเมตร และเป็นความสูง 552.5 มิลลิเมตร ซึ่งคิดเป็นศักยภาพการให้น้ำท่า 33.2 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำฝน (Table 1) เมื่อนำปริมาณน้ำท่ารายปีต่อพื้นที่ และปริมาณน้ำท่าต่อปริมาณน้ำฝน รายปี ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่ Udomchooke (2004) ได้ศึกษาไว้ พบว่าพื้นที่ต้นน้ำแม่กลองเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีศักยภาพการให้น้ำท่าระดับปานกลาง

ผลการศึกษาปริมาณน้ำท่าในช่วงน้ำหลาก (wet period) และแล้งฝน (dry period) พบว่าพื้นที่ต้นน้ำแม่กลอง (ลุ่มน้ำห้วยลั่นถัน) เป็นลุ่มน้ำที่มีน้ำไหลตลอดปี

(perennial stream) มีปริมาณน้ำท่าเพิ่มขึ้นช้า ๆ ตั้งแต่เดือนเมษายน – มิถุนายน หลังจากนั้นแล้วปริมาณน้ำท่าจะเริ่มลดลงในเดือนพฤศจิกายน จนมีค่าต่ำสุดในเดือนมีนาคม การที่น้ำท่าเพิ่มปริมาณอย่างช้า ๆ ในช่วงแรกนั้น เพราะเป็นช่วงที่ดินยังมีความชื้นน้อย ฝนที่ตกลงมาส่วนใหญ่ถูกดินดูดซับไว้ แต่เมื่อเข้าสู่ฤดูฝนปริมาณน้ำท่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วจนมีค่าสูงสุดในเดือนกันยายน ซึ่งเป็นเดือนที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำทำให้ปริมาณน้ำที่ถูกเก็บสะสมไว้ในดินถูกระบายลงสู่ลำธาร (Mishra and Singh, 2003) ร่วมกับปริมาณน้ำท่าที่เกิดจากฝนที่ตกในเดือนนี้ จึงทำให้มีปริมาณน้ำสูงสุดดังกล่าว หลังจากนั้นแล้วปริมาณน้ำท่าจะเริ่มลดลงในเดือนพฤศจิกายน จนมีค่าต่ำสุดในเดือนมีนาคม (Figure 5) เพราะเป็นช่วงที่มีปริมาณฝนตกน้อยหรือไม่มีฝนตกลงมาเติมในพื้นที่เลย

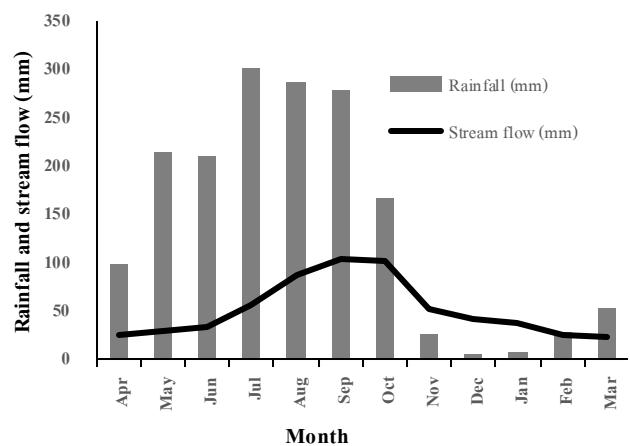


Figure 5 Monthly rainfall and stream flow at Mae Klong Head Watershed during 1994-2011

เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำท่าในช่วงน้ำหลากพบมีร้อยละ 73.50 ส่วนปริมาณน้ำท่าในช่วงแล้งฝนมีร้อยละ 26.5 ของปริมาณน้ำท่าทั้งปี (Table 1) ศักยภาพการให้น้ำท่าในช่วงแล้งฝนซึ่งเป็นช่วงที่มีฝนตกน้อย ส่วนใหญ่แล้วปริมาณน้ำที่มีนั้นเกิดจากบทบาทของดินในการปลดปล่อยความชื้นออกจากดินในลักษณะน้ำไหลใต้ดิน โดยดินจะปลดปล่อยความชื้นที่สะสมอยู่ในรูปน้ำอาบผิวหน้าเม็ดดิน และอยู่ในช่องว่างขนาดเล็กมากของดิน ความชื้นจะเคลื่อนที่อย่างช้า ๆ ด้วยแรงเกาะยึดโมเลกุลของน้ำถ่ายเทต่อเนื่องกันไปจากชั้นเขาจนถึงพื้นที่

ตอนล่างของกลุ่มน้ำจนทำให้ความชื้นของดินบริเวณใกล้ลำห้วยมีความชื้นเพิ่มขึ้นจนถึงจุดอิ่มตัวแล้วไหลซึมลงสู่ลำธารเป็นปริมาณน้ำทำในช่วงแล้งฝน (Chankao, 1996)

สำหรับปริมาณทำน้ำในช่วงแล้งฝนที่ศึกษาได้ในครั้งนี้ พบว่า มีค่าสูงกว่าป่าเต็งรัง จังหวัดสกลนคร ที่มีปริมาณน้ำทำในช่วงแล้งฝนเพียง 2.6 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งปี (Tiparphakul *et al.*, 2012) ป่าดิบชื้นคลองบางเลน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่มีเพียงร้อยละ 16 (Nosoongnoen, 2000) แต่มีค่าต่ำกว่าป่าดิบเขา จังหวัดเชียงใหม่ ที่มีปริมาณน้ำในช่วงแล้งฝนประมาณร้อยละ 30 (Makarabhirom, 1979) แสดงให้เห็นว่า พื้นที่ต้นน้ำแม่กลอง (ลุ่มน้ำห้วยลั่นถัน) มีศักยภาพการให้น้ำทำในช่วงแล้งฝนค่อนข้างสูง ทั้งนี้เนื่องจากสมบัติดินในพื้นที่ที่มีชั้นดินลึก ส่วนใหญ่เป็นดินร่วนเหนียวปนทราย มีความพรุนสูง และมีความสามารถในการกักเก็บน้ำไว้ได้มากจึงทำให้มีปริมาณน้ำที่จะปลดปล่อยลงสู่ลำธารในช่วงแล้งมากตามไปด้วย สอดคล้องกับรายงานของ Prapan *et al.*, (2011) สรุปได้ว่าช่องว่างภายในดิน และความลึกของชั้นดินจะมีบทบาทต่อการกักเก็บน้ำฝนในช่วงต้นฤดูฝน และการปลดปล่อยในช่วงฤดูแล้ง โดยดินที่มีความสามารถในการกักเก็บน้ำไว้ในดินค่อนข้างสูง ย่อมทำให้มีการระบายน้ำสู่ลำธารอย่างช้า ๆ ตลอดเวลาและค่อนข้างสม่ำเสมอ

4. การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าไม้ต่อปริมาณน้ำทำ

การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินของพื้นที่ต้นน้ำแม่กลอง บริเวณลุ่มน้ำห้วยลั่นถัน ระหว่างปี พ.ศ. 2535-2555 พบว่าพื้นที่ป่าไม้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามช่วงเวลา โดยเฉพาะในช่วงปี พ.ศ. 2535-2543 พื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้นมากที่สุดถึง 13.66 km² (หรือร้อยละ 61.33 ของการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด) หลังจากนั้นการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าพื้นฟูมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทิศทางลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับในช่วงแรก โดยพื้นที่ป่าไม้ที่เพิ่มขึ้นนี้เป็นผลมาจากพื้นที่ทำการเกษตรเดิมและพื้นที่ไร่ร้างที่ไม่มีการใช้ประโยชน์ได้มีการฟื้นตัวโดยมีไม้เบิกนำโตเร็ว และลูกไม้ของไม้ท้องถิ่นเดิมขึ้นปกคลุมพื้นที่ รวมทั้งจาก

พื้นที่ป่าพื้นฟูด้วยการปลูกไม้เศรษฐกิจเดิมเติบโตปกคลุมพื้นที่อย่างเด่นชัด (Kamyo *et al.*, 2016)

เมื่อพิจารณาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำทำต่อการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าในครั้งนี้ ได้แบ่งช่วงเวลาการศึกษาออกเป็น 3 ช่วง ตามรอบความผันแปรของปริมาณน้ำฝนและให้ครอบคลุมกับการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าไม้ คือ ช่วงปี พ.ศ. 2537-2542 ช่วงปี พ.ศ. 2543-2548 และช่วงปี พ.ศ. 2549-2554 พบว่าปริมาณน้ำฝนในแต่ละช่วงเวลามีค่าใกล้เคียงกัน โดยปริมาณน้ำฝนจะอยู่ระหว่าง 1,643.6-1,674.8 มิลลิเมตร และปริมาณน้ำฝนส่วนใหญ่เกิดขึ้นในช่วงน้ำหลากหรือช่วงฤดูฝน ส่วนในช่วงแล้งฝนหรือฤดูแล้งมีปริมาณน้ำฝนอยู่เพียง 5.5-8.7 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำฝนทั้งปี สำหรับปริมาณน้ำทำรายปีอยู่ในช่วง 552.2-582.7 มิลลิเมตร หรือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อน้ำฝนระหว่าง 31.2-34.9 เปอร์เซ็นต์ (Table 2)

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่ากับปริมาณน้ำทำในแต่ละช่วงเวลา พบว่าปริมาณน้ำทำรายปีมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ลดลงเล็กน้อยและเป็นไปในทิศทางเดียวกับปริมาณน้ำทำในช่วงน้ำหลากหรือช่วงฤดูฝน อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำทำในช่วงแล้งมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่า (Figure 6) โดยปริมาณน้ำทำ 50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำทั้งหมด มีระยะเวลาการไหลเพิ่มขึ้นจาก 72 วัน เป็น 95 และ 96 วัน ตามลำดับ และระยะเวลาที่มีปริมาณน้ำสุดท้ายของน้ำทั้งหมด มีระยะเวลาที่สั้นลง ตามการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าไม้

การที่ปริมาณน้ำทำรายปีมีปริมาณลดลงเล็กน้อย อาจมีสาเหตุจากการกระจายการตกของฝนที่มีปริมาณการตกของฝนในช่วงที่มีปริมาณน้ำฝนสูง น้อยกว่าช่วงแรกที่ทำการศึกษา ((ช่วงปี พ.ศ. 2537-2542, 2543-2548 และ 2549-2554 มีปริมาณน้ำฝนมากกว่า 10 มิลลิเมตร จำนวน 39.42, 32.5 และ 34.6 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ) ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์น้ำทำต่อปริมาณน้ำฝนของพื้นที่ลุ่มน้ำที่ลดต่ำลงในเวลาต่อมา สอดคล้องกับที่ Chow (1964) ได้สรุปไว้ว่าปริมาณน้ำฝนที่มีปริมาณการตกสูงมีอิทธิพลต่อการเกิดน้ำทำอย่างมาก โดยเฉพาะ

ปริมาณฝนที่ตกเกิน 20 มิลลิเมตรเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดน้ำท่าอย่างชัดเจน รวมทั้งชนิดของพืชที่ขึ้นทดแทน ส่วนใหญ่เป็นไม้เบญจนา (Kamyo *et al.*, 2016) ที่มีความต้องการใช้น้ำเพื่อการเจริญเติบโตสูง และมีเรือนยอดใกล้เคียงกัน ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำไปกับคายการระเหยทางปากใบ (Onarsa *et al.*, 2004)

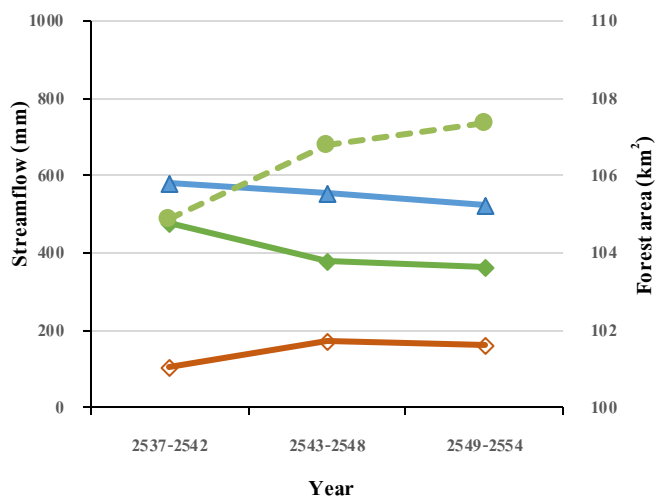


Figure 6 Change in annual (triangle) and seasonal streamflow (wet and dry period using diamond and square symbols, respectively) compare with forest cover change (circle mark with dash line) at Mae Klong Head Watershed.

สำหรับปริมาณน้ำท่าในช่วงน้ำหลากที่มีปริมาณลดลง อาจเกิดจากการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าจากการฟื้นสภาพของพื้นที่ที่ถูกบุกรุกและปล่อยทิ้งร้างจนมีการทดแทนเป็นป่ารุ่นที่สองเพิ่มมากขึ้น (Kamyo *et al.*, 2016) โดยพื้นที่ป่าไม้ที่เพิ่มขึ้นมีส่วนช่วยชะลอการไหลบ่าของน้ำหน้าผิวดินให้ช้าลง เนื่องจากป่าไม้ที่เพิ่มขึ้นมีอิทธิพลต่อสมบัติดินในการช่วยส่งเสริมสมรรถนะการซึมผ่านผิวดิน ความหนาแน่นรวม ความพรุนของดิน และโครงสร้างของดินให้ดีขึ้นทำให้สามารถดูดซับน้ำไว้ได้มาก (Whippy and Kirkby, 1978; Suksawang *et al.*, 1993) ขณะที่เรือนยอดที่แน่นทึบของต้นไม้มีส่วนรองรับน้ำฝน ลดแรงปะทะและช่วยทำให้น้ำฝนไหลผ่านลำต้นลงมายังพื้นดินอย่างช้า ๆ เมื่อน้ำฝนไหลผ่านบริเวณผิวดินก็ยังมีพืชพรรณที่ปกคลุมดินช่วยยับยั้งการไหลบ่าของหน้าดิน ส่งผลให้ช่วยลดอัตราหลากของน้ำท่าในช่วงฤดูฝน (Colman, 1953) การชะลอการไหลบ่าของน้ำหน้าผิวดินนับว่าเป็นการเพิ่มโอกาสให้มีการซึมน้ำลงไปกับกักเก็บในดินมากขึ้นทั้งในรูปของน้ำในดินที่ถูกยึดเหนี่ยวด้วยระบบรากพรรณพืช (Chankao, 1996) รวมถึงน้ำใต้ดินที่รอการไหลลงสู่แม่น้ำ ซึ่งเป็นการช่วยลดปริมาณน้ำในช่วงน้ำหลากดังกล่าว

Table 1 Rainfall and streamflow at Mae Klong head watershed, Thong Pha Phum District, Kanchanaburi Province, during 1994 – 2011.

Month	Rainfall (mm)	Streamflow		
		(cm ³)	(cm ³ .km ⁻²)	(mm)
April	95.2	1,736,707	15,943	15.9
May	213.7	2,385,930	21,903	21.9
June	211.7	3,301,668	30,310	30.3
July	300.2	6,179,962	56,733	56.7
August	286.1	8,592,398	78,880	78.9
September	280.0	11,239,760	103,183	103.2
October	166.3	10,777,897	98,943	98.9
November	23.9	6,207,194	56,983	57.0
December	3.2	3,736,299	34,300	34.3
January	7.2	2,624,850	24,097	24.1
February	23.7	1,776,648	16,310	16.3
March	51.5	1,625,962	14,927	14.9
Total	1,662.6	60,185,277	552,513	552.5
Ratio of streamflow and rainfall (%)				33.2

Table 2 Monthly and seasonal rainfall and streamflow at Mae Klong head watershed, Thong Pha Phum District, Kanchanaburi Province.

Month	1994-1999 (mm)		2000 – 2005 (mm)		2005 – 2011 (mm)	
	Rainfall	Streamflow	Rainfall	Streamflow	Rainfall	Streamflow
April	90.2	13.94	104.9	19.21	90.5	14.68
May	181.5	20.49	244.3	28.26	215.2	16.96
June	198.2	24.12	208.7	32.63	228.2	34.18
July	361.8	77.73	225.9	47.83	313	44.64
August	290.3	104.49	269.4	68.51	298.5	63.64
September	312.9	123.27	267.3	88.53	259.7	97.75
October	143.1	113.46	181.2	94.31	174.6	89.06
Total (wet period)	1,578.0	477.5	1,501.7	379.28	1,579.7	360.91
Percentage	94.5	81.9	91.4	68.6	94.3	69.1
November	26.5	40.08	24.3	64.95	20.9	65.92
December	0.5	21.56	3	39.11	6	42.23
January	15	18.97	5.6	28.92	1.1	24.4
February	4.7	13.06	47.6	21.12	18.8	14.75
March	44.7	11.51	61.4	19.24	48.3	14.03
Total (dry period)	91.4	105.18	141.9	173.34	95.1	161.33
Percentage	5.5	18.1	8.6	31.4	5.7	30.9
Total (mean annual)	1,669.4	582.7	1,643.6	552.6	1,674.8	522.2
Rate of stream flow and rainfall (%)		34.9		33.6		31.2

สรุป

พื้นที่ต้นน้ำแม่กลอง (ลุ่มน้ำห้วยลั่นถีน) เป็นลุ่มน้ำที่มีศักยภาพการให้น้ำท่าที่ดี มีปริมาณน้ำท่า 60,185,277 ลูกบาศก์เมตร หรือ 552,513 ลูกบาศก์เมตร/ตารางกิโลเมตร และมีศักยภาพการให้น้ำท่าต่อปริมาณน้ำฝนปานกลาง (ประมาณ 33.2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำฝน) สำหรับศักยภาพการให้น้ำท่าในช่วงแล้งฝนมีค่าค่อนข้างสูง เนื่องจากมีดินที่มีความสามารถในการกักเก็บน้ำไว้ในดินได้ดีจึงทำให้มีการระบายน้ำสู่ลำธารอย่างช้า ๆ ตลอดเวลา และค่อนข้างสม่ำเสมอตลอดปี

การเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าในพื้นที่ส่งผลต่อแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำท่า โดยปริมาณน้ำท่ารายปีมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับน้ำท่าในช่วงน้ำหลากเป็นผลที่เกิดจากการกระจายการตกของฝนที่ลดลง รวมถึงการสูญเสียน้ำที่เพิ่มขึ้นจากการใช้น้ำของลุ่มพื้นที่ป่าไม้เบิกนำในพื้นที่ป่าทดแทนที่เพิ่มขึ้น รวมถึงการชะลอการไหลของน้ำจากการยึดเหนี่ยวน้ำไว้บริเวณระบบรากพืชที่เพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่า อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำท่าในช่วงแล้งฝนหรือช่วงฤดูแล้งมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นช่วงเวลาการไหลของน้ำท่าในช่วงน้ำหลากมีระยะเวลาที่ยาวนานขึ้น ในสามช่วงเวลาที่ทำการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าไม้มีอิทธิพลต่อความสามารถในการควบคุมและชะลอการไหลของน้ำท่าในช่วงน้ำหลาก ซึ่งเป็นการเพิ่มโอกาสให้มีการซึมน้ำลงไปถึงในดินมากขึ้น ซึ่งเป็นการช่วยลดปริมาณน้ำในช่วงน้ำหลาก หรือช่วยควบคุมการเกิดอุทกภัยให้กับชุมชนบริเวณตอนล่างของลุ่มน้ำ นอกจากนี้ยังทำให้มีปริมาณน้ำปลดปล่อยลงสู่ลำธารในช่วงแล้งฝนเพิ่มขึ้น ทำให้ไม่ขาดแคลนน้ำในการอุปโภคและบริโภคในช่วงฤดูแล้ง

ดังนั้น การดูแลรักษาป่าไม้ให้คงอยู่และเร่งฟื้นฟูป่าที่ผ่านการถูกทำลายให้ฟื้นสภาพคืนสู่ป่าธรรมชาติดั้งเดิมนั้น มีส่วนสำคัญในการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ต้นน้ำ เพื่อช่วยให้การบริการของระบบนิเวศเป็นไปตามศักยภาพที่ดีตามธรรมชาติ อันส่งผลต่อชีวิตและความเป็นอยู่ที่ดีของชุมชน บนพื้นฐานของการใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุลและยั่งยืน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ภายใต้ชุดโครงการวิจัยเรื่อง คุณค่าและการบริการของระบบนิเวศวิทยาป่าเขตร้อนพื้นที่ต้นน้ำแม่กลอง จังหวัดกาญจนบุรี

เอกสารอ้างอิง

- Buasaeng, K. 2005. **Effects of Rainfall Characteristics on Interception Process of Hill Evergreen Forest at Kog-Ma Watershed, Chiang Mai Province.** . M.S. Thesis, Kasetsart University, Bangkok. (In Thai)
- Chankao, K. 1996. **Principles of Watershed Management.** , Kasetsart University, Bangkok. (In Thai)
- Chimyam, S. 1999. **Potential Streamflow of Reserved Forest at Phu Hin Rongkla National Park, Changwat Phitsanulok-Loei.** M.S. Thesis, Kasetsart University, Bangkok. (In Thai)
- Chow, V.T. 1964. **Handbook of Applied Hydrology.** McGraw-Hill Book Co., New York. 152 p.

- Colman, E.A. 1953. **Vegetation and Watershed Management**. The Ronald Press, New York.
- Deesaeng, B., P. Thitirojanawat, C. Temkhunatham and P. Phimsirikul. 1998. **Soil Physical and Hydraulic Properties for Various Land Uses at Mae Klong Watershed, Kanchanaburi**. Watershed Division, Forest Technical Institute, Royal Forest Department, Bangkok. (In Thai)
- Kamyo, T., D. Marod, S. Pattanakiat, S. Suksawang, and S. Panuthai. 2016. Land Cover Changes in Tropical Seasonal Forests at Mae Klong head watershed, Kanchanaburi province, Thailand. **Maejo International Journal of Science and Technology** 10 (03): 304-312.
- Leewajanakul, K. 2000. **Hydrology**. College of Engineering, Engineering-Technology Program, Rangsit University, Bangkok. (In Thai)
- Makarabhirom, P. 1979. **Soil Hydrological Characteristics Related to Minimum Flow of the Natural Hill-evergreen, Northern Thailand**. M.S. Thesis, Kasetsart University, Bangkok. (In Thai)
- Marod, D., U. Kutintara, H. Tanaka and T. Nakashizuka. 1999. Structural Dynamics of a Natural Mixed Deciduous Forest in Western Thailand. **Journal of Vegetation Science** 10- : 777-786.
- Mishara, S.K. and V.P. Singh. 2003. **Soil Conservation Service Curve Number (SCS-CN) Methodology**. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.
- Namprasert, S. 1982. **Water Balance of Land Use Patterns at Tung Jaw and Doi Pui, Chiangmai**. M.S. Thesis, Kasetsart University, Bangkok. (In Thai)
- Nosoongnoen, S. 2000. **Role of Natural Tropical Rain Forest at Khao Sok national park, Changwat Surat Thani on streamflow characteristics**. M.S. Thesis, Kasetsart University, Bangkok. (In Thai)
- Onarsa, S., A. Boonsaner and C. Onarsa. 2004. **Potential Streamflow of Watershed Area in Nam khek Watershed Khao Kho District, Phetchabun**. Watershed Conservation and Management Office, Department of National parks, Wildlife and Plant Conservation. (In Thai)
- Poonkasem, T. 1997. **Influence of watershed physiography on streamflow timing**. M.S. Thesis, Kasetsart University, Bangkok. (In Thai)
- Prapan, S., P. Thitirojanawat and P. Witthawatchutikul. 2011. **Runoff Coefficient of Forested Watershed. Watershed Research Division, Watershed Conservation and Management Office, Department of National parks, Wildlife and Plant Conservation**. (In Thai)
- Research Group. 1978. **Feasibility Study on Huay Linthin Watershed**. Watershed Conservation Division, Royal Forest Department, Bangkok. (In Thai)

- Reungpanit, N. 1990. **Natural Resource and Environment Conservation**. Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok. (In Thai)
- Saengkoovong, P. and S. Rouysoongnern. 1985. **Air Temperature of Mixed-Deciduous Forest at Thongphapum Karnchanaburi Watershed** Conservation Division, Royal Forest Department, Bangkok. (In Thai)
- Suksawang, S., P. Thitirojanawat, K. Wongwuttiyan and W. Photisuk. 1993. **Changes of Soil Chemical Properties After Logging in Head Watershed Area at Mae Klong Watershed Research Station, Kanchanaburi Province**. Watershed Division, Forest Technical Institute, Royal Forest Department, Bangkok. (In Thai)
- Thangtam, T. and W Niyom. 1988. Meteorological Characteristics of Various Watershed Classes in Ping, Wang, Yom, Nan and Mun-Chee Watersheds, p 4-1 - 4-27, in **Proceeding on Watershed classification for Environment Conservation in Thailand** , 14-15 January 1988. Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok. (In Thai)
- Tiparphakul, S., S. Onarsa, S. Kijkayan and C. Srituranon. 2011. **The Role of Check Dam to Streamflow and Sediment Accumulation at Phu-Phan Development Study Centre, Sakon Nakorn Province**. (In Thai)
- Torlar, K., D. Marod, S. Pattanakiat, S. Suksawang, and S. Panuthai. 2016. Land Cover changes in tropical seasonal forest at Mae Klong head watershed, Kanchanaburi province, Thailand. **Maejo International Journal of Science and Technology** 10 (03): 304—312.
- Udomchooke, V. 2004. **Hydro-meteorological Characteristics and Their Potentials on Sustainable Land Use**. An Interdisciplinary Study on Existing Land Use in Klong Sathorn Village.
- Whippy, R.Z. and M.J. Kirkby. 1978. Flow within the Soil, pp30-48. In M.J.Kirkby (ed). **Hillslope Hydrology**. John Wiley & Sons, Inc. New York.

การประยุกต์ใช้เทคนิคความแปรปรวนร่วมแบบหมุนวนเพื่อประเมินการคายระเหยน้ำรายฤดูกาล ในป่าเต็งรังภาคเหนือ ประเทศไทย

Application of Eddy Covariance Technique on Estimation of Seasonal Evapotranspiration in Dry Dipterocarp Forest, Northern Thailand

เพ็ญฤดี คำสอน¹ รุ่งนภา แก้วทองราช² พิมพ์ศิริ สุวรรณพัฒน์^{1,2} และ มนตรี แสนวังสี^{1,2*}

รับต้นฉบับ: 20 พฤศจิกายน 2561

ฉบับแก้ไข: 15 มกราคม 2562

รับลงพิมพ์: 20 กุมภาพันธ์ 2562

ABSTRACT

Evapotranspiration (ET) play an important role for water and energy balance in the ecosystem. Understanding of ET pattern and precise estimation are needed for supporting decision-making in water resource and forested watershed management. This study aims to estimate seasonal ET in dry dipterocarp forest catchment, northern Thailand during January to December 2017 by eddy covariance technique. Results reveal the ET was 954.7 mm accounting for 90% of annual rainfall. The ET in wet and dry seasons were 54% and 36% of annual rainfall, respectively. The daily ET in wet and dry seasons were 3.1 ± 0.6 and 2.1 ± 0.5 mm day⁻¹. The soil water content and rainfall were the main factors regulating ET in the dry dipterocarp forest ecosystem.

Keyword: Ecosystem evapotranspiration, Eddy covariance method, Dipterocarp forest

บทคัดย่อ

การคายระเหยน้ำ (Evapotranspiration) เป็นรูปแบบหนึ่งของการไหลเวียนน้ำในระบบนิเวศซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อสมดุลน้ำและสมดุลพลังงาน การเข้าใจรูปแบบการคายระเหยน้ำและการประเมินที่ถูกต้องจึงมีความสำคัญ สำหรับใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและป่าต้นน้ำ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการคายระเหยน้ำในพื้นที่ป่าเต็งรัง ซึ่งเป็นป่าต้นน้ำในภาคเหนือของประเทศไทย โดยศึกษาตั้งแต่เดือนมกราคมถึงธันวาคมในปี พ.ศ. 2560 ด้วยเทคนิคความแปรปรวนร่วมแบบหมุนวน (Eddy covariance technique) จากผลการศึกษาพบว่า การคายระเหยน้ำรายปีอยู่ที่ 954.7 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 89.5 ของปริมาณน้ำฝน โดยค่าการคายระเหยน้ำในช่วงฤดูฝนกับฤดูแล้ง คิดเป็นร้อยละ 54 และ 36 ของปริมาณน้ำฝน ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยรายวันในฤดูฝนและฤดูแล้งอยู่ที่ 3.1 ± 0.6 และ 2.1 ± 0.5 มิลลิเมตรต่อวัน ทั้งนี้ความชื้นในดินและปริมาณน้ำฝนเป็นปัจจัยหลักที่ควบคุมการคายระเหยน้ำในระบบนิเวศป่าเต็งรัง

คำสำคัญ: การคายระเหยน้ำของระบบนิเวศ วิธีความแปรปรวนร่วมแบบหมุนวน ป่าเต็งรัง

¹วิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา พะเยา 56000

²หน่วยวิจัยมลพิษบรรยากาศและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ วิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา จ.พะเยา 56000

*Corresponding author: E-mail: montri.sa@up.ac.th

บทนำ

การคายระเหยน้ำ (evapotranspiration; ET) มีความสำคัญยิ่งต่อสภาพอากาศและวัฏจักรอุทกวิทยา (hydrological cycles) (Mölders and Raabe, 1996) เนื่องจากเป็นองค์ประกอบสำคัญในสมดุลน้ำ (water balance) และสมดุลพลังงาน (energy balance) การคายระเหยน้ำประกอบด้วย 2 ส่วนประกอบหลัก คือ การระเหยน้ำ (evaporation) และการคายน้ำของพืช (transpiration) (Mölders and Raabe, 1996) ทั้งนี้การคายระเหยน้ำจะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำและพลังงานแสงที่เข้ามาในระบบนิเวศ จากการศึกษาวิจัยในเขตแห้งแล้งพบว่าปริมาณการคายระเหยน้ำคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 95 ของปริมาณน้ำฝน (Branson et al., 1981; Huxman et al., 2005; Wilcox et al., 2003; Williams et al., 2004) ในขณะที่พื้นที่ป่าเขตร้อนในแถบอเมซอนมีค่าการคายระเหยน้ำอยู่ในช่วงร้อยละ 50 ถึง 90 ของปริมาณน้ำฝน (Carawell et al., 2002; da Rocha et al., 2004; Jipp et al., 1998; Malhi et al., 2002; Juárez et al., 2007) จากการศึกษาในข้างต้นแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของการคายระเหยน้ำในแต่ละพื้นที่ อีกทั้งการศึกษาล้วนใหญ่มักมาจากบริเวณแถบอเมซอน ในขณะที่พื้นที่เอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีระบบนิเวศที่หลากหลายและสภาพภูมิอากาศค่อนข้างแปรปรวนส่งผลให้กลไกการควบคุมการคายระเหยน้ำมีความซับซ้อน (Li et al., 2010) โดยเฉพาะในแถบอินโดจีน (Indo-Burma) ที่มีระบบนิเวศป่าเต็งรังเป็นแหล่งพื้นที่ต้นน้ำ หากแต่ยังมีการศึกษาไม่มากนัก

ดังนั้นการตรวจวัดการคายระเหยน้ำที่ถูกต้องจึงเป็นสิ่งสำคัญต่อการประเมินสภาพอากาศและอุทกวิทยาในระบบนิเวศ ซึ่งหากการตรวจวัดผิดพลาดจะส่งผลให้ การประเมินสมดุลน้ำคลาดเคลื่อนได้ ด้วยเหตุนี้ที่ผ่านมาจึงได้มีการพัฒนาวิธีการตรวจวัดการคายระเหยน้ำแบบต่าง ๆ เช่น 1) วิธีถังวัดการใช้น้ำ (lysimeter) ซึ่งต้องชั่งน้ำหนักน้ำเป็นประจำทุกวัน 2) วิธีสมดุลน้ำในดิน (soil water

balance) ซึ่งทำให้ทราบการระเหยน้ำของดินและข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับการสูญเสียน้ำในดิน (Eastham et al., 1988; Jaeger and Kessler, 1997; Jeevananda Reddy, 1983) 3) วิธีสมดุลน้ำ (catchment water balance) ประเมินจากองค์ประกอบของสมดุลน้ำ ค่าที่ได้จะเป็นเพียงข้อมูลเฉพาะรายปีและมีความคลาดเคลื่อนสูง (Bosch and Hewlett, 1982; Schellekens et al., 2000) 4) สัดส่วนของ Bowen (Bowen ratio) วิธีนี้จะไม่สามารถประเมินได้กรณีค่าการคายระเหยน้ำเข้าใกล้หนึ่ง และ 5) เทคนิคความแปรปรวนร่วมแบบหมุนวน (Eddy covariance technique) (Oliveira et al., 2015; Yaseef et al., 2009) จากวิธีทั้งหมดข้างต้นพบว่า เทคนิคความแปรปรวนร่วมแบบหมุนวนเป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อประเมินการคายระเหยน้ำที่มีความแม่นยำสูงเหมาะสำหรับการบริหารจัดการน้ำ (Baldocchi, 2003; Foken and Wichura, 1996; Zhao et al., 2007) เนื่องจากสามารถศึกษาการคายระเหยน้ำได้แบบ real-time ทำให้ได้ข้อมูลที่มีความละเอียดสูง (da Rocha et al., 2009; Giambelluca et al., 2009; Santos et al., 2003)

ป่าเต็งรัง (Dry dipterocarp forest) เป็นหนึ่งในป่าต้นน้ำซึ่งพบได้เฉพาะทางตอนใต้ของจีน เวียดนาม ลาว กัมพูชา พม่าและไทย (Bunyavejchewin et al., 2011) ป่าเต็งรังส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ลักษณะภูมิประเทศค่อนข้างเป็นภูเขาซับซ้อน ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ดินกักเก็บน้ำได้ไม่มากนัก แต่ป่าเต็งรังกลับมีการหมุนเวียนธาตุอาหารและพลังงานอย่างรวดเร็วเมื่อมีความชื้นในดินเพียงพอ (Thaiutsa and Puangchit, 2004) ป่าเต็งรังมีการผลัดใบในช่วงฤดูแล้ง เพื่อรักษาน้ำในลำต้นและจะผลิใบในช่วงเริ่มฤดูฝนจึงมีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลและสภาพอากาศชัดเจน ซึ่งเป็นไปได้ว่าในอนาคตหากเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change) การทำความเข้าใจและเรียนรู้การปรับตัวของระบบนิเวศป่าเต็งรัง รวมถึงบทบาทสำคัญในการช่วยรักษาสมดุล

ของน้ำในระบบนิเวศและการให้น้ำท่า (runoff) ผ่านการประเมินการคายระเหยน้ำด้วยเทคนิคที่ทันสมัยจึงเป็นส่วนสำคัญที่จะช่วยคาดการณ์การสูญเสียน้ำในระบบนิเวศรวมถึงการปรับตัวของมนุษย์ให้สามารถอยู่อย่างสมดุลร่วมกับระบบนิเวศป่าไม้ได้ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการคายระเหยน้ำรายฤดูกาลและปัจจัยอุตุนิยมวิทยาที่มีผลต่อการคายระเหยน้ำในระบบนิเวศป่าเต็งรัง โดยประยุกต์ใช้เทคนิคความแปรปรวนร่วมแบบหมุนวนตั้งแต่ มกราคมถึงธันวาคมในปี พ.ศ. 2560

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาเป็นระบบนิเวศป่าเต็งรังในจังหวัดพะเยา ทางภาคเหนือของประเทศไทย (พิกัด

19°02' 14.38" N, 99°54' 10.96" E ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล 512 เมตร) (Figure 1) พื้นที่ไม้เด่นที่พบคือ เต็ง รัง พลวง และเหียง ตามลำดับ ความหนาแน่นของไม้หนุ่ม (เส้นผ่าศูนย์กลางระดับอก < 4.5 เซนติเมตร) และไม้ใหญ่ (เส้นผ่าศูนย์กลางระดับอก ≥ 4.5 เซนติเมตร) อยู่ที่ 600 และ 1,821 ต้นต่อเฮกตาร์ตามลำดับ (Intanil et al., 2018) ข้อมูลพื้นฐานของสภาพอากาศในพื้นที่ศึกษาช่วงเวลา 4 ปี (พ.ศ. 2557-2560) มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 985 มิลลิเมตรต่อปี อุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิดินเฉลี่ย 25 องศาเซลเซียส ความชื้นในดินเฉลี่ยร้อยละ 15 ของปริมาณน้ำในดิน โดยปริมาตร (% volumetric water content; %VWC)

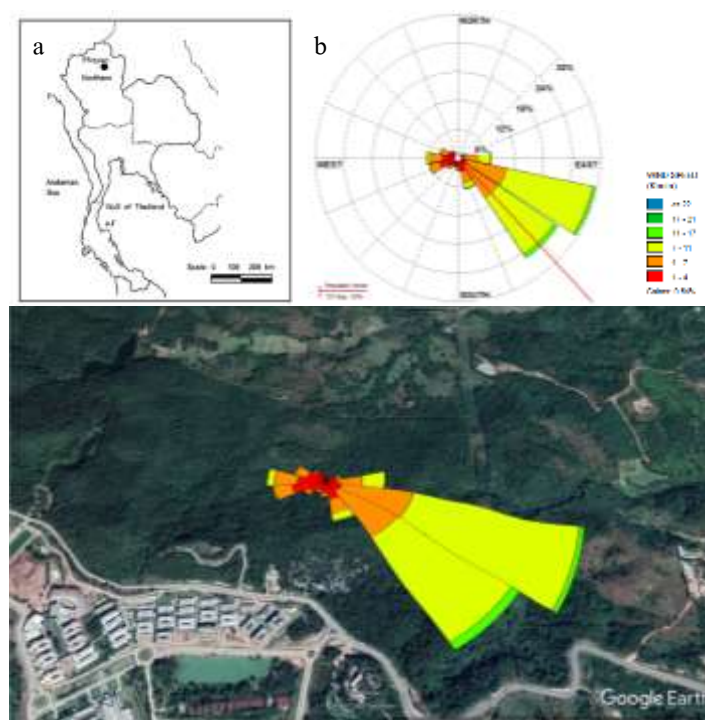


Figure 1. (a) Site location and (b) wind direction over eddy covariance tower is divided into 8 secondary-intercardinal directions and 5 radial wind data (i.e., 6%, 12%, 18%, 24% and 30%). Almost wind direction moved from South-East to North-West with average wind speed at 3 m s^{-1} (Data analyzed by WRPLOT view freeware version 7.0.0: Lakes Environmental Software)

2. การตรวจวัดทางอุตุนิยมวิทยา

2.1 สภาพอากาศ

ข้อมูลสภาพอากาศเก็บข้อมูลโดยติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดที่ระดับความสูง 36 เมตรจากพื้นดิน ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ (WXT520 weather transmitter; Campbell Scientific Inc., USA) ปริมาณรังสีสุทธิ (NR01 net radiometer sensor; Campbell Scientific Inc., USA) และแรงดึงระเหยน้ำ (vapor pressure deficit; VPD) ในอากาศซึ่งบ่งชี้ความแห้งของอากาศคำนวณโดยวิธี Allen et al. (1998) นอกจากนี้ได้เก็บข้อมูลดิน ได้แก่ อุณหภูมิดินและความชื้นในดินที่ระดับความลึก 5 เซนติเมตร ใต้ผิวดิน ซึ่งตรวจวัดด้วย soil thermocouple probe และ soil water content reflectometer รุ่น CS616 (Campbell Scientific Inc., USA) ข้อมูลทั้งหมดจะบันทึกทุก 10 นาที โดยอุปกรณ์เก็บข้อมูล (data logger รุ่น CR1000; Campbell Scientific Inc., USA)

2.2 การตรวจวัดและการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินการคายระเหยน้ำด้วยเทคนิคความแปรปรวนร่วมแบบหมุนวน

เทคนิคการตรวจวัดความแปรปรวนร่วมแบบหมุนวน (eddy covariance) ประกอบด้วยอุปกรณ์ตรวจวัดการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไอน้ำ (EC150 open-path CO₂/H₂O analyzer; Campbell Scientific Inc., USA) ระหว่างบรรยากาศกับระบบนิเวศป่าเต็งรัง ติดตั้งควบคู่กับอุปกรณ์วัดความเร็วลม 3 ทิศทาง (3D-sonic anemometer CSAT3; Campbell Scientific Inc., USA) บนเสาตรวจวัดที่ระดับความสูง 42 เมตรจากพื้นดิน ข้อมูลตรวจวัดบันทึกที่ความถี่ 10 เฮิร์ตซ์ หรือ 10 ค่าต่อ 1 วินาที ข้อมูลที่ตรวจวัดได้นี้จะนำมาวิเคราะห์ค่าความร้อนแฝง (Latent heat; LE) ด้วยโปรแกรม EddyPro (version 6.2.1, LI-COR Bioscience) โดยในส่วนของ EddyPro ข้อมูลจะผ่านการวิเคราะห์และปรับแก้ทิศทางลมตามทฤษฎีด้วยการหมุนแกนทิศทางลม 2 ครั้ง (double rotation) และ

กำจัดข้อมูลที่ถูกรบกวน (despike) ด้วยวิธีการทางสถิติของ Vickers and Mahrt (1997) และปรับตั้งค่าความถูกต้องของความหนาแน่นอากาศด้วยวิธีของ Webb (1980) ถัดมาข้อมูลความร้อนแฝงเฉลี่ยทุก 30 นาทีจากการวิเคราะห์ด้วย EddyPro จะถูกนำมาตัดข้อมูลขณะที่ผ่านการปรับแก้ร่วมกับคุณสมบัติของลมที่เหมาะสม (friction velocity (u^*) มากกว่า 0.05 เมตรต่อวินาที) และข้อมูลขณะฝนตกออกไป ส่วนข้อมูลที่ขาดหายจะถูกเติมเต็มข้อมูล โดยในการศึกษานี้ค่าความร้อนแฝงที่หายไปคิดเป็นร้อยละ 42 จากข้อมูลที่จะได้ในช่วง 1 ปี ซึ่งข้อมูลที่ขาดหายไปจะได้รับการเติมเต็มข้อมูล (gap filling) โดยกรณีที่ข้อมูลหายเล็กน้อย (2-3 ชั่วโมง) เติมข้อมูลจากค่าเฉลี่ยในรอบวัน กรณีที่ข้อมูลหายมากกว่า 1 สัปดาห์ เติมข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยในรอบ 7 วัน สำหรับช่วงกลางวัน และ 14 วัน ในตอนกลางคืน (Wolf et al., 2011) ท้ายที่สุดค่าการคายระเหยน้ำจะประเมินจากค่าคงที่ของพลังงานความร้อนแฝงที่ทำให้น้ำความสูง 1 มิลลิเมตร พื้นที่ 1 ตารางเมตร ระเหยกลายเป็นไอใน 1 วัน โดยอ้างอิงจากค่าพลังงาน 2.45 เมกะจูลต่อกิโลกรัม (Novák, 2012; Jones, 2013) และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยากับค่าการคายระเหยน้ำโดยใช้ความสัมพันธ์แบบ Pearson correlation และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม R (R core team 2017)

ผลและวิจารณ์

1. ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา

ปริมาณน้ำฝนที่ประเมินได้ในปี พ.ศ 2560 เท่ากับ 1067.0 มิลลิเมตร โดยปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูฝนคิดเป็นร้อยละ 85.6 ของปริมาณน้ำฝนทั้งปี การศึกษานี้กำหนดช่วงฤดูฝนและ ฤดูแล้ง โดยอ้างอิงตาม Tanaka et al. (2008) ซึ่งแบ่งฤดูกาลโดยใช้ความแตกต่างของปริมาณและการกระจายตัวของน้ำฝนในหลายพื้นที่ของประเทศไทย พบว่าการกระจายตัวของฝนตามฤดูกาลมีความคล้ายคลึงกัน กล่าวคือฝนตก

ส่วนใหญ่เกิดขึ้นในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม จึงกำหนดให้เป็นช่วงฤดูฝน ในขณะที่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน ซึ่งเป็นฤดูร้อน พบว่ามีปริมาณฝนน้อยอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับความชื้นในดินมีแนวโน้มสอดคล้องตามรูปแบบของฝน โดยมีค่าเฉลี่ยในรอบปีเท่ากับร้อยละ 17.9 ± 5.5 ของปริมาณน้ำในดิน โดยปริมาตร ความชื้นดินในฤดูแล้งและฤดูฝนคิดเป็นร้อยละ 13.0 ± 2.4 และ 22.7 ± 2.0 ของปริมาณน้ำในดินโดยปริมาตร ตามลำดับ อุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิดินเฉลี่ยมีค่าใกล้เคียงกันที่ 24.4 ± 2.2 และ

24.7 ± 2.4 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศสูงสุดและต่ำสุดรายวันเท่ากับ 30.96 และ 15.80 องศาเซลเซียส (Figure 2a และ Table 1) ปริมาณรังสีสุทธิอยู่ระหว่าง 74.5 ถึง 147.2 วัตต์ต่อตารางเมตร โดยรังสีสุทธิในฤดูแล้งน้อยกว่าฤดูฝนซึ่งมีค่า 98.8 ± 21.1 และ 134.4 ± 9.9 วัตต์ต่อตารางเมตร ตามลำดับ แรงดึงระเหยน้ำในฤดูฝนและฤดูแล้งที่ค่าเท่ากับ 0.9 ± 0.2 และ 1.4 ± 0.5 กิโลปาสคาล (kilopascal; kPa) โดยที่ค่าเฉลี่ยรายวันอยู่ในช่วง 0.2 ถึง 2.9 กิโลปาสคาล (Figure 2a และ Table 1)

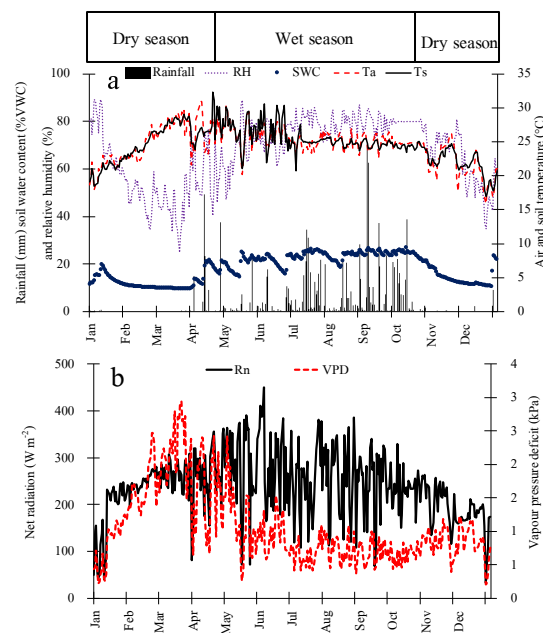


Figure 2. Daily microclimate variables in dipterocarp forest including (a) sum of rainfall (black bar graph) and average relative humidity (purple dotted line), soil water content (opaque circle), air and soil temperature (red dashed and black solid lines, respectively), and (b) average net radiation (black solid lines) and vapor pressure deficit (red dashed line).

2. รูปแบบการคายระเหยน้ำในป่าเต็งรัง

การคายระเหยน้ำในพื้นที่ป่าเต็งรังในปี พ.ศ. 2560 เท่ากับ 954.7 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 89.5 ของปริมาณน้ำฝน โดยมีการคายระเหยน้ำในช่วงฤดูฝนมากกว่าช่วงฤดูแล้งประมาณร้อยละ 20 เนื่องมาจากในฤดูแล้งป่าเต็งรังมักเกิดไฟป่า ต้นไม้ทั้งใบเพื่อลดการสูญเสียน้ำและมีช่วงฤดูแล้งเจริญเติบโต (growing

season) ก่อนข้างขึ้น การคายระเหยน้ำส่วนใหญ่ของป่าเต็งรังจึงมักเกิดขึ้นในช่วงฤดูฝนเมื่อมีความชื้นในดินที่เพียงพอ (Thaiutsa and Puangchit, 2004) อีกทั้ง Shi et al. (2008) รายงานว่าฝนตกในช่วงมรสุมทำให้ใบไม้จะมีการขยายตัวเต็มที่ประกอบกับอุณหภูมิอากาศเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการคายน้ำของต้นไม้ ดังนั้นการระเหยน้ำและการคายน้ำจึงน่าจะ

เป็นปัจจัยที่ส่งผลให้การคายระเหยน้ำในฤดูฝนสูงกว่า ฤดูแล้ง โดยการคายระเหยมีค่าต่ำสุดในเดือนมีนาคม และมีค่าสูงสุดในเดือนกรกฎาคม ซึ่งมีค่าเท่ากับ 44.9 ± 0.2 และ 104.2 ± 0.6 มิลลิเมตร ตามลำดับ รูปแบบการคายระเหยน้ำรายวันแสดงดัง Figure 3a ซึ่งพบว่าเริ่มลดลงตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนและต่ำสุดในเดือนเมษายน เนื่องจากปริมาณน้ำฝนและความชื้นในดินค่อยๆ ลดลงจนถึงต่ำสุด (9.5 %VWC เดือนเมษายน) นอกจากนี้ยังพบว่าแรงดึงระเหยน้ำค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนมีค่าสูงสุดในเดือนมีนาคม (2.9 kPa) แปรผกผันกับความชื้นสัมพัทธ์ (Figure 2a-2b) ซึ่งสอดคล้องกับค่าการคายระเหยน้ำที่พบค่าต่ำสุดในเดือนมีนาคม (0.9

มิลลิเมตรต่อวัน) ในช่วงฤดูฝนเมื่อปริมาณน้ำฝนและความชื้นในดินเพิ่มขึ้นมีผลทำให้การคายระเหยน้ำเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่วนในช่วงรอบวันการคายระเหยน้ำจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 8.00 น. และสูงที่สุดเวลา 12.00 - 13.00 น. โดยมีอัตราการคายระเหยน้ำรายวันอยู่ระหว่าง 0.2 ถึง 8.8 มิลลิเมตรต่อวัน คิดเป็นค่าเฉลี่ยรายปีอยู่ที่ 2.6 ± 0.8 มิลลิเมตรต่อวัน ส่วนในฤดูฝนและฤดูแล้งค่าอยู่ที่ 3.1 ± 0.6 และ 2.1 ± 0.5 มิลลิเมตรต่อวัน ตามลำดับ (Figure 3b) ใกล้เคียงกับการคายระเหยน้ำรายฤดูกาลของ Sanwangsri et al. (2017) ที่พบว่าในฤดูฝนและฤดูแล้งอยู่ที่ 3.6 ± 0.4 และ 1.2 ± 1.2 มิลลิเมตรต่อวัน

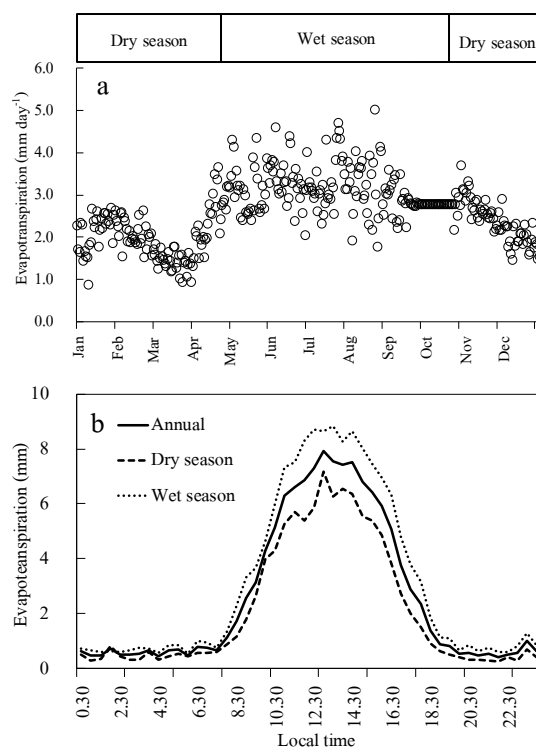


Figure 3. Evapotranspiration patterns in 2017 was estimated and showed as (a) daily evapotranspiration during wet season (May to October) and dry season (November to April) and (b) diurnal evapotranspiration in 24 hours where evapotranspiration during wet season, dry season and annual represented by dashed line, solid dashed line and solid line, respectively.

Table 1. Seasonal and annual microclimate variables consisting of sum of rainfall (P), average air temperature (Ta), soil temperature (Ts), soil water content (SWC), net radiation (Rn), vapor pressure deficit (VPD) and evapotranspiration (ET) (Mean $\pm$ standard variation (SD))

Climate variables	Season		Annual
	Wet season	Dry season	
P (mm)	913.7	153.4	1,067.1
Ta (°C)	25.2 $\pm$ 0.7	23.6 $\pm$ 3.0	24.4 $\pm$ 2.2
Ts (°C)	24.7 $\pm$ 1.4	23.8 $\pm$ 3.0	24.2 $\pm$ 2.4
SWC (%VWC)	22.7 $\pm$ 2.0	13.0 $\pm$ 2.4	17.9 $\pm$ 5.5
Rn (W m ⁻²)	134.4 $\pm$ 9.9	98.8 $\pm$ 21.1	116.6 $\pm$ 24.2
VPD (kPa)	0.9 $\pm$ 0.2	1.4 $\pm$ 0.5	1.1 $\pm$ 0.5
Total ET (mm)	573.4	381.3	954.7
Daily ET (mm day ⁻¹)	3.1 $\pm$ 0.6	2.1 $\pm$ 0.5	2.6 $\pm$ 0.8

3. ปัจจัยทางอุทกนิยมนิเวศวิทยาที่มีบทบาทต่อการคายระเหยน้ำของป่าเต็งรัง

จากความสัมพันธ์ระหว่างการคายระเหยน้ำกับปัจจัยทางอุทกนิยมนิเวศวิทยา พบว่าในฤดูแล้งความชื้นในดินมีอิทธิพลเชิงบวกกับค่าการคายระเหยน้ำโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.87 ($p < 0.05$) ในทางกลับกันค่าการคายระเหยน้ำแปรผกผันกับค่าแรงดึงระเหยน้ำ ในขณะที่ค่าการคายระเหยน้ำและปัจจัยอุทกนิยมนิเวศวิทยาในช่วงฤดูฝนมีความสัมพันธ์ไม่ชัดเจน (Figure 4a-4c) โดย Li and Fu (2004) กล่าวว่าความสามารถของการคายระเหยน้ำของป่าในช่วงฤดูแล้งนั้นเป็นตัวขับเคลื่อนสำคัญต่อการเปลี่ยนฤดูกาล

จากฤดูแล้งไปเป็นฤดูฝน ซึ่งได้รับการยืนยันจากการศึกษาการคายระเหยน้ำที่ป่าเมซอนจำนวน 3 พื้นที่ของ Li and Fu (2004) และ Fu and Li (2004) ที่พบว่ามีการคายระเหยน้ำเพิ่มขึ้นก่อนเข้าสู่ฤดูฝน ในฤดูแล้งจึงเห็นการตอบสนองของการคายระเหยน้ำกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามเนื่องด้วยความชื้นดินขึ้นกับปริมาณน้ำฝน (Figure 2a) อีกทั้งการคายระเหยน้ำในป่าเต็งรังคิดเป็นร้อยละ 89.5 ของปริมาณน้ำฝนรวมทั้งปี ในปี พ.ศ. 2560 ดังนั้นในการศึกษานี้ความชื้นในดินและปริมาณน้ำฝนจึงเป็นปัจจัยที่มีบทบาทสำคัญต่อการคายระเหยน้ำในระบบนิเวศป่าเต็งรัง

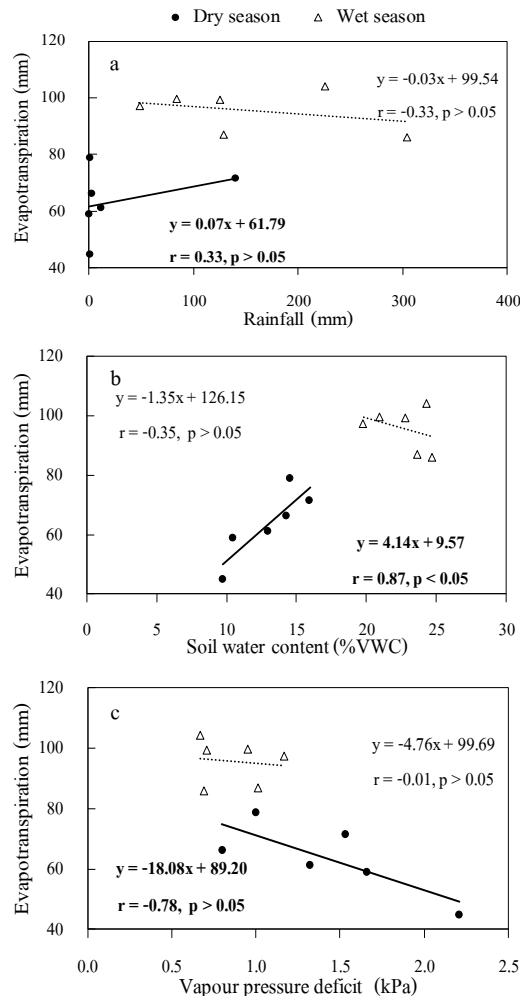


Figure 4. Relationship between monthly evapotranspiration of wet (triangle) and dry season (circles) with (a) rainfall (b) soil water content (c) vapor pressure deficit

โดยทั่วไปป่าเต็งรังผลัดใบในช่วงฤดูแล้งทำให้แสงส่องถึงพื้นดินได้โดยตรง ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการคายระเหยน้ำที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ในพื้นที่ศึกษามีการสูญเสียน้ำจากระบวนการคายระเหยน้ำถึงร้อยละ 89.5 ของปริมาณน้ำฝน พบว่าสูงกว่าป่าชนิดอื่นๆ เมื่อเทียบจากการศึกษาการคายระเหยน้ำป่าดิบเขาซึ่งอยู่ที่ร้อยละ 54 (Tanaka et al., 2003) และร้อยละ 50 (Chunkao et al., 1982) ป่าฝนเขตร้อนร้อยละ 78 (Li et al., 2010) ป่าเบญจพรรณร้อยละ 65 (Tatsuhiko et al., 2007) และร้อยละ 64 ป่ามรสุมเขตร้อน (Kuricheva et al., 2015)

การที่ค่าการคายระเหยน้ำในฤดูฝนสูงกว่าในฤดูแล้ง ซึ่งนอกเหนือจากค่าการระเหยน้ำและการคายน้ำแล้ว ยังมีปริมาณน้ำพืชยึดเนื่องจากต้นไม้บางชนิดมีใบขนาดใหญ่ เช่น พลวง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยในพื้นที่ศึกษา ซึ่งพบว่าพลวงมีดัชนีความสำคัญ (importance value index) มากที่สุด ถึงประมาณร้อยละ 80.5 (ข้อมูลยังไม่ได้ตีพิมพ์) อีกทั้งชนิดต้นไม้ในป่าเต็งรังมีเปลือกค่อนข้างหนา ทำให้มีโอกาสดูดยึดน้ำไว้ได้มาก (Chunkao et al., 1971) จากการศึกษาน้ำพืชยึดในป่าเต็งรังของ Chunkao et al. (1971) พบว่าสามารถสกัดกั้นน้ำไว้ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของปริมาณน้ำฝน ป่าเต็งรังที่แม่หวด จ.ลำปาง น้ำ

พืชยืนอยู่ที่ร้อยละ 61 ของปริมาณน้ำฝน ในขณะที่ป่าชนิดอื่น เช่น ป่าดิบเขา ป่าดิบแล้ง อยู่ที่ร้อยละ 9 และ 4 ของปริมาณน้ำฝนตามลำดับ (นิพนธ์ ตั้งธรรม และคณะ, 2545) ซึ่งน้ำส่วนนี้ท้ายที่สุดจะถูกระเหยขึ้นไปบนบรรยากาศ ผลการศึกษายังมีความสอดคล้องกับการศึกษาในป่าเต็งรังที่กำลังฟื้นตัว (secondary forest) จังหวัดราชบุรี ซึ่งพบว่าการคายระเหยน้ำสูงถึงร้อยละ 95 ของปริมาณน้ำฝน (พ.ศ. 2552-2554) และค่าการคายระเหยน้ำในช่วงฤดูฝนสูงกว่าช่วงฤดูแล้งชัดเจน (Sanwangsri et al., 2017) อย่างไรก็ตามพบว่าค่าค่าการคายระเหยน้ำในป่าเต็งรังที่ราชบุรีสูงกว่าที่พะเยา ทั้งนี้จะเป็นเพราะป่าที่ราชบุรีมีความหนาแน่นของต้นไม้สูงกว่า กล่าวคือ พื้นที่ศึกษามีไม้หนุมและไม้ใหญ่อยู่ที่ 600 และ 1,821 ต้นต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ (Intanil et al., 2018) ขณะที่ป่าเต็งรัง จ. ราชบุรี มีความหนาแน่นของไม้หนุมและไม้ใหญ่อยู่ที่ 2,586 และ 1,724 ต้นต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ (Hanpattankit et al., 2015) นอกจากนี้การศึกษาของ Yasefet et al. (2009) ยังพบว่าความหนาแน่นและขนาดของไม้ผลผลิตต่อปริมาณการคายระเหยน้ำเช่นกัน โดยต้นไม้ขนาดเล็กสามารถคายบนเรือนยอดได้มากกว่า และเมื่อผ่านชั้นเรือนยอดลงดินส่วนมากก็จะสะสมอยู่ในดินชั้นบน (top soil) เนื่องจากป่าเต็งรังมีชั้นดินที่ตื้น ดังนั้นน้ำฝนที่ตกลงมาส่วนใหญ่อาจเข้าสู่กระบวนการคายระเหยน้ำอย่างรวดเร็ว แตกต่างกับป่าดิบเขาที่มีชั้นดินที่ลึก มีซากพืชทับถมกันบนพื้นดินที่หนา รวมถึงมีเรือนยอดปกคลุมตลอดปีจึงสามารถกักเก็บน้ำในดินไว้ได้มากกว่าป่าเต็งรัง อย่างไรก็ตาม รายงานนี้ ได้นำเสนอข้อมูลการตรวจวัดระยะสั้น ในช่วงเวลา 1 ปี ซึ่งเป็นผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ทราบการคายระเหยน้ำของป่าเต็งรังในเบื้องต้น นอกจากนี้ ทางทีมผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยอย่างต่อเนื่อง เพื่อเพิ่มความเข้าใจวงรอบการเปลี่ยนแปลงทางอุทกวิทยาในป่าเต็งรังให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น

สรุปผล

การศึกษาการคายระเหยน้ำโดยเทคนิคความแปรปรวนร่วมแบบหมุนวนป่าเต็งรังปีในปี พ.ศ. 2560 พบว่าการคายระเหยน้ำรายปีอยู่ที่ 954.7 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 90 ของปริมาณน้ำฝน ในช่วงฤดูฝนกับฤดูแล้งการคายระเหยน้ำอยู่ที่ 573.4±7.4 และ 381.3±11.7 มิลลิเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 54 และ 36 ของปริมาณน้ำฝน ตามลำดับ โดยพบว่าปัจจัยสภาพอากาศที่มีอิทธิพลกับการคายระเหยน้ำคือ ความชื้นในดินและปริมาณน้ำฝน ซึ่งผลจากการตรวจวัดการคายระเหยน้ำโดยเทคนิคความแปรปรวนร่วมแบบหมุนวนการศึกษาดังกล่าวแสดงให้เห็นรูปแบบการคายระเหยน้ำในรอบปี รายฤดูกาล และในรอบวันของระบบนิเวศป่าเต็งรังได้ โดยข้อมูลเหล่านี้สามารถใช้ประกอบการศึกษาสมดุลน้ำและอุทกวิทยาเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการวางแผนบริหารจัดการทรัพยากรป่าไม้และน้ำได้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ สมาชิกกลุ่มวิจัยจุลอุตุนิยมวิทยา (Micrometeorology Laboratory; MiLab) วิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา และขอบคุณงบประมาณแผ่นดินปี พ.ศ. 2562 มหาวิทยาลัยพะเยา ภายใต้โครงการ “การประเมินองค์ประกอบของสมดุลน้ำ (water balance) สมดุลพลังงาน (energy balance) และสมดุลคาร์บอน (carbon balance) ในระบบนิเวศป่าต้นน้ำลุ่มน้ำอิงตอนบน” ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

นิพนธ์ ตั้งธรรม ชัชชัย ดันตสิรินทร์ กุลธิดา แพทย์พันธุ์และสมาน ณ ลำปาง, 2545. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์เรื่อง ปริมาณน้ำพืชยืนในสวนป่าไม้โตเร็วต่างถิ่น บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง. ฝ่ายวิจัย มูลนิธิโครงการหลวง.

- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D. and Smith, M. 1998. **Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements**-FAO Irrigation and drainage paper 56. FAO. Rome. 300(9): D05109.
- Baldocchi, D. D. 2003. Assessing the eddy covariance technique for evaluating carbon dioxide exchange rates of ecosystems: past, present and future. **Global change biology**, 9(4): 479-492.
- Bosch, J. M., Hewlett, J. D. 1982. A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration. **J. Hydrol.**, 55: 2-23.
- Branson, F., Gifford, G., Renard, K. and Hadley, R. 1981. **Rangeland hydrology**. Society of Range Management. Range Science Series No. 1. In: Kendall/Hunt Publ. Co., Dubuque. Iowa.
- Bunyavejchewin, S., Baker, P. and Davis, S. J. 2011. **Seasonally dry tropical forests in continental Southeast Asia – Structure, composition and dynamics**. Washington, DC: Smithsonian Institution Scholarly Press.
- Carawell, F. E., Costa, A. L., Palheta, M., Malhi, Y., Meir, P., Costa, J. P. R., Ruivo, M. L., Leal, L. S. M., Costa, J. M. N., Clement, R. J. and Grace, J. 2002. Seasonality in CO₂ and H₂O flux at an eastern Amazonian rain forest. **Journal of Geophysical Research**, 107(D20): 8076.
- Chunkao, K., Tangtham, N., Boonywat, S., Niyom, W. and Suwannarat, R. 1982. **Watershed management research on mountainous land: Water balance in the hill evergreen forest Doi-Pui Chiangmai**. Research reports. Kasetsart University. Bangkok.
- Chunkao, K., Tangtham, N. and Angkulpuldeekul, S. 1971. **Measurements of rainfall in early wet season under hill- and dry-evergreen, natural teak and dry dipterocarp forests of Thailand**. Kog-Ma watershed Research 10. Kasetsart University. Bangkok.
- da Rocha, H. R., Goulden, M. L., Miller, S. D., Menton, M. C., Pinto, L. D. V. O., Freitas, H. C. and Figueira, A. M. S. 2004. Seasonality of water and heat fluxes over a tropical forest in eastern Amazonia. **Ecological Applications**, 14: S22-S32.
- da Rocha, H. R., Manzi, A. O., Cabral, O. M., Miller, S. D., Goulden, M. L., Saleska, S. R., R-Coupe, N., Wofsy, S. C., Borma, L. S., Artaxo, P., Vourlitis, G., Nogueira, J. S., Cardoso, F. L., Nobre, A. D., Kruijt, B., Freitas, H. C., von Randow, C., Aguiar, R. G. and Maia, J. F. 2009. Patterns of water and heat flux across a biome gradient from tropical forest to savanna in Brazil. **Journal of Geophysical Research: Biogeosciences**, 114(G1).
- Eastham, J., Rose, C. W., Cameron, D. M., Rance, S. J. and Talsma, T. 1988. The effect of tree spacing on evaporation from an agroforestry experiment. **Agricultural and Forest Meteorology**, 42: 355-368.
- Foken, T. and Wichura, B. 1996. Tools for quality assessment of surface-based flux measurements. **Agricultural and Forest Meteorology**, 78(1-2): 83-105.
- Fu, R., Li, W. 2004. The influence of the land surface on the transition from dry to wet season in Amazonia. **Theoretical and applied climatology**, 78(1-3): 97-110.
- Giambelluca, T. W., Scholz, F. G., Bucci, S. J., Meinzer, F. C., Goldstein, G., Hoffmann, W. A., Franco, A. C. and Buchert, M. P. 2009. Evapotranspiration and energy balance of Brazilian savannas with

- contrasting tree density. **Agricultural and Forest Meteorology**. 149(8): 1365-1376.
- Hanpattanakit, P., Leclerc, M. Y., Mcmil-lan, A. M. S., Limtong, P., Maeght, J., Panuthai, S., Inubushi, K., Chidthaisong, A. 2015. Multiple timescale variations and con-trols of soil respiration in a tropical dry dipterocarp forest, western Thailand. **Plant Soil**, 390(1), 167-181
- Huxman, T. E., Wilcox, B. P., Breshears, D. D., Scott, R. L., Snyder, K. A., Small, E. E., Hultine, K., Pockman, W. T. and Jackson, R. B. 2005. Ecohydrological implications of woody plant encroachment. **Ecology**. 86(2): 308-319.
- Intanil, P., Sanwangsri, M., Boonpoke and A., Hanpattanakit, P. 2018. Contribution of Root Respiration to Soil Respiration during Rainy Season in Dry Dipterocarp Forest. Northern Thailand. **Applied Environmental Research**. 40(3): 19-27.
- Jaeger, L. and Kessler, A. 1997. Twenty years of heat and water balance climatology at the Hartheim pine forest Germany. **Agricultural and Forest Meteorology**. 84(25-36).
- Jeevananda Reddy, S. 1983. A simple method of estimating the soil water balance. **Agricultural Meteorology**. 28(1): 1-17.
- Jipp, P. H., Nepstad, D. C., Cassel, D. K. and Carvalho, C. R. 1998. Deep soil moisture storage and transpiration in forests and pastures of seasonally dry Amazonia. **Climatic Change**. 39: 395-412.
- Jones, H. G. (2013). **Plants and microclimate: a quantitative approach to environmental plant physiology**: Cambridge university press.
- Juárez, R. I. N., Hodnett, M. G., Fu, R., Goulden, M. L., Von Randow, C. 2007. Control of dry season evapotranspiration over the Amazonian forest as inferred from observations at a southern Amazon forest site. **Journal of Climate**, 20(12): 2827-2839.
- Kuricheva, O. A., Avilov, V. C., Dinh, D. B. and Kurbatova, J. A. 2015. Water cycle of a seasonally dry tropical forest (Southern Vietnam). **Izvestiya Atmospheric and Oceanic Physics**. 51(7): 693-711.
- Li, W., Fu, R. 2004. Transition of the large-scale atmospheric and land surface conditions from the dry to the wet season over Amazonia as diagnosed by the ECMWF re-analysis. **Journal of Climate**, 17(13): 2637-2651.
- Li, Z., Zhang, Y., Wang, S., Yuan, G., Yang, Y. and Cao, M. 2010. Evapotranspiration of a tropical rain forest in Xishuangbanna, southwest China. **Hydrological processes**. 24(17): 2405-2416.
- Malhi, Y., Pegoraro, E., Nobre, A. D., Pereira, M. G. P., Grace, J., Culf, A. D. and Clement, R. 2002. Energy and water dynamics of a central Amazonian rain forest. **Journal of Geophysical Research**. 107(D20): 8061.
- Mölders, N., Raabe, A. 1996. Numerical investigations on the influence of subgrid-scale surface heterogeneity on evapotranspiration and cloud processes. **Journal of Applied Meteorology**. 35(6): 782-795.
- Novák, V. 2012. **Evapotranspiration in the Soil-plant-atmosphere System**: Springer Science & Business Media.
- Oliveira, P. T. S., Wendland, E., Nearing, M. A., Scott, R. L., Rosolem, R. and da Rocha, H. R. 2015. The water balance components of undisturbed tropical woodlands in the Brazilian cerrado. **Hydrology and Earth System Sciences**. 19(6): 2899-2910.

- R core team. 2017. A Language and environment for statistical computing.
- Santos, A., Silva, G., Miranda, H., Miranda, A. and Lloyd, J. 2003. Effects of fire on surface carbon, energy and water vapour fluxes over campo sujo savanna in central Brazil. **Functional Ecology**. 17(6): 711-719.
- Sanwangsri, M., Hanpattanakit, P. and Chidthaisong, A. 2017. Variations of Energy Fluxes and Ecosystem Evapotranspiration in a Young Secondary Dry Dipterocarp Forest in Western Thailand. **Atmosphere**. 8(8): 152.
- Shi, T. T., Guan, D. X., Wu, J. B., Wang, A. Z., Jin, C. J., Han, S. J. 2008. Comparison of methods for estimating evapotranspiration rate of dry forest canopy: Eddy covariance, Bowen ratio energy balance, and Penman-Monteith equation. **Journal of Geophysical Research: Atmospheres**, 113(D19).
- Tanaka, K., Takizawa, H., Tanaka, N., Kosaka, I., Yoshifuji, N., Tantasirin, C., Piman, S., Suzuki, M. and Tangtham, N. 2003. Transpiration peak over a hill evergreen forest in northern Thailand in the late dry season: Assessing the seasonal changes in evapotranspiration using a multilayer model. **Journal of Geophysical Research: Atmospheres**. 108(D17).
- Tanaka, N., Kume, T., Yoshifuji, N., Tanaka, K., Takizawa, H., Shiraki, K., Tantasirin, C., Tangtham, N., Suzuki, M. 2008. A review of evapotranspiration estimates from tropical forests in Thailand and adjacent regions. **Agricultural and Forest Meteorology**, 148(5): 807-819.
- Tatsuhiko, N., Akira, S., Naoki, K., Yoshio, T., Tayoko, K., Toshio, A., Makoto, A., Koji Tamai, Sophal, C. and Nang, K. 2007. Year-Round Observation of Evapotranspiration in an Evergreen Broadleaf Forest in Cambodia. **Springer**. Vo.1 No.5.
- Thaiutsa, B. and Puangchit, L. 2004. **Management of Integrated Tropical Forest Ecosystems: experience from Mae Klong Watershed Research Station**. National Research Council of Thailand. Bangkok.
- Vickers, D., Mahrt, L. Quality control and flux sampling problems for tower and aircraft data. **Journal of the Atmospheric Sciences**. Ocean Technol. 1997, 14, 512-526.
- Webb, E.K., Pearman, G.I. and Leuning, R. Correction of flux measurements for density effects due to heat and water vapor transfer. **Q. J. R. Meteorol. Soc.** 1980, 106, 85-100.
- Wilcox, B., Breshears, D. and Seyfried, M. 2003. The water balance on rangelands, Encyclopedia of Water Science, edited by: Stewart, BA and Howell, TA. **Encyclopedia of water science**: 791-802.
- Williams, D., Cable, W., Hultine, K., Hoedjes, J., Yezpe, E., Simonneaux, V., Er-Raki, S., Boulet, G., De Bruin, H. and Chehbouni, A. 2004. Evapotranspiration components determined by stable isotope sap flow and eddy covariance techniques. **Agricultural and Forest Meteorology** 125(3-4): 241-258.
- Wolf, S., Eugster, W., Potvin, C. and Buchmann, N. 2011. Strong seasonal variations in net ecosystem CO₂ exchange of a tropical pasture and afforestation in Panama. **Agricultural and Forest Meteorology**. 151(8): 1139-1151.
- Yaseef, N. R., Yakir, D., Rotenberg, E., Schiller, G. and Cohen, S. 2009. Ecohydrology of a semi-arid forest: partitioning among water balance components and its implications for predicted

precipitation changes. **Ecohydrology and**

Hydrobiology. 3: 143-154.

Zhao, F.-H., Yu, G.-R., Li, S.-G., Ren, C.-Y., Sun, X.-M.,

Mi, N., Li, J. and Ouyang, Z. 2007. Canopy water

use efficiency of winter wheat in the North China

Plain. **Agricultural water management**. 93(3):

99-108.

พลวัตของสังคมพืชและการกักเก็บคาร์บอนของป่าเต็งรังผสมสน
ในสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่ ประเทศไทย
**Dynamics of Plant Community and Carbon Storage in Pine – Deciduous Dipterocarp Forest
in Queen Sirikit Botanic Garden, Chiang Mai Province, Thailand**

ถวิกา คำใบ¹ จรรย์ มากน้อย¹ ปรัชญา ศรีสง่า¹ และประทีป ปัญญาดี^{1*}

รับต้นฉบับ: 4 กุมภาพันธ์ 2562

ฉบับแก้ไข: 29 มีนาคม 2562

รับลงพิมพ์: 12 เมษายน 2562

ABSTRACT

Queen Sirikit Botanic Garden is situated in Chiang Mai Province, Thailand, abundant with tropical plant communities. This study aims to monitor the structure of plant community and the carbon storage in the biomass of Pine - Deciduous Dipterocarp forest (1,040 m. a.s.l.) in the botanic garden. A 100 x 100 m² permanent plot was established and monitored in 2012 and 2017. The height of plant which had perimeters greater than 14 cm, were measured. After five years of observations, in 2017, an additional species was found, the tree density increased from 398 to 423, the total stem basal area increased from 22.35 to 23.87 and the Shannon-Wiener index increased from 3.06 to 3.08. The average increment rate, ingrowth rate and mortality rate were 5.75 % (1.15 % per year), 9.80 % and 3.52 %, respectively. Total carbon storage in the forest in 2017 was 77.76 ton C/ha which most of them were kept in plant biomass. Additionally, only 3.46 ton carbon was kept in litter fall. The carbon storage was increased from 68.61 ton C/ha in 2010. The increase rate of carbon storage is lower than expected due to the disturbance of forest fires and human activities.

Keywords: biomass, litter fall, increment rate, ingrowth rate, mortality rate

¹องค์การสวนพฤกษศาสตร์ 100 หมู่ 9 ต.แม่แรม อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ 50180

¹The Botanical Garden Organization, 100 Moo 9 Mae Rim District, Chiang Mai Province 50180

*Corresponding Author; Email: pt.panyadee@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงสังคมพืช และศึกษาศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพป่าเต็งรังผสมสน บริเวณสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่ ในปี พ.ศ. 2555 และ พ.ศ. 2560 โดยทำการวางแผนการวางขนาด 100 x 100 ตารางเมตร ที่ระดับความสูง 1,040 เมตรจากระดับน้ำทะเล และวัดขนาดต้นไม้ที่ขนาดเส้นรอบวงมากกว่า 14 เซนติเมตรขึ้นไป พบว่า ในรอบ 5 ปี มีจำนวนเพิ่มขึ้น 1 ชนิด ความหนาแน่นเพิ่มขึ้นจาก 398 เป็น 423 ต้นต่อเฮกเตอร์ พื้นที่หน้าตัดเพิ่มขึ้นจาก 22.35 เป็น 23.87 ตารางเมตร และค่าดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Wiener เพิ่มขึ้นจาก 3.06 เป็น 3.08 โดยมีอัตราการเพิ่มพูนร้อยละ 5.75 หรือร้อยละ 1.15 ต่อปี มีอัตราการโตข้ามชั้น ร้อยละ 9.80 และอัตราการตายร้อยละ 3.52 สำหรับการกักเก็บคาร์บอนของป่าเต็งรังผสมสน ในปี พ.ศ. 2560 มีค่าเท่ากับ 81.22 ตันคาร์บอน/เฮกเตอร์ โดยมีการกักเก็บอยู่ในส่วนของซากพืช 3.46 ตันคาร์บอน/เฮกเตอร์ และอยู่ในมวลชีวภาพ 77.76 ตันคาร์บอน/เฮกเตอร์ ซึ่งมีปริมาณเพิ่มขึ้นจาก 68.61 ตันคาร์บอน/เฮกเตอร์ ในปี พ.ศ. 2555 เท่ากับ 9.15 ตันคาร์บอน/เฮกเตอร์ เนื่องจากการลักลอบตัดไม้เพื่อเอาเนื้อไม้และน้ำยางไปใช้ประโยชน์ รวมทั้งประสบภัยจากไฟป่าหลายครั้ง ทำให้ต้นไม้ขนาดเล็กถูกทำลายไป ส่งผลให้มวลชีวภาพของป่าไม้เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย

คำสำคัญ: มวลชีวภาพ ซากพืช อัตราการเพิ่มพูน อัตราการโตข้ามชั้น อัตราการตาย

บทนำ

ป่าไม้เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีคุณค่าต่อสิ่งมีชีวิตอย่างมากมาย ให้ประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยเฉพาะในสถานการณ์ปัจจุบันที่โลกของเราได้เกิดความเสื่อมโทรมเสียหายอย่างมาก จากกิจกรรมของมนุษย์ที่ทำให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศ จนเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ส่งผลให้เกิดภัยธรรมชาติที่ถี่และรุนแรงมากขึ้น ป่าไม้ถือเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอน (sink) ที่สำคัญ ที่ช่วยลดโลกร้อนได้โดยการดึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อันเป็นก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญจากชั้นบรรยากาศ มาผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสงเพื่อสะสมในมวลชีวภาพของต้นไม้ที่มีชีวิต และอยู่ในอินทรีย์วัตถุที่ตายแล้ว ทั้งไม้ล้ม ตอไม้ และซากพืชต่าง ๆ รวมทั้งมีการนำกลับลงสู่ดินด้วย ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่สะสมไว้นี้มีปริมาณมากกว่าในบรรยากาศถึง 3.5 เท่า (IPCC, 2007) ดังนั้น จึงควรช่วยกันรักษาป่าไม้ ทำการฟื้นฟูป่าที่เสื่อมโทรม รวมทั้งการปลูกต้นไม้เพิ่ม ขณะเดียวกันควรมีการป้องกันการทำลายป่า การตัดต้นไม้ และการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพราะจะทำให้ป่าไม้

กลายเป็นแหล่งปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (source) แทน

สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่ มีเนื้อที่ทั้งหมด 6,500 ไร่ ประกอบด้วยพื้นที่เป็นที่ราบภูเขา และหุบเขา มีความสูง 550 – 1,270 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ประกอบไปด้วยป่า 4 ประเภท ได้แก่ ป่าดิบแล้ง ป่าดิบเขา ป่าเบญจพรรณ และป่าเต็งรัง ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเลือกพื้นที่ของสังคมพืชป่าเต็งรังผสมสน (Pine-Deciduous dipterocarp forest) ซึ่งเป็นสังคมย่อยของป่าเต็งรัง ที่มีการผลัดใบ พบกระจายอยู่บนภูเขาที่มีความสูง 700 – 1,350 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลทางภาคเหนือ ที่มีไฟป่ารบกวนอยู่เสมอ มักพบสนสองใบ (*Pinus merkusii*) และสนสามใบ (*P. kesiya*) ขึ้นปะปนในชั้นเรือนยอด และมีความสูงเด่นกว่าเรือนยอดชั้นบนของป่าเต็งรังทั่วไป นอกจากนี้ยังพบพรรณไม้ป่าดิบเขาแทรกปะปนอยู่ พรรณไม้ที่พบทั่วไป ได้แก่ พรรณไม้เด่นของป่าเต็งรังทั่วไป รวมทั้งพรรณไม้จากเขตภูเขาสูงปะปนอยู่ด้วย เช่น เหียง (*Dipterocarpus obusifolius*), พลวง (*D. tuberculatus*), เต็ง (*Shorea obtuse*), รัง (*Pentacme siamensis*), สารภีคอก (*Anneslea*

frangansi), ทะโล้ (*Schima wallichii*) เป็นต้น (Santisuk, 2012)

จากปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศในปัจจุบัน ทำให้เกิดปัญหาไฟป่าในแต่ละปีบ่อยขึ้น จนอาจส่งผลกระทบต่อความเป็นแหล่งปลดปล่อยคาร์บอนแทนการเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอน ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงสังคมพืชในรอบ 5 ปี และศึกษาศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพป่าเต็งรังผสมสน บริเวณสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่ อันนำไปสู่การวางแผนการจัดการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการในสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่ ที่ละติจูด 18°52'35" เหนือ ลองจิจูด 98°52'46" ตะวันออก ที่ความสูง 1,040 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง มีสภาพภูมิอากาศจากข้อมูลของสถานีตรวจอากาศโครงการหลวงแม่สาใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี 2551 -2554 มีอุณหภูมิเฉลี่ย 23.5 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิสูงสุดในเดือนเมษายน (30.4 องศาเซลเซียส) และต่ำสุดในเดือนธันวาคม (16.7 องศาเซลเซียส) มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 92.29 มิลลิเมตรต่อปี และมีปริมาณความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 69.78 % มีความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดในเดือนตุลาคม (96.12%) และต่ำสุดในเดือนมีนาคม (43.45%) สภาพพื้นที่เป็นเนินเขาลาดเอียงเล็กน้อย ดินมีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างสูงเป็นดินเหนียวถึงดินเหนียวปนทราย โดยวางแผนศึกษาขนาด 100 x 100 ตารางเมตร จำนวน 1 แปลง ทำการเก็บข้อมูลต้นไม้ได้แก่

1. ขนาดเส้นรอบวงเพียงอก (girth of breast height: GBH) ที่ระดับความสูง 1.30 เมตรจากพื้นดิน ความสูงของต้นไม้ รวมทั้งความสูงถึงกิ่งสัดกิ่งแรก และการปกคลุมเรือนยอดของต้นไม้ที่มีขนาดเส้นรอบวงเพียงอกมากกว่า 14 เซนติเมตรขึ้นไป ในปีพ.ศ. 2555 และพ.ศ. 2560

2. เก็บข้อมูลซากพืช ในปี พ.ศ. 2560 โดยสุ่มวางกระดะบี้เหล็กมรองซากพืช ขนาด 1 x 1 ตารางเมตร จำนวน 12 กระดะบี้ โดยใช้วิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างอย่างเป็นระบบ (systematic random sampling) จากนั้นทำการเก็บตัวอย่างซากพืชที่ร่วงหล่นลงมาทุกเดือน โดยแยกออกเป็นส่วนๆ ได้แก่ ใบ กิ่ง ดอก ผล และเมล็ด นำเข้าตู้อบ แล้วนำมาชั่งน้ำหนักแห้ง จากนั้นนำส่งไปยังห้องปฏิบัติการกลางเพื่อทำการวิเคราะห์หาความเข้มข้นของคาร์บอน (carbon content) ต่อไป

3. ศึกษาโครงสร้างสังคมพืช โดยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ ความหนาแน่น พื้นที่หน้าตัดดัชนีความสำคัญทางนิเวศ (important value index: IVI) และดัชนีความหลากหลาย (Shannon-Wiener index)

4. ศึกษาพลวัตสังคมพืช โดยวิเคราะห์หาอัตราการตาย (mortality rate) (Lieberman and Lieberman, 1987) อัตราการโตข้ามชั้น (ingrowth rate) และความเพิ่มพูนทางเส้นผ่านศูนย์กลาง ดังนี้

$$\text{อัตราการตาย} = \left(\frac{\ln N_0 - \ln N_t}{t} \right) \times 100$$

เมื่อ N_0 = จำนวนต้นไม้เมื่อเริ่มสำรวจ

N_t = จำนวนต้นไม้ที่รอดตายเมื่อสำรวจซ้ำ

t = จำนวนปีที่ทำการวัดซ้ำ

อัตราการโตข้ามชั้น (%)

$$= \frac{\text{จำนวนไม้ที่โตข้ามชั้นทั้งหมด}}{\text{จำนวนไม้ทั้งหมดเมื่อเริ่มทำการศึกษา}} \times 100$$

จำนวนไม้ทั้งหมดเมื่อเริ่มทำการศึกษา

ความเพิ่มพูนทางเส้นผ่านศูนย์กลาง

ความเพิ่มพูนระยะคาบ (%)

$$= \left(\frac{dbh_2 - dbh_1}{dbh_1} \right) \times 100$$

ความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปี (%)

$$= \left(\frac{dbh_2 - dbh_1}{n \times dbh_1} \right) \times 100$$

เมื่อ dbh_1 และ dbh_2 = ขนาดเส้นผ่าน

ศูนย์กลางเพียงอกของต้นไม้เมื่อเริ่มต้นทำการศึกษา (t_1)

และช่วงเวลาที่ติดตาม (t_2)

n = ระยะเวลาที่ทำการศึกษา (ปี)

5. ศึกษามวลชีวภาพของต้นไม้ในป่าผลัดใบ
ตามสมการแอลโลเมตรีของ Ogawa et al. (1965)

$$Ws = 0.0396 (D^2H)^{0.9326}$$

$$Wb = 0.003487 (D^2H)^{1.027}$$

$$Wl = (28.0/WTC + 0.025)^{-1}$$

$$WTC = Ws + Wb$$

$$Wr = 0.0264 (D^2H)^{0.775}$$

เมื่อ Ws = มวลชีวภาพของลำต้น (กิโลกรัม/เฮกเตอร์)

Wb = มวลชีวภาพของกิ่ง (กิโลกรัม/เฮกเตอร์)

Wl = มวลชีวภาพของใบ (กิโลกรัม/เฮกเตอร์)

WTC = มวลชีวภาพของลำต้นและกิ่ง (กิโลกรัม/เฮกเตอร์)

Wr = มวลชีวภาพของราก (กิโลกรัม/เฮกเตอร์)

D = เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงออก (เซนติเมตร)

H = ความสูงของต้นไม้ (เมตร)

6. ศึกษาการสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพของ
ไม้ต้น และซากพืช โดยวิเคราะห์จากความเข้มข้นเฉลี่ย
ของคาร์บอนในเนื้อเยื่อพืชส่วนที่เป็นลำต้น กิ่ง ใบและ
ราก มีค่าเท่ากับร้อยละ 49.9, 48.7, 48.3 และ 48.2
ตามลำดับ (Tsutsumi et al., 1983)

7. ศึกษาการสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพของ
ซากพืช โดยวิเคราะห์จากความเข้มข้นเฉลี่ยของคาร์บอน
ในเนื้อเยื่อพืช โดยสูตรในการคำนวณการกักเก็บ
คาร์บอน (ตัน/เฮกเตอร์) = มวลชีวภาพ (ตัน/เฮกเตอร์) x
ความเข้มข้นของคาร์บอน (ร้อยละ) และจากรายงานของ
IPCC (2008) เสนอว่ากรณีที่ไม่มีทราบค่าความเข้มข้นของ
คาร์บอนสามารถใช้ค่ากลาง (default value) ได้โดยมีค่า
เท่ากับ 0.47 หรือร้อยละ 47 ของน้ำหนักแห้ง

ผลและวิจารณ์

1. โครงสร้างและองค์ประกอบพรรณไม้ป่าเต็งรังผสมสน

ผลการศึกษาโครงสร้างและองค์ประกอบ
พรรณไม้ป่าเต็งรังผสมสน ระหว่างปีพ.ศ. 2555 ถึง
พ.ศ. 2560 ได้ผลดังนี้ (Table 1)

1.1 ความหลากหลายชนิดพรรณไม้ ในปี พ.ศ. 2555
พบพรรณไม้ทั้งหมด 39 ชนิด 18 วงศ์ และในปี พ.ศ.
2560 พบ 40 ชนิด 19 วงศ์ โดยพบเพิ่มขึ้น 1 ชนิด ได้แก่
เน่าใน (*Ilex umbellulata*) และยังพบวงศ์ก่อ
(FAGACEAE) และวงศ์ยาง (DIPTEROCAPACEAE)
เป็นวงศ์ไม้เด่น เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาป่าเต็งรัง
บริเวณสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ของ
Faculty of Science (2011) พบว่ามีจำนวนชนิดพรรณ
น้อยกว่า คือ 75 ชนิด 34 วงศ์ และมากกว่ารายงานของ
Khamyong and Manajuti.(1997) ในสังคมที่มีไม้พลวง
และไม้เหียงเป็นพรรณไม้เด่น คือ 34 ชนิด 22 วงศ์ และ
29 ชนิด 19 วงศ์ตามลำดับ

1.2 ความหนาแน่น และพื้นที่หน้าตัด ในปี พ.ศ.
2555 มีความหนาแน่น 398 ต้น/เฮกเตอร์ และมี
พื้นที่หน้าตัด 22.35 ตารางเมตร สำหรับในปี พ.ศ. 2560
มีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นเป็น 423 ต้น/เฮกเตอร์ มี
พื้นที่หน้าตัดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เท่ากับ 23.87 ตารางเมตร
ซึ่งพบรัง (*Shorea siamensis* Miq.) และ ก่อ หุยม
(*Castanopsis argyrophylla* King ex Hook. f.) มากที่สุด
โดยมีความหนาแน่นมากกว่ารายงานของ
Khamyong and Manajuti.(1997) ที่มีเหียงเป็นไม้เด่น
เท่ากับ 384.38 ต้นต่อเฮกเตอร์ แต่มีความหนาแน่นน้อยกว่า
สังคมที่มีพลวงเป็นไม้เด่น ทั้งจากรายงานของ
Khamyong and Manajuti.(1997) และ Faculty of Science
(2011) ที่พบความหนาแน่นเท่ากับ 959.38 และ 1,115
ต้นต่อเฮกเตอร์ ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าการศึกษารัง
นี้มีพื้นที่หน้าตัดของต้นไม้ทั้งหมดน้อยกว่ารายงานของ
Faculty of Science (2011) ที่พบสูงถึง 24.84 ตารางเมตร
ต่อเฮกเตอร์ แต่มีพื้นที่หน้าตัดสูงกว่ารายงานของ
Khamyong and Manajuti.(1997) ในหมู่ไม้ที่มีเหียงและ
พลวงเป็นไม้เด่น (20.14 และ 17.29 ตารางเมตรต่อเฮก
เตอร์ ตามลำดับ)

Table 1 Quantitative characteristics of tree in Pine - deciduous dipterocarp forest

Quantitative characteristic	2012	2017
Species	39	40
Families	18	19
Density (individual/ha)	398	423
Basal area (m ²)	22.35	23.87
Shannon-Wiener Index	3.06	3.08

1.3 ค่าดัชนีความสำคัญทางนิเวศ (IVI) พบว่าทั้งในปี พ.ศ. 2555 และ 2560 มีพรรณไม้ดัชนี 5 อันดับแรกเหมือนกัน ได้แก่ รัง (S. siamensis Miq.) ก่อหลุม (C. argyrophylla King ex Hook. f.) เหียง (Dipterocarpus obtusifolius Teijsm. ex Miq.) สนสามใบ (Pinus kesiya Royle ex Gordon.) และ ก่อหัวหมู (Lithocarpus polystachyus (Wall. ex A. DC.) Rehder)

1.4 ค่าดัชนีความหลากหลายชนิด Shannon-Wiener Index ในรอบ 5 ปี มีค่าความหลากหลายชนิดเพิ่มขึ้นเล็กน้อยคือ ในปี พ.ศ. 2555 มีค่าเท่ากับ 3.06 สำหรับปี พ.ศ. 2560 มีค่า 3.08 ซึ่งมีความหลากหลายชนิดน้อยกว่ารายงานของ Khamyong and Manajuti.(1997) ทั้งสังคมที่มีไม้พลวงและเหียงเป็นไม้เด่น คือ 3.70 และ 3.67 ตามลำดับ แต่มีความหลากหลายใกล้เคียงกับ Nuipakdee (1992) ในทุกระดับความสูง ได้แก่ 900, 700, 1,000 และ 800 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล เท่ากับ 3.07, 3.06, 2.95 และ 2.74 ตามลำดับ

2. พลวัตป่าเต็งรังผสมสน

เมื่อพิจารณาพลวัตป่าเต็งรังผสมสน จากค่าอัตราการตาย อัตราการโตข้ามชั้น และความเพิ่มพูนของต้นไม้ในช่วงระยะเวลา 5 ปี พบว่ามีจำนวนต้นไม้ตาย 14 ต้นกระจายอยู่ในทุกช่วงชั้นเส้นรอบวงเพียงอก โดยพบมากที่สุดในระดับของต้นไม้ที่มีขนาดลำต้น 50-100

เซนติเมตร (ร้อยละ 35.71 ของจำนวนต้นไม้ทั้งหมด) รองลงมา ได้แก่ ขนาดลำต้น 30-50, 14-30 และ > 100 เซนติเมตร หรือเท่ากับร้อยละ 28.57, 21.43 และ 14.29 ของจำนวนต้นไม้ทั้งหมดตามลำดับ และมีต้นไม้ที่โตข้ามชั้น 39 ต้น ซึ่งมีขนาดลำต้น 14-30 เซนติเมตร ร้อยละ 100 (Table 2) โดยมีอัตราการตายร้อยละ 3.52 และมีอัตราการโตข้ามชั้นร้อยละ 9.80 รวมทั้งมีความเพิ่มพูนทางเส้นผ่านศูนย์กลาง ในระยะเวลา 5 ปี ร้อยละ 5.75 และมีความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปี ร้อยละ 1.15 แสดงว่าต้นไม้มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยร้อยละ 1.15 ต่อปี จากตารางเห็นได้ว่าต้นไม้ตายส่วนใหญ่เป็นต้นไม้ขนาดเล็กค่อนข้างใหญ่ เนื่องจากโดนเงาต้นไม้โดยเฉพาะสามใบ เพื่อเอาน้ำยางไปใช้ประโยชน์

3. การสะสมมวลชีวภาพและศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพป่าเต็งรังผสมสน

3.1 การสะสมมวลชีวภาพ

การศึกษารายนี้ ได้ทำการศึกษามวลชีวภาพป่าไม้ใน 3 ส่วน ได้แก่ มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน มวลชีวภาพใต้ดิน และมีการศึกษาในส่วนของซากพืชเพิ่มเติมขึ้นในปี พ.ศ. 2560 พบว่า ในปี พ.ศ. 2555 มีปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน และใต้ดินทั้งหมด 138.59 ตัน/เฮกเตอร์ และในปี พ.ศ. 2560 มีมวลชีวภาพ 157.06 ตัน/เฮกเตอร์ พบว่ามีการสะสมมวลชีวภาพในสังคมพืชนี้เพิ่มขึ้น 18.47 ตัน/เฮกเตอร์ คิดเป็น 3.69 ตัน/เฮกเตอร์/ปี โดยพบว่ามีมวลชีวภาพในส่วนของลำต้น กิ่ง ใบ และรากเพิ่มขึ้น 13.30, 3.63, 0.17 และ 1.38 ตัน/เฮกเตอร์ ตามลำดับ (Table 3) ขณะที่มวลชีวภาพซากพืชในปี พ.ศ. 2560 พบว่ามีปริมาณ 32.99 ตัน/เฮกเตอร์ โดยพบในส่วนใบ 5.38 ตัน/เฮกเตอร์ กิ่ง 1.08 ตัน/เฮกเตอร์ ดอก 0.53 ตัน/เฮกเตอร์ และผลและเมล็ด 0.26 ตัน/เฮกเตอร์ (Table 4) ซึ่งปริมาณซากพืชในการศึกษารายนี้มีปริมาณมากกว่าปริมาณซากพืชในอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน (Sontaya et al., 2004) ในป่าเบญจพรรณปฐมภูมิ ป่าเบญจพรรณหุบภูมิ ป่าดิบเขาปฐมภูมิ และป่าดิบเขาหุบภูมิ เท่ากับ 7.992, 7.658, 8.623 และ 10.835 ตัน/เฮกเตอร์ ตามลำดับ และป่าดิบชื้น

ในป่าชุมชนหนองหิน (Kiriratnikom *et al.*, 2016) เท่ากับ 10.18 ตัน/เฮกเตอร์ ทั้งนี้ปริมาณซากพืชที่แตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะสภาพภูมิอากาศ และชนิดพืชที่ปรากฏ เมื่อศึกษามวลชีวภาพทั้ง 3 ส่วน พบว่าสังคมป่าเต็งรังผสมสนมีมวลชีวภาพรวม 190.05 ตัน/เฮกเตอร์

3.2 ศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ในปี พ.ศ. 2555 มีปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและใต้ดินทั้งหมด 68.61 ตันคาร์บอน/เฮกเตอร์ และในปี พ.ศ. 2560 มีการสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพ 77.76 ตันคาร์บอน/เฮกเตอร์ พบว่ามีการสะสมมวลชีวภาพเพิ่มขึ้น 9.15 ตันคาร์บอน/เฮกเตอร์ คิดเป็น 0.76 ตันคาร์บอน/เฮกเตอร์/ปี (Table 5) ซึ่งมีปริมาณคาร์บอนในมวลชีวภาพมากกว่าเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าแม่ น้ำภาชี จังหวัดราชบุรี (Phetchaburi National Park Research and Innovation Center, 2017) และวนอุทยานไม้กลายเป็นหิน (Pachanida, 2011) เท่ากับ 44.50 และ 23.78 ตันคาร์บอน/เฮกเตอร์ เนื่องจากต้นไม้ที่พบในการศึกษาครั้งนี้อาจมีขนาดใหญ่กว่า ทำให้มีมวลชีวภาพมากขึ้นตามไปด้วย

Table 2 Number of tree of dead and ingrowth with different girth breast height (GBH) classes in Pine - deciduous dipterocarp forest in 2017.

GBH (cm)	14-30	30-50	50-100	>100	Total
Dead	3 (21.43%)	4 (28.57%)	5 (35.71%)	2 (14.29%)	14 (100%)
Ingrowth	39 (100%)	0	0	0	39 (100%)

Table 3 Biomass in the part of tree in Pine - deciduous dipterocarp forest

year	Biomass (ton/hectare)				
	stem	branch	leaf	root	total
2012	99.48	23.70	2.37	13.03	138.59
2017	112.78	27.33	2.54	14.41	157.06
Change	+13.30	+3.63	+0.17	+1.38	+18.47

Table 4 Carbon storage in the part of litter in Pine - deciduous dipterocarp forest in 2017

Part of litter	Biomass (ton/ha)	Carbon concentrate (%)	Carbon storage (tCarbon/ha)
Leaf	5.38	48.00	2.58
Branch	1.08	48.00	0.52
Flower	0.53	45.40	0.24
Fruit and seed	0.26	46.60	0.12
Total	32.99	-	3.46

Table 5 Carbon storage in the part of tree in Pine - deciduous dipterocarp forest

year	Carbon storage (ton/hectare)				
	stem	branch	leaf	root	total
2012	49.64	11.54	1.14	6.28	68.61
2017	56.28	13.31	1.23	6.94	77.76
Change	+ 6.64	+ 1.77	+0.09	+0.66	+9.15

สำหรับปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในซากพืช ในปี พ.ศ. 2560 เท่ากับ 3.46 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์ โดยพบในส่วนใบ 2.58 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์ กิ่ง 0.52 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์ ดอก 0.24 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์ และผลและเมล็ด 0.12 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์ ซึ่งมีความเข้มข้นของคาร์บอนที่ได้จากการวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการในส่วนของใบ ร้อยละ 48.00 กิ่ง ร้อยละ 48.00 ดอก ร้อยละ 45.40 และผลและเมล็ด ร้อยละ 46.60 (Table 4) เมื่อศึกษาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในทั้ง 3 ส่วน พบว่ามีปริมาณการกักเก็บคาร์บอน 81.22 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์ สำหรับปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่ามีความสามารถในการดูดซับ 297.82 ตันคาร์บอนไดออกไซด์/เฮกแตร์ (Table 6)

Table 6 Carbon storage and CO₂ absorption in Pine - deciduous dipterocarp forest in 2017

	Biomass	Carbon	CO₂
	(ton/ha)	storage	absorption
		(tCarbon/ha)	(tCO₂/ha)
Aboveground	142.65	70.82	259.67
Belowground	14.41	6.94	25.45
Litter	32.99	3.46	12.70
Total	190.05	81.22	297.82

ผลการศึกษา พบว่าสังคมพืชป่าเต็งรังผสมสนในส่วนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่ มีศักยภาพในการเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอน (carbon sink) โดยในปี พ.ศ. 2560 ทั้งสิ้น 81.22 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์ โดยอยู่ในส่วนของมวลชีวภาพไม้ต้น 77.76 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์ และในซากพืช 3.46 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์ (Table 6) เมื่อศึกษาความเปลี่ยนแปลงของมวลชีวภาพของไม้ต้นในรอบ 5 ปี พบว่าสังคมพืชนี้ มีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เนื่องจากการสูญเสียต้นไม้ขนาดใหญ่ไปบ้าง จากการถูกลักลอบเผาเพื่อเอาน้ำยางและถูกตัดฟัน รวมทั้งการสูญเสียต้นไม้ขนาดเล็กจากไฟป่า แต่ขณะเดียวกันก็มีไม้

โตข้ามชั้นเพิ่มขึ้นมาพอสมควร จึงทำให้มีมวลชีวภาพในรอบ 5 ปีมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Pornleesangsuwan *et al.* (2018) ซึ่งมีค่าการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพในสังคมป่าเต็งรังที่มีไฟป่าบริเวณสถานีวิจัยวนวัฒนอินทิล จังหวัดเชียงใหม่ ในช่วง 6 ปี เพิ่มขึ้น 2.38 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์ คิดเป็น 0.40 ตัน/เฮกแตร์/ปี โดยมีการกักเก็บคาร์บอนในปี พ.ศ. 2553 และ 2559 เท่ากับ 52.64 และ 55.03 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์ และป่าเต็งรังบริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงใหม่ (Khamyong *et al.*, 1994) ในรอบ 12 ปี ซึ่งค่าคาร์บอนสะสมในมวลชีวภาพเพิ่มขึ้น 5.56 เมกกะกรัม/ไร่ (34.75 ตัน/เฮกแตร์) โดยมีการกักเก็บคาร์บอนในปี พ.ศ. 2543 และ 2555 เท่ากับ 11.27 และ 16.83 เมกกะกรัม/ไร่ จะเห็นได้ว่า การที่ต้นไม้ที่มีขนาดใหญ่ซึ่งมีมวลชีวภาพมาก จึงมีความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนไว้ในเนื้อเยื่อของต้นไม้ไว้ได้สูง ป่าไม้จึงเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนที่สำคัญ หากป่าไม้ถูกทำลายไม่ว่าจะจากภัยธรรมชาติ หรือผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ จะส่งผลให้สังคมพืชนั้น ๆ มีความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนลดลง และกลายเป็นแหล่งปลดปล่อยคาร์บอนแทน อันส่งผลให้เกิดภาวะโลกร้อนเพิ่มขึ้น จึงควรช่วยกันอนุรักษ์ป่าไม้ และต้นไม้ขนาดใหญ่ให้คงอยู่ รวมทั้งส่งเสริมให้มีการปลูกเพิ่มขึ้น เพื่อช่วยในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อันเป็นการสำคัญของก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้น

สรุปผล

การศึกษาพลวัต และการกักเก็บคาร์บอนของป่าเต็งรังผสมสน บริเวณสวนพฤกษศาสตร์ สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่ ในรอบ 5 ปี มีการเปลี่ยนแปลงของสังคมพืชเพียงเล็กน้อย ทั้งจำนวนชนิดพันธุ์ ความหนาแน่น พื้นที่หน้าตัด และความหลากหลายชนิด โดยมีอัตราการโตข้ามชั้น ร้อยละ 9.80 และอัตราการตายร้อยละ 3.52 ขณะที่ต้นไม้มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยร้อยละ 1.15 ต่อปี

การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของไม้ต้นเพิ่มขึ้นเมื่อไม้มีขนาดความโตเพิ่มมากขึ้น โดยมีค่าเท่ากับ 68.61 และ 81.22 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์ ในปี พ.ศ. 2555 และ พ.ศ. 2560 ตามลำดับ โดยส่วนของมวลชีวภาพของไม้ต้นและซากพืช มีค่าเท่ากับ 77.76 และ 3.46 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์ ตามลำดับ แสดงให้เห็นได้ว่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของไม้ต้นในรอบ 5 ปี มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างไรก็ตาม มวลชีวภาพของไม้อาจลดลงในอนาคตเนื่องจากต้นไม้เริ่มถูกทำลายจากกิจกรรมของมนุษย์และภัยธรรมชาติ หากยังมีการทำลายป่าอย่างต่อเนื่องป่าไม้จะกลายเป็นแหล่งปลดปล่อยคาร์บอนแทน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ดร. อำไพ พรดีแสงสุวรรณ ที่ให้คำแนะนำในการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ และเจ้าหน้าที่สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ ที่ช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลภาคสนาม การศึกษานี้ได้รับทุนสนับสนุนจากองค์การสวนพฤกษศาสตร์ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

เอกสารอ้างอิง

- Faculty of Science. 2011. **Evaluated value of mixed deciduous forest and deciduous dipterocarp forest at Queen Sirikit Botanic Garden, Chiang Mai Province.** Chulalongkorn University, Bangkok. (In Thai)
- IPCC. 2008. **2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories – A primer.** Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds), IGES, Japan.
- Khamyong, S. and D. Manajuti. 1997. **Soil properties study at Queen Sirikit Botanic Garden, Chiang Mai Province.** Chiang Mai University, Chiang Mai province. (In Thai)
- Khamyong, S., P. Suphap, and N. Anongrak. 1994. **Changes in Plant Communities and Carbon**

Storages in a Deciduous Forest at Huai Hong Krai Royal Development Study Center, Doi Saket District, Chiang Mai Province. pp. 119-202. In Proceedings on 3rd Conference of Thai Forest Ecological Research Network, 23-24 January 1994. Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok.

- Kiriratnikom, A., S. Kiriratnikom and T. Sumpunthamit. 2016. Litter Decomposition and Nutrient Release in Ban Nong-Tin Community Forest, Phapayom District, Phatthalung Province. **Thaksin University Journal** 19 (2): 33-41. (In Thai)
- Nuipakdee, W. 1999. **Change of deciduous dipterocarp forest structure along the altitudinal gradient Queen Sirikit Botanic Garden, Chiangmai province.** Master Thesis. Chulalongkorn University, Bangkok. (In Thai)
- Ogawa, H., K. Yoda, K. Ogino, and T. Kira. 1965. Comparative ecological study on three main types of forest vegetation in Thailand. II. Plant biomass. **Nature and Life in Southeast Asia** 4: 49-80.
- Patchanida, W. 2011. **Assessment of plant species diversity, forest condition and carbon stocks in dry dipterocarp forest ecosystem on granitic rock at Petrified Wood Forest Park, Ban Tak District, Tak Province.** Master Thesis. Chiang Mai University, Chiang Mai province. (In Thai)
- Phetchaburi National Park Research and Innovation Center. 2017. Permanent plot project for monitoring the effect of climate changes on the Kaengkrajan Forest Complex Ecosystem:

**Permanent plot in Deciduous Dipterocarp
Forest at Maenam Phachi Wildlife
Sanctuary, Ratchaburi province.**

Department of National Park, Wildlife and
Plant Conservation, Bangkok. (In Thai)

Pornleesangsuwan, A., S. Nongnuang and W. Chambai.

2018. Monitoring Plant Species Diversity,
Carbon Storages and Soil Moisture in Dry
Dipterocarp Forest With and Without Fires at
Intakin Silvicultural Research Station, Chiang
Mai Province. pp. 275-286. **In Proceedings
on Annual Forestry Conference. 5-7
September 2018. Department of National
Park, Wildlife and Plant Conservation,
Bangkok.** (In Thai)

Santisuk, T. 2012. 2555. Forest in Thailand 3rd edition.

Forest Herbarium Division. Department of
National Park, Wildlife and Plant
**Conservation. National Religion
Publishing, Bangkok.** (In Thai)

Sontaya, J. and N. Gajasen. 2004. Assessment of
carbon sequestration, litter production and
litter decomposition in Kaeng Krachan
National Park, Thailand. **In Proceedings on
Conference of Climate Changes: Forest and
Climate Changes.** 16-17 August 2004.
Maruay Garden Hotel, Bangkok. (In Thai)

Tsutsumi, T., K. Yoda, P. Sahunalu, P. Dhammanonda
and B. Prachaiyo. 1983. Forest: burning and
regeneration. *In* K. Kyuma and C. Pairintra
(eds.) **Shifting cultivation, an experiment at
Nam phrom, Northeast Thailand, and its
implications for upland farming in the
monsoon tropics.** A report of a cooperative
research between Thai-Japanese universities.

ความหลากหลายทางชนิดพันธุ์และนิเวศวิทยาของเห็ดป่ากินได้ในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านบุญแจ่ม จังหวัดแพร่
Species diversity and ecology of edible wild-mushroom at Ban Boonjam community forest, Phrae Province

สุจิตรา โกศล^{1*} สุนารี วังลึก¹ ธนภักษ์ อินชอด¹ ธนภัทร เต็มอารมณ์¹ วรรณ มั่งกิตะ² และ ธนากร ถักรัตนะสุวรรณ²

รับต้นฉบับ: 24 มกราคม 2562

ฉบับแก้ไข: 15 มีนาคม 2562

รับลงพิมพ์: 23 มีนาคม 2562

ABSTRACT

Edible wild-mushrooms are a source of food and income for many local Thai people living around natural forest area but little is known about the environment factors enhancing their productivity. The objectives of this study, therefore, were (1) to explore species diversity of edible wild-mushroom (2) to measure and analyze environmental factors enhancing mushroom fruiting body yield and (3) to study edible wild-mushroom ecology. For exploration, 10 permanent sampling plots (plot size 40 x 40 m²) were established in dry dipterocarp forest and mixed deciduous forest at Ban Boonjam community forest, Rongkwang District, Phrae Province. Mushrooms were surveyed and soils were sampled. Meteorological instrumentation (real-time record) has been set up on study area since April 2017. The results showed that 9 genus 16 species of edible wild-mushrooms were found. The dominant species were identified in genus *Russula* such as *R. luteotacta*, *R. cyanoxantha*, *R. alboareolata*. Seventy-five percent of edible mushroom species were classified as mycorrhizal mushroom. They were found in dry dipterocarp forest only where *Shorea obtusa*, *S. siamensis* and *Dipterocarpus tuberculatus* were mushroom's hosted plants. All mushroom fruiting bodies were found in rainy season (a month after heavy rain; monthly rainfall greater than 90 mm.), soil moisture between 11.5-13.5 % and soil pH ranged from 5.0 to 7.0. This study adds to a better understanding of the natural production of edible wild-mushrooms in area and serves as baseline for the future years of studying these sites and could be applied for other areas in the future.

Key words: Mycorrhizal mushroom, Edible wild-mushroom, Species diversity, Mushroom ecology, Community forest

¹ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ปทุมธานี 12120

² มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติแพร่ 54140

*Corresponding author: E-mail: sujitra@tistr.or.th

บทคัดย่อ

เห็ดป่ากินได้นับว่าเป็นแหล่งอาหารและสร้างรายได้ที่สำคัญสำหรับคนในชุมชนที่อาศัยอยู่ใกล้กับพื้นที่ป่าไม้ธรรมชาติ แต่การศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่อาจจะส่งผลต่อการเกิดดอกและเพิ่มผลผลิตของเห็ดและพืชป่าในประเทศไทยยังมีรายงานการวิจัยน้อยมาก การวิจัยของ โครงการจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) สำรวจความหลากหลายของเห็ดป่ากินได้ (2) ตรวจวัดและวิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเกิดเห็ดและพืชป่ากินได้ (3) ศึกษาลักษณะทางนิเวศวิทยาของเห็ดป่ากินได้ การวิจัยได้วางแผนทดลองถาวร (ขนาด 40x40 ตารางเมตร) จำนวน 10 แปลง กระจายในพื้นที่ป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านบุญแจ่ม อ.ร้องกวาง จ.แพร่ ใช้สำหรับสำรวจชนิดและศึกษานิเวศวิทยาของเห็ด ศึกษาวิเคราะห์คุณสมบัติของดิน รวมทั้งติดตั้งชุดอุปกรณ์สำหรับเก็บบันทึกข้อมูลอุณหภูมิอากาศ ตั้งแต่เมษายน พ.ศ. 2560-สิงหาคม 2561 ผลการศึกษาพบเห็ดกินได้จำนวน 9 สกุล 16 ชนิด เห็ดที่พบส่วนใหญ่ จัดอยู่ในสกุล *Russula* เช่น เห็ดน้ำหมาก เห็ดหน้าม้อย เห็ดน้ำแป้ง โดยร้อยละ 75 ของเห็ดกินได้ จัดเป็นเห็ดไมคอร์ไรซา พบเฉพาะในป่าเต็งรัง ซึ่งมีไม้วงศ์ยาง (Dipterocarpaceae) ได้แก่เต็งรัง และยางพลวง เป็นชนิดพรรณไม้ที่เห็ดไมคอร์ไรซาเจริญอยู่กับรากฝอยของต้นไม้แบบพึ่งพากัน สำหรับปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการเกิดดอกของเห็ด พบว่า เห็ดป่ากินได้ที่พบทั้งหมดเกิดดอกในช่วงฤดูฝน (ประมาณ 1 เดือน หลังจากฝนตกหนัก) ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนรายเดือน มากกว่า 90 มิลลิเมตร) ปริมาณความชื้นในดิน อยู่ในช่วงร้อยละ 11.5-13.5 ระดับความเป็นกรด-เบสของดินอยู่ในช่วงระหว่าง 5.0 - 7.0 ผลการศึกษาที่ได้ช่วยเติมเต็มองค์ความรู้เกี่ยวกับการเกิดดอกของเห็ดป่าตามธรรมชาติและเป็นฐานข้อมูลสนับสนุนการศึกษาในเขตพื้นที่นี้และประยุกต์ใช้ในพื้นที่อื่นๆ ได้ต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ: เห็ดไมคอร์ไรซา เห็ดป่ากินได้ ความหลากหลายชนิด นิเวศวิทยาของเห็ดป่าชุมชน

บทนำ

พื้นที่ป่าไม้รวมทั้งป่าชุมชน เป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญต่อวิถีชีวิตของประชาชนอย่างมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในสังคมชนบท เนื่องจากชาวบ้านอาศัยพื้นที่ป่า/ป่าชุมชนในการเก็บหาอาหาร เช่น เห็ดป่า และ พืชผักที่เจริญในป่า ทั้งนี้เพื่อบริโภคในครัวเรือนและถ้าหากเก็บได้ปริมาณมากก็จะนำไปขายเพื่อสร้างรายได้ซึ่งการพึ่งพาอาศัยป่าไม้/ป่าชุมชนของประชาชนในลักษณะเช่นนี้ปรากฏสืบทอดมาเป็นเวลายาวนานตั้งแต่บรรพบุรุษจากรายงานการสำรวจเห็ดป่ากินได้ สามารถสรุปได้ว่าเห็ดป่ากินได้ส่วนใหญ่เป็นเห็ดไมคอร์ไรซา (สุจิตรา และคณะ 2549, กิตติมา และคณะ 2551, กรมป่าไม้ 2556) ซึ่งยังไม่สามารถเพาะได้ในระบบโรงเรือน (ก้อนเชื้อเห็ด) ทั้งนี้เนื่องจากเห็ดไมคอร์ไรซา (Mycorrhiza) เป็นกลุ่มเห็ดที่มีความสัมพันธ์กับรากพืชในลักษณะเกื้อกูลซึ่งกันและกัน (Symbiotic) โดยต้นไม้จะผลิตแป้ง น้ำตาล โปรตีน และวิตามินต่าง ๆ ซึ่งเส้นใยของเห็ดไมคอร์ไรซาที่เจริญล้อมรอบอยู่ที่ส่วนรากของพืชสามารถดูดซับไปใช้ประโยชน์สำหรับการเจริญเติบโตได้ ในขณะที่เห็ดไม

คอร์ไรซาจะสามารถดูดซับและเก็บกักน้ำ ธาตุอาหาร และแร่ธาตุต่างๆ ได้มากและพืชสามารถดูดซับไปใช้ประโยชน์ได้ (Babita *et al.* 2016, Norris 2018) เห็ดไมคอร์ไรซาหลากหลายชนิดเช่น เห็ดเผาะ (*Astraeus hygrometricus*) เห็ดระโงก (*Amanita* spp.) และเห็ดตะไคล (*Russula delica*) เป็นเห็ดที่นิยมบริโภคและสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจอย่างมหาศาล โดยเฉพาะอย่างยิ่งเศรษฐกิจในระดับชุมชนท้องถิ่น ในพื้นที่ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ทั้งนี้ เนื่องจากเป็นกลุ่มเห็ดที่ออกดอกตามธรรมชาติ มีรสชาติอร่อย และสามารถหาพบได้เฉพาะฤดูกาลที่ฝนตกเท่านั้น โดยราคาของเห็ดระโงก เห็ดตะไคล เห็ดด่าน เห็ดน้ำหมาก ราคา กิโลกรัมละ 150-400 บาท เห็ดเผาะ ราคา กิโลกรัมละ 250-700 บาท ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับช่วงเวลา ซึ่งเห็ดที่ออกใหม่ๆ ช่วงต้นฤดูฝนจะมีราคาสูง (ข้อมูลจากการสอบถามชาวบ้านที่ขายเห็ด ในพื้นที่ภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ)

ปัจจุบันประชาชนให้ความสนใจที่จะเพาะเห็ดป่าร่วมกับการปลูกต้นไม้มากขึ้น โดยเกษตรกรทั่วทุก

ภูมิภาค ต้องการเชื้อเห็ดป่าไมคอร์ไรซาเหล่านี้ใส่ลงในกล้าไม้ (ไม้วงศ์ยาง) เพื่อให้ต้นไม้แข็งแรง เจริญเติบโตดี และคาดหวังว่าจะได้ผลผลิตจากป่าที่ปลูกตามมา คือ ดอกเห็ดที่สามารถนำไปบริโภคและขายเป็นสินค้าได้ในอนาคต แต่อย่างไรก็ตาม เกษตรกรก็ยังไม่มีความรู้ที่จะหาเชื้อเห็ดที่มีคุณภาพได้นอกจากในช่วงฤดูฝนที่เห็ดป่าเหล่านี้ออกดอก หรือแม้กระทั่งหน่วยงานภาครัฐ หรือองค์กรด้านวิจัยก็ยังไม่มีความรู้เพื่อให้บริการแก่เกษตรกรที่ต้องการได้อย่างพอเพียง ดังนั้น ณ ปัจจุบันวิธีการที่เกษตรกรปฏิบัติได้ คือ การนำดอกเห็ดซึ่งจะมีเฉพาะฤดูกาล มาปั้นเพื่อเอาไปปราดลงในกล้าไม้ ซึ่งวิธีการนี้ต้องใช้ดอกเห็ดในปริมาณมาก ส่งผลให้ปริมาณดอกเห็ดสำหรับนำมาทำเชื้อเห็ดด้วยวิธีดังกล่าวนี้ไม่เพียงพอความต้องการ ด้วยเหตุผล ความสำคัญ และปัญหาดังกล่าวข้างต้น จึงได้เกิดแนวความคิดที่จะดำเนินโครงการการวิจัย ความหลากหลายทางชนิดพันธุ์และนิเวศวิทยาของเห็ดป่ากินได้ในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านบุญแจ่ม จังหวัดแพร่ ซึ่งการวิจัยนี้ทำให้ได้ข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญยิ่ง สำหรับการวิจัยต่อยอดในการพัฒนาเทคโนโลยีการเพาะเห็ดป่าไมคอร์ไรซาต่อไปในอนาคต โดยวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย มีดังนี้ (1) สำรวจความหลากหลายของเห็ดป่ากินได้ (ชนิด ปริมาณ การกระจาย) ในพื้นที่ป่าชุมชน บ้านบุญแจ่ม อ.ร้องกวาง จ.แพร่ (2) ตรวจวัดและวิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเกิดเห็ดป่ากินได้ (3) ศึกษา วิเคราะห์ลักษณะทางนิเวศวิทยาของเห็ดป่ากินได้

อุปกรณ์และวิธีการ

การดำเนินการวิจัยโครงการใช้พื้นที่ป่าชุมชนบ้านบุญแจ่ม ต.น้ำเลา อ.ร้องกวาง จ.แพร่ สำหรับดำเนินการสำรวจและเก็บข้อมูลในภาคสนาม ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดำเนินการที่ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย โดยขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัยมีดังนี้

1. การวางแผนแปลงตัวอย่างแบบถาวร ได้ทำวางแผนสำรวจขนาด 40 x 40 ตารางเมตร (1 ไร่) จำนวน 10 แปลง

กระจายครอบคลุมทุกประเภทป่าในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านบุญแจ่ม (ป่าเต็ง รัง ป่าเบญจพรรณ และป่าไผ่) เพื่อใช้เป็นพื้นที่ตัวแทน สำหรับสำรวจ เห็ดป่ากินได้ ทรัพยากรป่าไม้ และสำหรับเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติของดิน

2. การสำรวจเห็ดป่ากินได้ ดำเนินการสำรวจชนิดและปริมาณเห็ดกินได้โดยการเดินสำรวจในแปลงทดลอง ทั้ง 10 แปลง เป็นประจำทุกเดือน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2560-สิงหาคม 2561 เห็ดที่พบจากการสำรวจแต่ละครั้ง ได้บันทึกภาพ บันทึกลักษณะของเห็ด รวมทั้งเก็บตัวอย่างเห็ดเพื่อนำมาจัดจำแนกที่ละเอียดในห้องปฏิบัติการ ซึ่งการจัดจำแนกได้อ้างอิงตามหนังสือสำหรับการจัดจำแนกเห็ดหลายแหล่ง เช่น เกษม (2537) อนงค์ และคณะ (2551) ราชบัณฑิตยสถาน (2539) Lamaison และ Polese (2005) เป็นต้น เห็ดที่สำรวจพบแต่ละชนิด ได้นับปริมาณดอกเห็ด (จำนวน ดอก) พร้อมทั้งได้ทำการตรวจวัดสภาพแวดล้อมบริเวณที่เห็ดเจริญออกดอก ได้แก่ อุณหภูมิดิน ความชื้นดิน ความเป็นกรด-เบส (pH) ของดิน และระดับแสงแดด โดยใช้อุปกรณ์ iTuin 4 in 1 และบันทึกชนิดต้นไม้ที่อยู่บริเวณใกล้เคียงเห็ดที่สำรวจพบ ซึ่งลักษณะการวางแผนแปลงตัวอย่าง การสำรวจและเก็บตัวอย่างเห็ดป่ากินได้ ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 การวางแผนแปลงตัวอย่าง การสำรวจและเก็บตัวอย่างเห็ด และตรวจวัดข้อมูลสิ่งแวดล้อมของเห็ดป่ากินได้

ชนิดและปริมาณของเห็ดกินได้ที่สำรวจพบในพื้นที่ป่าชุมชน ได้นำมาวิเคราะห์ ระดับความมาก-น้อย ของเห็ดแต่ละชนิด ในแต่ละแปลงสำรวจ ซึ่งพิจารณาจากจำนวนดอกเห็ดที่พบจากการสำรวจแต่ละครั้ง แล้วนำมาจัดระดับความมาก-น้อย โดยแบ่งเป็น 6 ระดับ ดังนี้

- ระดับ 0 = ไม่พบเห็ด
- ระดับ 1 = พบปริมาณน้อยมาก 1- 5 ดอก
- ระดับ 2 = พบปริมาณน้อย 6-10 ดอก
- ระดับ 3 = พบปริมาณปานกลาง 11-15 ดอก
- ระดับ 4 = พบปริมาณค่อนข้างสูง 16-20 ดอก
- ระดับ 5 = พบปริมาณ มากกว่า 20 ดอก

3. การศึกษาและเก็บข้อมูลอุณหภูมิตามวิธีทำ การติดตั้งชุดอุปกรณ์ สำหรับ ตรวจ วัดและ เก็บบันทึกข้อมูลแบบต่อเนื่องอัตโนมัติ (Delta -T) ในพื้นที่ป่าชุมชนใกล้แปลงสำรวจ โดยข้อมูลที่ตรวจวัดได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ความเข้มของแสงแดด อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และทิศทางลม โดยตั้งค่า ให้ตรวจเก็บข้อมูล ทุก ๆ 15 นาทีอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ เดือน เมษายน 2560 - 30 สิงหาคม 2561

4. การศึกษาทรัพยากรดินและคุณสมบัติทางกายภาพของดิน ดำเนินการเก็บตัวอย่างดินในแปลงทดลองแต่ละแปลงทั้ง 10 แปลง จำนวน 1 ครั้ง ในเดือนกุมภาพันธ์ 2561 เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของดินโดยละเอียด โดยส่งตัวอย่างดินไปวิเคราะห์ที่ กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร นอกจากนั้นยังได้ดำเนินการเก็บตัวอย่างดินในแต่ละแปลงสำรวจ ทุก ๆ วันจันทร์ และทุก ๆ 3 วันต่อเนื่องนับหลังจากวันที่มีฝนตก เพื่อวิเคราะห์ระดับความชื้นของดินและสภาพความเป็นกรด-เบส (pH) ของดิน ในช่วงเดือน พฤษภาคม-พฤศจิกายน 2560 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เห็ดออกดอก

ผลและวิจารณ์

1. ความหลากหลายทางชนิดพันธุ์ของเห็ดป่ากินได้ การสำรวจชนิดและปริมาณมาก-น้อย รวมทั้งลักษณะการกระจายของเห็ดป่ากินได้ ได้ดำเนินการสำรวจในแปลงทดลองแบบถาวรแต่ละแปลง ทั้ง 10 แปลง ในทุก

เดือน ตั้งแต่เดือน เมษายน 2560 - สิงหาคม 2561 ผลการสำรวจ พบเห็ดป่ากินได้ 9 สกุล 16 ชนิด โดยเป็นเห็ดที่เจริญบนพื้นดิน 13 ชนิดและ บนกิ่งไม้ 3 ชนิด โดยชนิดที่พบมากที่สุดจัดอยู่ในสกุล *Russula* (จำนวน 8 ชนิด) และเห็ดที่พบส่วนใหญ่ (ร้อยละ 75) จัดเป็นเห็ดไมคอร์ไรซายกเว้น เห็ดหนูหูสั้นตาล เห็ดกระด้าง เห็ดแครง และเห็ดข้าวตอก ซึ่งเห็ดป่าไมคอร์ไรซาเป็นกลุ่มเห็ดที่มีความสัมพันธ์แบบเกื้อกูลพึ่งพากัน (Symbiosis) กับต้นไม้ ซึ่งจำเพาะระหว่างชนิดเห็ดกับชนิดพันธุ์ไม้ โดยเส้นใยของเห็ดไมคอร์ไรซาจะเจริญล้อมรอบรากฝอยของต้นไม้และพัฒนารสร้างดอกเห็ดเมื่อสภาพแวดล้อมต่างๆ เหมาะสมสำหรับเห็ดกินได้ทั้งหมดที่พบจากการสำรวจในแต่ละเดือนในรอบปี พ.ศ. 2560-61 และความถี่ของการพบเห็ดแต่ละชนิด ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งเห็ดที่พบบ่อยกระจายทั่วไป ได้แก่ เห็ดแดงน้ำหมาก เห็ดแดงเลือดนก เห็ดน้ำแป้ง เห็ดหนาม้อย เห็ดตะไคลขาว และเห็ดหนูหู โดยมีค่าความถี่ของการพบ (Frequency of occurrence) เท่ากับ 0.529, 0.529, 0.471, 0.412, 0.353 และ 0.353 ตามลำดับ ส่วนระดับความมาก-น้อย (Abundance) ของเห็ดแต่ละชนิดในแต่ละแปลงสำรวจ ดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งพบว่า เห็ดขมิ้นน้อย มีปริมาณมากที่สุด (ระดับ 5) โดยกระจายอยู่ทุกแปลงสำรวจที่เป็นป่าเต็ง - รัง แต่พบได้ในช่วง เดือน สิงหาคม-ตุลาคม เท่านั้น ส่วนเห็ดที่พบในปริมาณมากลำดับรองลงไป แต่พบตลอดช่วงฤดูฝน ได้แก่ เห็ดแดงน้ำหมาก เห็ดหนาม้อย และเห็ดน้ำแป้ง ตามลำดับ ทั้งนี้ช่วงเวลาที่เหมาะแก่การเริ่มออกดอก จะเป็นช่วงหลังจากมีฝนตกหนัก (ปริมาณน้ำฝนรายเดือนมากกว่า 90 มิลลิเมตร) ผ่านไปแล้วประมาณ 1 เดือน สำหรับการกระจายของเห็ดกินได้แต่ละชนิดในแต่ละแปลงสำรวจ ดังแสดงในรูปที่ 2 และลักษณะของเห็ดชนิดเด่นพบได้บ่อย มีค่าความถี่ของการพบสูง และมีปริมาณความมาก-น้อย ของดอกเห็ดอยู่ในระดับสูง ดังแสดงในรูปที่ 3

2. นิเวศวิทยาของเห็ดป่ากินได้

ลักษณะทางนิเวศวิทยาของเห็ดป่ากินได้ในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านบุญเฒ่า พบป่าไม้ 3 ประเภท ได้แก่ ป่าเต็ง-รัง (แปลงสำรวจที่ 3-9) ป่าเบญจพรรณ (แปลงสำรวจที่ 1 และ 2) และ

ตารางที่ 2 ระดับความมาก-น้อย ของเห็ดกินได้แต่ละชนิดที่พบจากการสำรวจในแปลงสำรวจป่าชุมชนบ้านบุญแจ่ม จ.แพร่ ในปี 2560-2561*

ปัจจัย/พื้นที่	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5	แปลงที่ 6	แปลงที่ 7	แปลงที่ 8	แปลงที่ 9	แปลงที่ 10
ประเภทป่า	เบญจพรรณ	เบญจพรรณ	เต็ง-รัง	เต็ง-รัง	เต็ง-รัง	เต็ง-รัง	เต็ง-รัง	เต็ง-รัง	เต็ง-รัง	ป่าไผ่
ความเป็นกรด-เบส (pH)	6.7	6.4	5.8	6.1	6	6.3	6.1	5.4	5.6	6.5
อินทรียวัตถุ (OM(%))	4.47	3.48	4.69	4.53	3.14	6.19	4.05	2.75	2.86	8.41
เนื้อดิน (Soil Texture)	Clay Loam	Sandy Clay Loam	Sandy Loam	Loam	Clay Loam	Loam	Clay Loam	Sandy Clay Loam	Sandy Clay Loam	Clay
เห็ดระ ใจกลิ้ง	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
เห็ดเผาะ	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
เห็ดหูหนูสีน้ำตาล	3	1	0	0	0	0	1	0	0	1
เห็ดขมิ้นน้อย	0	0	5	5	5	5	5	5	5	0
เห็ดข่า	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0
เห็ดกระด้าง เห็ดลม	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
เห็ดน้ำแป้ง	0	0	3	2	2	3	2	2	3	0
เห็ดหนาม้อย	0	0	4	3	3	2	2	1	4	0
เห็ดตะไคลขาว	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
เห็ดถ่านเล็ก	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
เห็ดแดงน้ำหมาก	0	0	4	3	3	3	3	2	5	0
เห็ดพุงหมู	0	0	2	0	0	1	1	0	0	0
เห็ดแดงเลื้อยคนก	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0
เห็ดหล่มกระเชียว	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
เห็ดแครง	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0
เห็ดข้าวตอก	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0

หมายเหตุ: * ระดับ ความมาก-น้อย โดยเฉลี่ยจากการสำรวจในช่วงปี 2560-2561

ระดับ 0 = ไม่พบเห็ด

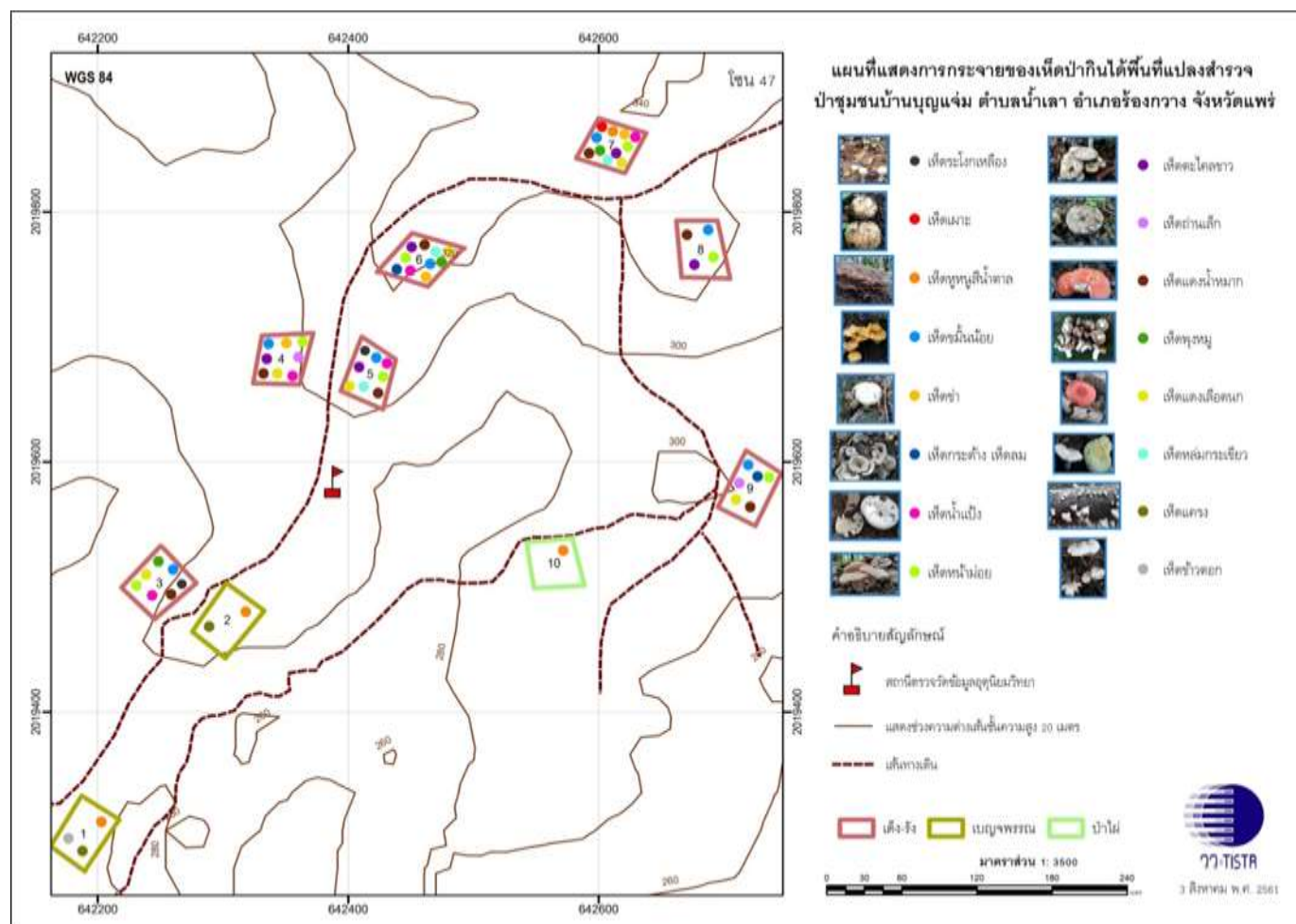
ระดับ 1 = พบปริมาณน้อยมาก 1- 5 ดอก

ระดับ 2 = พบปริมาณน้อย 6-10 ดอก

ระดับ 3 = พบปริมาณปานกลาง 11-15 ดอก

ระดับ 4 = พบปริมาณค่อนข้างสูง 16-20 ดอก

ระดับ 5 = พบปริมาณ มากกว่า 20 ดอก



รูปที่ 2 ชนิดของเห็ดป่ากินได้ที่สำรวจพบในแต่ละแปลงสำรวจถาวร บริเวณป่าชุมชนบ้านบุญแจ่ม ต.น้ำเลา อ.วังยาง จ.แพร่ ในปี พ.ศ. 2560-2561



รูปที่ 3 ลักษณะ), (E)เห็ดขม้นน้อย (เห็ดปากินได้ที่พบบ่อยและปริมาณมาก ในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านบุญแจ่ม : (A) เห็ดหนาม้อย (*Russula cyanoxantha*), (B) เห็ดตะไคลขาว (*Russula delica*), (C) เห็ดน้ำแป้ง (*Russula alboareolata*), (D) เห็ดแดงน้ำหมาก (*Russula emetica*/*Craterellus aureus*) และ (F) เห็ดหูหนูสีน้ำตาล (*Auricularia auricula-judae*)

ป่าไผ่ (แปลงสำรวจที่ 10) ซึ่งประเภทป่าที่เอื้อต่อการเกิดดอกของเห็ดป่าไมคอร์ไรซา คือ ป่าเต็ง-รัง ซึ่งมีไม้วงศ์ยาง (Dipterocarpaceae) ได้แก่ ไม้เต็ง ไม้รัง และยางพลวง เป็นพันธุ์ไม้เด่น โดยชนิดของต้นไม้ดังกล่าวเป็นพืชที่เส้นใยของเห็ดไมคอร์ไรซาอาศัยอยู่ที่ระบบรากฝอยของพืชแล้วพัฒนาเจริญเป็นดอกเห็ดเมื่อสภาพแวดล้อมต่างๆ เหมาะสม จากผลการสำรวจ พบว่า เห็ด 12 ชนิด (ร้อยละ 75 ของชนิดเห็ดกินได้) เป็นเห็ดไมคอร์ไรซาและพบเฉพาะในพื้นที่ป่าเต็ง-รัง ส่วนป่าเบญจพรรณและป่าไผ่ ซึ่งมีไม้สัก ประดู่ และไผ่เป็นพรรณไม้เด่นนั้น ไม่พบเห็ดที่เป็นไมคอร์ไรซา แต่จะพบเห็ดที่เจริญบนท่อนไม้ผู้ซึ่งมีความชื้นสูง (เห็ดเห็ดหนูสีน้ำตาล และ เห็ดแครง) และเห็ดข้าวตอก สำหรับปัจจัยที่เอื้อต่อการเกิดดอกของเห็ดป่ากินได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งเห็ดไมคอร์ไรซา นอกจากประเภทป่าและชนิดพันธุ์ไม้ดังกล่าวแล้ว ปัจจัยสิ่งแวดล้อมด้านกายภาพหลายๆ ปัจจัยร่วมกัน นับเป็นปัจจัยสำคัญที่เอื้อต่อการเกิดดอกของเห็ด ได้แก่

(1) ปริมาณน้ำฝนและความชื้นในดิน พื้นที่ป่าชุมชนบ้านบุญแจ่ม มีฝนตกหนัก (ปริมาณน้ำฝนรายเดือนเกิน 90 มม.) ในช่วงเดือน พ.ค. - ต.ค. ในปี 2560 และ ช่วงเดือน เม.ย. - ส.ค. ในปี 2562 ซึ่งในทุกปี เห็ดป่าไมคอร์ไรซาเริ่มออกดอกหลังจากที่มีปริมาณฝนตกหนัก ประมาณ 1 เดือน ในช่วงเดือนแรกที่มีฝนตกหนักส่งผลให้ดินมีความชื้นในดินมากขึ้น หลังจากผ่านช่วงฤดูแล้ง เมื่อดินมีความชื้นเพิ่มขึ้น เส้นใยเห็ดในดินสามารถเจริญเติบโตและสะสมอาหารรวมทั้งแร่ธาตุในเซลล์มากขึ้น กระทั่งอาหารที่สะสมเพียงพอสำหรับการพัฒนาเจริญเกิดดอกเห็ดได้ใน ช่วง เดือน ต่อมา ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ความชื้นในดิน ในพื้นที่ป่าเต็ง-รัง ที่พบเห็ดป่าไมคอร์ไรซา ทั้ง 7 แปลงทดลอง ในช่วงเดือน พ.ค. - ต.ค. พบว่าดินมีความชื้นเฉลี่ย ระหว่าง 11.5 - 13.5 เปอร์เซ็นต์

(2) เนื้อดิน (Soil texture) เนื้อดินในพื้นที่ป่าเต็ง-รัง มีหลายชนิด ได้แก่ ดินร่วน (Loam) ดินทรายร่วน (Sandy Loam) ดินร่วนเหนียวปนทราย (Sandy Clay Loam) ร่วนเหนียว (Clay Loam) ซึ่งเนื้อดินประเภทนี้เห็ดป่าไมคอร์ไรซาสามารถเจริญเป็นดอกได้ ทั้งนี้เนื้อดินจะต้องเป็นดินร่วน หรือมีเนื้อดินร่วนเป็นส่วนประกอบหลัก

(3) ความเป็นกรด-เบส ของดิน อุณหภูมิดิน และระดับแสงดวงอาทิตย์ ดินในป่าเต็ง-รัง มีสภาพเป็นกรดแก่ - กรดเล็กน้อย (pH 5.4 - 6.3) และจากการตรวจวัดข้อมูลปัจจัยแวดล้อมของเห็ด ดังกล่าว ณ จุดที่เห็ดไมคอร์ไรซาแต่ละชนิดออกดอก สรุปได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สภาพแวดล้อมของดิน ณ จุดที่เห็ดป่าไมคอร์ไรซาแต่ละชนิดออกดอกในพื้นที่ป่าเต็ง-รัง

ชนิดเห็ด	ความเป็น กรด- ด่าง ของดิน	อุณหภูมิดิน (° C)	ระดับ แสงแดด
เห็ดระโงกเหลือง	5.5 – 6.0	28-30	ต่ำ
เห็ดเผาะ	6.0	27	ต่ำ
เห็ดขมิ้นน้อย	5.5 – 6.5	27-29	ต่ำ
เห็ดข้า	6.0-6.5	28	ต่ำ
เห็ดน้ำแป้ง	6.5	28-29	ต่ำ
เห็ดหนาม้อย	6.0	29	ต่ำ
เห็ดตะไคลขาว	7.0	28	ต่ำ
เห็ดแดงน้ำหมาก	5.0-6.5	27-33	ต่ำ
เห็ดแดงเลือดนก	7.0	31	ต่ำ
เห็ดหล่มกระเขี้ยว	6.5	31	ต่ำ

สรุปผล

การศึกษาค้นคว้าหลากหลายทางชนิดพันธุ์และนิเวศวิทยาของเห็ดป่ากินได้ในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านบุญแจ่ม จ.แพร่ ได้ดำเนินการสำรวจเห็ดในพื้นที่แปลงตัวอย่างแบบถาวร ขนาด 40x40 ตารางเมตร จำนวน 10 แปลง ในปี พ.ศ. 2560-2561 พบเห็ดป่ากินได้ 9 สกุล 16 ชนิดเป็นเห็ดที่เจริญบนพื้นดิน 13 ชนิดและบนท่อนไม้ผู้ 3 ชนิด ร้อยละ 50 ของชนิดเห็ดที่พบจำแนกอยู่ในสกุล *Russula* และร้อยละ 75 ของเห็ดที่พบจัดเป็นเห็ดไมคอร์ไรซา ซึ่งเห็ดกลุ่มนี้พบเฉพาะในพื้นที่ป่าเต็ง-รัง ที่มีไม้วงศ์ยาง (Dipterocarpaceae) ได้แก่ เต็ง รัง และพลวง ซึ่งเป็นพืชอาศัยของเห็ดกลุ่มดังกล่าว ส่วนป่าเบญจพรรณ ซึ่งมีไม้สัก ประดู่ และไผ่เป็นพรรณไม้เด่น พบเฉพาะเห็ดที่เจริญบนท่อนไม้ผู้ที่มีความชื้นสูง (เห็ดเห็ดหนูสีน้ำตาล และ เห็ดแครง) และเห็ดข้าวตอก ลักษณะทางนิเวศวิทยาของเห็ด ไมคอร์ไรซานอกจากจะต้องอาศัยไม้วงศ์ยางเป็นพืชอาศัยแล้ว สิ่งแวดล้อมทางกายภาพที่สำคัญยังสำหรับการเจริญเกิดดอกของเห็ดป่า ได้แก่ (1) ปริมาณ

น้ำฝนและความชื้นในดิน ซึ่งเห็ดจะเริ่มออกดอกหลังจากที่มีปริมาณฝนตกหนักไปแล้ว ประมาณ 1 เดือน (2) เนื้อดิน เห็ดจะเจริญบนดินที่มีเนื้อดินร่วนเป็นองค์ประกอบหลัก ได้แก่ ดินร่วน (Loam) ดินทรายร่วน (Sandy Loam) ดินร่วนเหนียวปนทราย (Sandy Clay Loam) และร่วนเหนียว (Clay Loam) (3) ความเป็นกรด-เบส ของดิน ดินในพื้นที่ป่าเต็ง-รัง บ้านบุญแจ่ม ดินมีสภาพเป็น กรดแก่ - กรดเล็กน้อย (pH 5.4 - 6.3) ในขณะที่การตรวจวัด pH ดิน ณ จุดซึ่งเห็ดออกดอก พบว่าเห็ดแต่ละชนิดมีการเจริญบนดินที่มีระดับ pH แตกต่างกัน ตั้งแต่ 5.0-7.0 (4) ปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่นๆ สำหรับการพัฒนาก็ดอกของเห็ดไมคอร์ไรซา จะต้องมีการปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่างๆ หลายปัจจัยร่วมกัน นอกจากปัจจัยหลักทั้ง 3 ข้อดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังมีปัจจัยรองอื่นๆ ร่วมด้วย เช่น อุณหภูมิดิน ความอุดมสมบูรณ์อินทรีย์วัตถุ และธาตุอาหารในดิน ปริมาณแสงแดด อุณหภูมิและความชื้นอากาศ เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และโครงการวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยความร่วมมือและความช่วยเหลือจากผู้นำและชาวบ้านในชุมชนบ้านบุญแจ่ม ต.น้ำเลา อ.ร้องกวาง จ.แพร่

เอกสารอ้างอิง

กรมป่าไม้. 2556. **ป่าแม่คำมี: ความหลากหลายทางชีวภาพจากอดีตถึงปัจจุบัน**. สำนักงานกิจการโรมพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึกในพระบรมราชูปถัมภ์. 496 หน้า.

กิตติมา ด้วงแคะ, จันจิรา อาษะวงศ์, กฤษณา พงษ์พานิช, วินันท์ดา หิมะมาน และ จิรพรรณ โสภี. 2551. ความหลากหลายของเห็ดราไมคอร์ไรซาในระบบนิเวศป่าไม้ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเชียงดาว. ใน: **รายงานการประชุมความหลากหลายทางชีวภาพด้านป่าไม้และสัตว์ป่าแบบบูรณาการ ประจำปี**

2550. กรุงเทพฯ: กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช กับงานด้านความหลากหลายทางชีวภาพ. หน้า 238-253

เกษม สร้อยทอง. 2537. **เห็ดและราขนาดใหญ่ในประเทศไทย**. อุบลราชธานี: โรงพิมพ์ศิริธรรม ออฟเซ็ท. 222 หน้า.

ราชบัณฑิตยสถาน. 2539. **เห็ดกินได้และเห็ดมีพิษในประเทศไทย**. กรุงเทพฯ: บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด. 180 หน้า.

สุจิตรา โกศล, พงษ์มณี ทองใบ, ตันติมา กำลัง, ธนภักษ์ อินยอด, จิตติมา ผสมญาติ, ทักษิณ อาชาคม, จำลอง แปลกสระน้อย และ สมัย เสวทรบุรี. 2549. การใช้ประโยชน์ผลผลิตจากป่าในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราช. **รายงานการวิจัยในโครงการ BRT**. หน้า 193-202.

อนงค์ จันทรศรีกุล, พูนพิไล สุวรรณฤทธิ์, อุทัยวรรณ แสงวนิช, Tsutomu Morinaga, Yoshinori Nishizawa และ Yasuaki Murakami. 2551. **ความหลากหลายของเห็ดและราขนาดใหญ่ในประเทศไทย**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 514 หน้า.

Babita S, Siraj D, Boss V. 2016. Mycorrhiza The Oldest Association Between Plant and Fungi. **RESONANCE – JOURNAL OF SCIENCE EDUCATION** 21:1093-1104.

Lamaison J-L. and Polese J-L. 2005. The Great Encyclopedia of Mushrooms. Germany. 240 p.

Norris, L. 2018. **The Relationship Between Mycorrhiza & Trees**. <http://homeguides.sfgate.com/relationship-between-mycorrhiza-trees-71356.html>. Accessed 05 November 2018

ความหลากหลายทางชีวภาพและการประเมินมูลค่าการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ป่าเต็งรังมหาวิทยาลัยแม่โจ้ –
แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดแพร่

Biodiversity and Evaluation of Benefit in Dry Deciduous Forest at Maejo University Phrae Campus,
Phrae Province

แหลมไทย อาษานอก¹* ชารัตน์ แก้วกระจ่าง² จิมา โยธากักดี³ ภัทรวิษณุ ดาวเรือง⁴ ประสิทธิ์ วงษ์พรม⁵ ทศนัย จันทอง⁴
วิษวัฒน์ ใจตรง⁴ และ วัชร สกวนสมบัติ⁴

รับต้นฉบับ: 22 กุมภาพันธ์ 2562

ฉบับแก้ไข: 10 พฤษภาคม 2562

รับลงพิมพ์: 15 พฤษภาคม 2562

ABSTRACT

This study aimed to investigate the species diversity of tree species, birds, insects, spiders and mushrooms in the Dry Deciduous forest (DDF) of Maejo University Phrae Campus. Their benefits were also evaluated. Sample plots were applied for data collection and diversity values were calculated. 40 tree species from 30 genera and 20 families were found with the species diversity index (H') of 2.42. The important families were such as Rubiaceae, Fabaceae, Dipterocarpaceae and Phyllanthaceae. Whereas, 40 bird species from 31 genera, 22 families and 10 orders were found, the Passeriformes was the most abundant, with the H' value of 3.01. 37 birds, out of 40, are regarded as protected species. 124 insect species from 101 genera and 16 families were found. They are; butterflies (57 species from 48 genera and 5 families), grasshoppers (27 species, 27 genera and 6 families), and ants (40 species, 26 genera and 5 families). 69 spider species, from 67 genera and 25 families were found and the family Salticidae showed the highest numbers of both species and populations. Relatively low species numbers of mushrooms were found (40 species). Of these, they are 18 saprophytes and 22 ectomycorrhizas. 21 species are edible mushrooms. The value of biodiversity utilization was evaluated. The main kinds of food were mushrooms, bamboo shoots, vegetables, subterranean ants, *Melientha suavis*, ant eggs, etc. The highest value was found in the rainy season, 14,442.56 baht/household/year and the non-cash return of 17,627.56 baht/household/year. The total value from indirect benefit of forest was 12,621,247 baht/year. This study indicated that protecting the forest in Maejo University Phrae Campus helps to promote biodiversity and food security.

Keyword: Biodiversity conservation, Community forest, Food security, Maejo University Phrae campus

¹สาขาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดแพร่

²คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

³สาขาเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดแพร่

⁴องค์การพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ (อพวช.) ปทุมธานี ⁵Thai nature education center

*Corresponding-author: Email: lamthainii@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของ ไม้ต้น นก แมลง แมงมุม และเห็ดราขนาดใหญ่ รวมถึงการประเมินมูลค่าการใช้ประโยชน์ของความหลากหลายทางชีวภาพ ในพื้นที่ป่าเต็งรังของมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ โดยการสำรวจแบบใช้แปลงตัวอย่างและวิเคราะห์หาความหลากหลาย พบพันธุ์ไม้จำนวน 40 ชนิด 30 สกุล 20 วงศ์ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิดเท่ากับ 2.42 วงศ์ที่พบบ่อยมากคือ Rubiaceae, Fabaceae, Dipterocarpaceae และ Phyllanthaceae พบนกจำนวน 40 ชนิด 31 สกุล 22 วงศ์ 10 อันดับ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิดเท่ากับ 3.01 นกที่พบส่วนใหญ่เป็นนกในอันดับนกจับคอน 37 ชนิดเป็นสัตว์ป่าคุ้มครอง พบแมลงจำนวน 124 ชนิด 101 สกุล 16 วงศ์ แบ่งเป็นผีเสื้อกลางวัน จำนวน 57 ชนิด 48 สกุล 5 วงศ์ ตั๊กแตน จำนวน 27 ชนิด 27 สกุล 17 วงศ์ย่อย จาก 6 วงศ์ และ มดจำนวน 40 ชนิด 27 สกุล 5 วงศ์ พบแมงมุม 69 ชนิด 67 สกุล 25 วงศ์ วงศ์ที่พบบ่อยมากที่สุด คือ วงศ์ Salticidae และพบเห็ดจำนวน 40 ชนิด แบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มเห็ด saprophyte 18 ชนิด และกลุ่มเห็ด symbiosis-ectomycorrhizal 22 ชนิด เป็นเห็ดที่รับประทานได้ 21 ชนิด การประเมินมูลค่าการใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพ พบว่าพืชอาหารและสัตว์อาหารที่สำคัญ เช่น เห็ด หนอนไม้ฝัก แมงมัน ผักหวาน และ ไช้ผดแดง ซึ่งมีมูลค่าในฤดูฝนมากที่สุด 14,442.56 บาท/ครัวเรือน/ปี มูลค่าที่ไม่เป็นเงิน สดรวมเท่ากับ 17,627 บาท/ครัวเรือน/ปี มูลค่ารวมทั้งหมดของผลผลิตที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ทางอ้อมจากป่าทั้งหมดเท่ากับ 12,621,247 บาท/ปี ผลการศึกษานี้บ่งชี้ว่าการอนุรักษ์ป่าภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ สามารถช่วยอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพและสามารถสร้างความมั่นคงทางอาหารให้แก่ชุมชนโดยรอบได้

คำสำคัญ: การอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ ป่าชุมชน ความมั่นคงทางอาหาร มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ

บทนำ

ความหลากหลายทางชีวภาพ คือ การที่มีสิ่งมีชีวิตหลากหลายสายพันธุ์ นานาชนิด มาอาศัยรวมกัน ในระบบนิเวศใดระบบหนึ่งบนโลก ซึ่งความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตนานาชนิดมีความหมายกว้างขวางประกอบไปด้วยจุลินทรีย์ พืช สัตว์ แมลงรวมทั้งมนุษย์ โดยสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีองค์ประกอบทางพันธุกรรมที่แตกต่างกันออกไป เพื่อให้เกิดการดำรงอยู่ในระบบนิเวศต่างๆ ในแต่ละพื้นที่ได้อย่างเหมาะสม (Wongsiri and Lrolohakran, 1989) ซึ่งปัจจุบันมีสิ่งมีชีวิตปรากฏอยู่ทั่วโลกประมาณ 3-5 ล้านชนิด (Wilson, 1988) เป็นผลมาจากกระบวนการทางวิวัฒนาการ การปรับตัวและการคัดสรรทางธรรมชาติ จากสิ่งมีชีวิตชนิดแรก (original species) เกิดความแปรผัน นำไปสู่สิ่งมีชีวิตชนิดใหม่ (new species) และยิ่งนานวัน สิ่งมีชีวิตเริ่มมีความหลากหลาย และปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน จนเกิดเป็นความหลากหลายทางชีวภาพ ทั้งนี้การศึกษาคความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย ส่วนใหญ่ทำการ

สำรวจศึกษาเฉพาะพื้นที่ป่าอนุรักษ์ เช่น อุทยานแห่งชาติ เป็นต้น ในขณะที่พื้นที่นอกเขตอนุรักษ์ เช่น บริเวณป่าของมหาวิทยาลัยหรือพื้นที่ป่าชุมชนหลาย

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ – แพร่ เฉลิมพระเกียรติ เป็นมหาวิทยาลัยที่มีพื้นที่ป่าอนุรักษ์ ประมาณ 1,๐๐๐ ไร่ และยังมีการสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพอยู่น้อยมาก ๐.41 ไร่ ซึ่งพื้นที่แห่งนี้ได้ถูกเสนอเข้าร่วมโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชในพระราชดำริ ในองค์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามมกุฎราชกุมารี หากแต่ยังไม่ได้มีการสำรวจข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญที่จะใช้ในการจัดการพื้นที่ หรือ ใช้เพื่อการวิจัยเชิงลึกต่อไป ดังนั้นคณะวิจัยจึงได้ทำการสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพขึ้นเพื่อเป็นการสร้างฐานข้อมูลในการจัดการพื้นที่ การเผยแพร่ รวมถึงเป็นแหล่งศึกษาเรียนรู้แก่หน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้องต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

สถานที่ศึกษา

พื้นที่ป่าเต็งรังธรรมชาติ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ (Fig. 1) สภาพภูมิอากาศ มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีอยู่ระหว่าง 9.2-43.0 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปีอยู่ระหว่าง 1,009.8-1,550 มิลลิเมตร ตั้งอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลเฉลี่ย 236 เมตร จากระดับน้ำทะเล



Figure 1 Land-use of Maejo University Phrae Campus (Agroforestry Department, 2016)

การเก็บข้อมูล

การศึกษานี้ทำการเก็บข้อมูลในช่วงฤดูฝน ระหว่างเดือน สิงหาคม ถึง ตุลาคม พ.ศ. 2560 โดยเน้นการเก็บข้อมูลความหลากหลายของไม้ยืนต้น สัตว์ป่า แมลง แมงมุม และเห็ดราขนาดใหญ่ ดังต่อไปนี้

1. การสำรวจชนิดไม้ยืนต้น พิจารณาคัดเลือกบริเวณที่เป็นตัวแทนที่ดีของสังคมพืชป่าเต็งรัง เพื่อวางแปลงขนาด 20 เมตร x 50 เมตร จำนวน 3 แปลง ในแต่ละแปลงทำการแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 10 เมตร x 10 เมตร เพื่อวัดขนาดความโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (Diameter at Breast Height, DBH, ที่ระดับ 1.30 ม.) ของไม้ใหญ่ (DBH > 4.5 ซม.) พร้อมทั้งวางแปลงขนาด 4 เมตร x 4 เมตร เพื่อนับจำนวนลูกไม้ยืนต้น (DBH < 4.5

ซม, สูง > 1.30 ม.) และแปลงขนาด 1 เมตร x 1 เมตร เพื่อนับจำนวนกล้าไม้ยืนต้น (สูง < 1.30 m)

2. การสำรวจความหลากหลายของนก ด้วยวิธี Point count (Pratumtong et al., 2018) จำนวน 12 จุดสำรวจ โดยแต่ละจุดมีรัศมี 50 เมตร ทำการจำแนกนกด้วยการมองเห็นตัวหรือการจำแนกจากเสียงร้อง โดยอาศัยประสบการณ์ของผู้สำรวจเปรียบเทียบกับคู่มือ ทำการบันทึกชนิดนกจำนวนที่พบ

3. การสำรวจความหลากหลายของแมลง และแมงมุม แมลงสำรวจตามเส้นทางสำรวจ (Yi et al., 2012) โดยใช้สวิงจับแมลงบันทึกชนิดและจำนวนตัวของแมลงที่พบเก็บตัวอย่างละประมาณ 5-10 ตัวอย่าง ส่วนแมงมุมใช้วิธีการสำรวจโดยใช้สวิงจับแมลง (sweeping) การตีเรือนยอดไม้ (beating) การร่อนเศษซากพืชตามพื้นดิน (sifting) และ การสำรวจโดยตรง (hand collecting) วิธีการละ 30 นาที หลังจากนั้นทำการระบุชนิด

4. เก็บข้อมูลเห็ดราขนาดใหญ่ โดยเดินตามเส้นทางสำรวจ (Tedersoo and Nara, 2010) ทำการเก็บตัวอย่างดอกเห็ดที่ขึ้นบนดินโดยตรง ขึ้นบนซากใบไม้ ท่อนไม้ผุ หรือขึ้นบนต้นไม้ที่ยังมีชีวิต ชนิดละ 3-5 ดอก จากนั้นจดบันทึกและถ่ายภาพรูปสิ่งที่เห็ดขึ้นอยู่ ลักษณะการเกิดของดอกเห็ด เพื่อใช้ประกอบการจัดจำแนกชนิดเห็ดต่อไป

5. การประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจในการศึกษานี้มีการเก็บข้อมูลใน 2 ระดับ ทั้งในระดับปฐมภูมิและทุติยภูมิ เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Sutheewasinnon and Pasunon, 2016) ในหมู่บ้านรอบพื้นที่ป่าพร้อมกับข้อมูลทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และกายภาพของพื้นที่ศึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ดัชนีความสำคัญ (Importance Value Index, IVI) ของไม้ต้น โดยวิเคราะห์จากการหาความหนาแน่น (Density, D) ความเด่นด้านพื้นที่หน้าตัด

(Dominance, Do) และความถี่ (Frequency, F) จากนั้นทำการหาค่าความสัมพัทธ์ของทั้งสามค่าดังกล่าว คือ ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative density, RD) ความเด่นสัมพัทธ์ (Relative dominance, RDo) และความถี่สัมพัทธ์ (Relative frequency, RF) ซึ่งผลรวมของค่าความสัมพัทธ์ทั้งสามค่า ก็คือ ค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) ของพรรณพืช (Marod and Kutintara, 2011) และ หาค่าดัชนีความหลากหลาย (Species Diversity Index) ของ Shannon – Wiener (H') (Magurran, 2004)

2. สำหรับนก แมลง แมงมุม และ เห็ด ทำการจำแนกชนิดตามหลักอนุกรมวิธานของสิ่งมีชีวิตแต่ละประเภทเพื่อวิเคราะห์ความหลากหลาย ประเมินความชุกชุม และจัดสถานภาพ ของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด

3. ประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพ โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบเจาะจงจากสมการ รายได้ของผลผลิต เท่ากับ ผลรวมของรายได้ที่เป็นเงินสด และรายได้ที่ไม่เป็นเงินสด หลังจากนั้นทำการประเมินผลผลิตและมูลค่ารวม

ผล

องค์ประกอบและความหลากหลายของชนิดไม้ต้น

Table 1 Ecological characteristics of dry deciduous forest at Maejo University Phrae Campus

characteristics	Tree	Sapling	Seedling
Shannon-Wiener index (H')	2.42	2.36	2.17
Basal area ($m^2 ha^{-1}$)	29.81	-	-
Stems density ($stem ha^{-1}$)	3,380	4,120	20,250

จากการศึกษาครั้งนี้ พบไม้ต้นทั้งหมด จำนวน 40 ชนิด 30 สกุล 20 วงศ์ พบไม้ต้นใน วงศ์ Rubiaceae มากที่สุด รองลงมา ได้แก่ Fabaceae, Dipterocarpaceae, Phyllanthaceae และ Anacardiaceae ตามลำดับ แบ่งเป็น ไม้ยืนต้น 26 ชนิด ไม้พุ่ม 13 ชนิด และ ปาล์ม 1 สังคมพืชบริเวณนี้มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด ในระดับไม้ใหญ่ ลูกไม้ และ กล้าไม้ มีค่าเท่ากับ 2.42, 2.36 และ 2.17 ตามลำดับ นอกจากนั้นยัง พบว่า มีขนาดพื้นที่หน้าตัดของไม้ใหญ่ เท่ากับ 29.81 ตารางเมตรต่อเฮกเตอร์ และมีความหนาแน่นของไม้ในระดับไม้ใหญ่ ลูกไม้ และกล้าไม้ เท่ากับ 3,380, 4,120 และ 20,250 ต้นต่อเฮกเตอร์ ตามลำดับ (Table 1) ใน ระดับไม้ใหญ่ชนิดที่มีดัชนีความสำคัญ 5 อันดับแรก ได้แก่ ยางพลวง (*Dipterocarpus tuberculatus*) ยางเหียง (*Dipterocarpus obtusifolius*) มะกอกเกลื้อน (*Canarium subulatum*) เต็ง (*Shorea obtusa*) และ มะม่วงหาวแมงวัน (*Buchanania lanzan*) ระดับลูกไม้ ได้แก่ เต็ง มะกอกเกลื้อน รักใหญ่ (*Gluta usitata*) มะขามป้อม (*Phyllanthus emblica*) และ กาสำปีก (*Vitex peduncularis*) และระดับกล้าไม้ ได้แก่ เต็ง รักใหญ่ มะขามป้อม ยางพลวง และ รัง (*Shorea siamensis*) (Table 2)

Table 2 Top 5 dominant species of trees, saplings, and seedlings in dry deciduous forest at Maejo Phrae University Phrae Campus ranked by the important value index (IVI) summarized from the relative dominant (RDo), relative density (RD), and relative frequency (RF).

Ranking	Species	RDo	RD	RF	IVI
Tree					
1	<i>Dipterocarpus tuberculatus</i>	38.42	30.47	10.1	78.99
2	<i>Dipterocarpus obtusifolius</i>	22.29	11.83	9.09	43.21
3	<i>Canarium subulatum</i>	8.61	10.06	9.09	27.76
4	<i>Shorea obtusa</i>	4.69	9.76	10.1	24.55
5	<i>Buchanania lanzan</i>	5.39	8.28	9.09	22.76
	Others	20.6	29.6	52.53	102.73
	Total	100	100	100	300
Sapling					
1	<i>Shorea obtusa</i>	-	37.86	21.74	59.6
2	<i>Canarium subulatum</i>	-	6.8	8.7	15.49
3	<i>Gluta usitata</i>	-	6.8	8.7	15.49
4	<i>Phyllanthus emblica</i>	-	3.88	8.7	12.58
5	<i>Vitex peduncularis</i>	-	4.85	6.52	11.38
	Others	-	39.81	45.64	85.46
	Total	-	100	100	200
Seedling					
1	<i>Shorea obtusa</i>	-	37.04	21.88	58.91
2	<i>Gluta usitata</i>	-	13.58	15.63	29.21
3	<i>Phyllanthus emblica</i>	-	7.41	9.38	16.78
4	<i>Dipterocarpus tuberculatus</i>	-	6.17	9.38	15.55
5	<i>Shorea siamensis</i>	-	7.41	6.25	13.66
	Others	-	28.39	37.48	65.89
	Total	-	100	100	200

ความหลากหลายของนก

พบนกจำนวน 40 ชนิด 31 สกุล 22 วงศ์ 10 อันดับ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด เท่ากับ 3.01 นกที่พบอาศัยอยู่ในพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นนกในอันดับนกจับคอน (Passeriformes) เช่น นกกินปลีอกเหลือง (*Cinnyris jugularis*) นกกางเขนดง (*Copsychus malabaricus*) และ นกจาบดินอกลาย (*Pellorneum ruficeps*) เป็นต้น จากนั้นที่สำรวจพบทั้งหมดถูกจัดให้อยู่ในสถานภาพเป็นสัตว์ป่าคุ้มครองมากถึง 37 ชนิด และในจำนวนนี้ ถูกจัดสถานภาพตามสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติ พ.ศ. 2528 มีสถานภาพใกล้ถูกคุกคาม (Near threatened : NT) จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ กระดิวี่หนู (*Lonchura punctulata*) และ นกปรอดหัวโขน (*Pycnonotus jocosus*) ในขณะที่การจัดสถานภาพเพื่อการอนุรักษ์ระดับสากล นกทั้ง 40 ชนิด ได้รับการจัดสถานภาพให้อยู่ในระดับเป็นกังวลน้อย (Least concern) ตามการจัดสถานภาพของ IUCN (2015) และในจำนวนนี้พบนกที่มีระดับความชุกชุม น้อย (rare) 30 ชนิด และพบไม่บ่อย 5 ชนิด และ พบบ่อย 3 ชนิด

ความหลากหลายของแมลงและแมงมุม

พบแมลงทั้งสิ้น 124 ชนิด 101 สกุล 16 วงศ์ ผีเสื้อกลางวัน 57 ชนิด 48 สกุล 5 วงศ์ (Table 3) โดยวงศ์ผีเสื้อกลางวันที่พบชนิดมากที่สุด คือ วงศ์ผีเสื้อขาหน้าฟู (Nymphalidae) เช่น ผีเสื้อจำกระบองหักสาม (*Athyma perius*) ผีเสื้อกะทกรกธรรมดา (*Cethosia cyane*) และ ผีเสื้อลายขี้เมียง (*Cupha erymanthis*) ตั๊กแตน จำนวน 27 ชนิด 27 สกุล 17 วงศ์ย่อย จาก 6 วงศ์ วงศ์ตั๊กแตนหนวดยาว (Arididae) เช่น ตั๊กแตนหนวดยาวสีตาลจาง (*Phlaeoba infumata*) ตั๊กแตนขาข่ายแข็งแดง (*Xenocantantops humilis*) และ ตั๊กแตนหนวดยาวสีจุดขาว (*Aulacobothrus taeniatu*) พบมดจำนวน 40 ชนิด 26 สกุล 5 วงศ์ วงศ์ย่อยที่พบจำนวนชนิดมากที่สุด ได้แก่ วงศ์ย่อยมดคันไฟ (Myrmicinae) เช่น มดแมงมัน (*Carebara castanea*) มดจ่ามทุ่ง (*Carebara diversus*) มดละเอียดบ้าน (*Monomorium pharaonic*) เป็นต้น (Table 2) โดยแมลงดังกล่าวถูกจัดให้อยู่ในสถานภาพเป็นแมลงคุ้มครองในบัญชีที่ 2 (CITES : Appencix II) คือ ผีเสื้องูทองธรรมดา (*Troides aeacus*) นอกจากนั้นยังพบตั๊กแตนหนวดยาวสีจุดขาวใหม่ของโลก คือ ตั๊กแตนแม่โจ้แพร่ (*Anasedulia maejophræ*) (Dawwrueng et al., 2015)

Table 3 Species, genus and family of insect in Dry Dciduous forest at Maejo university Phrae campus

Number	Insect	Species	Genus	Family
1	Butterflies	57	48	5
2	Grasshopper	27	27	6
3	Ant	40	26	5
Total		124	101	16

นอกจากนั้นยังพบแมงมุม จำนวน 278 ตัว จัดจำแนกเป็น 69 ชนิด 67 สกุล 25 วงศ์ วงศ์ที่พบมากที่สุด

คือ วงศ์ Salticidae จำนวน 15 ชนิด 13 สกุล รองลงมาคือ วงศ์ Araneidae จำนวน 10 ชนิด 10 สกุล (Table 4)

Table 4 The number of spider species, genus and individual of each family of spider in dry deciduous forest at Maejo university Phrae campus

Family	Number of genus	Number of species	Individual	guild
Nemesiidae	1	1	1	Sensing web weavers
Theraphosidae	1	1	2	Sensing web weavers
Scytodidae	1	1	2	Other hunters
Pholcidae	3	3	30	Space web weavers
Oonopidae	1	1	2	Ground hunters
Stenochilidae	1	1	1	Ground hunters
Hersiliidae	1	1	7	Sensing web weavers
Uloboridae	2	2	5	Other hunters
Theridiidae	4	4	11	Space web weavers
Linyphiidae	2	2	5	Space web weavers
Tetragnathidae	2	2	4	Orb web weavers
Nephilidae	1	1	2	Orb web weavers
Araneidae	10	10	15	Orb web weavers
Pisauridae	2	2	2	Sheet web weavers
Lycosidae	3	3	45	Ground hunters
Oxyopidae	5	5	15	Other hunters
Ctenidae	1	1	3	Sensing web weavers
Amaurobiidae	1	1	8	Sheet web weavers
Miturgidae	1	1	2	Other hunters
Corinnidae	1	1	8	Ground hunters
Zodariidae	2	2	16	Specialists
Gnaphosidae	3	3	20	Ground hunters
Sparassidae	2	2	5	Other hunters
Thomisidae	3	3	5	Ambush hunters
Salticidae	13	15	62	Other hunters

ความหลากหลายของเห็ด

เห็ดรำนาคใหญ่พบจำนวน 40 ชนิด โดยจัดจำแนกตามหลักอนุกรมวิธานจัดได้ 2 ไฟลัม คือ 1) ไฟลัม Ascomycota มี 2 ชนิด จัดอยู่ใน 1 สกุล 1 วงศ์ 1 อันดับ 1 ชั้นย่อย (subclass) 1 ชั้น (class) และ 2) ไฟลัม Basidiomycota มี 38 ชนิด จัดอยู่ใน 25 สกุล 15 วงศ์ 6 อันดับ 1 ชั้นย่อย 1 ชั้น พบว่าเห็ดในวงศ์ Marasmiaceae มีความหลากหลายชนิดมากที่สุด จำนวน 7 ชนิด รองลงมาคือ วงศ์ Agaricaceae และ Boletaceae จำนวน 6 ชนิด และ วงศ์ Russulaceae จำนวน 4 ชนิด ตามลำดับ (Figure 2) จำแนกประเภทของเห็ดตามบทบาทของเห็ดในระบบนิเวศ แบ่งเห็ดได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเห็ดแซปโรไฟต์ (saprophytic mushroom) จำนวน 18 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 45 ของเห็ดที่พบทั้งหมด และ (2) กลุ่มเห็ดซิมไบโอซิส (symbiotic mushroom) ได้แก่ กลุ่มเห็ดที่มีความสัมพันธ์กับปลวก (termite mushroom) จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ เห็ดโคนปลวก (Termitomyces globulus), เห็ดโคน (Termitomyces sp.) และกลุ่มเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซา (ectomycorrhizal mushrooms) จำนวน 20 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 50 ของเห็ดที่พบทั้งหมด เห็ดในกลุ่มนี้ เช่น เห็ดไข่เหือง (*Amanita hemibapha*), เห็ดระโงกขาว (*Amanita princeps*), เห็ดเผาะหนัง (*Astraeus odoratus*), เห็ดเสม็ด (*Boletus griseipurpureus*) เห็ดหนอนขาว (*Clavaria vermicularia*), เห็ดน้ำแป้ง (*Russula alboareolata*) เป็นต้น และ พบเห็ดพิษ 1 ชนิด คือ *Entoloma vernum*

พบว่าเห็ดในวงศ์ Marasmiaceae มีความหลากหลายชนิดมากที่สุด จำนวน 7 ชนิด รองลงมาคือ Agaricaceae และ Boletaceae จำนวน 6 ชนิด และ วงศ์ Russulaceae จำนวน 4 ชนิด ตามลำดับ (Figure 2) เห็ดที่สำรวจพบสามารถจำแนกประเภทบทบาทและหน้าที่ในระบบนิเวศได้เป็น 2 กลุ่ม คือ (1) กลุ่มเห็ดแซปโรไฟต์ (saprophytic mushroom) จำนวน 18 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 45 ของเห็ดที่พบทั้งหมด และ (2) กลุ่มเห็ดซิมไบโอซิส (symbiotic mushroom) ได้แก่ กลุ่มเห็ดที่มีความสัมพันธ์กับปลวก (termite mushroom) จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ เห็ดโคนปลวก (*Termitomyces globulus*), เห็ดโคน (*Termitomyces sp.*) และกลุ่มเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซา (ectomycorrhizal mushrooms) จำนวน 20 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 50 ของเห็ดที่พบทั้งหมด เห็ดในกลุ่มนี้ เช่น เห็ดไข่เหือง (*Amanita hemibapha*), เห็ดระโงกขาว (*Amanita princeps*), เห็ดเผาะหนัง (*Astraeus odoratus*), เห็ดเสม็ด (*Boletus griseipurpureus*) เห็ดหนอนขาว (*Clavaria vermicularia*), เห็ดน้ำแป้ง (*Russula alboareolata*) เป็นต้น และ พบเห็ดพิษ 1 ชนิด คือ *Entoloma vernum*

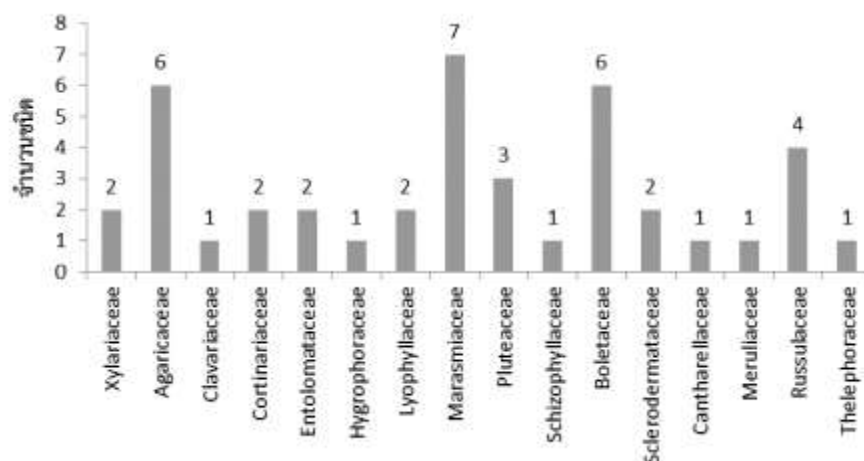


Figure 2 Number of mushroom species in each family in Dry Deciduous forest at Maejo university Phrae campus

การประเมินมูลค่าการใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพ

การประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจ พบว่า จากประชากรทั้งหมด 716 ครัวเรือน ส่วนใหญ่ชาวบ้านมีการเข้าไปใช้ประโยชน์ในการเก็บหาผลผลิตป่าไม้มรอง (minor forest product) ตลอดทั้งปี แต่พบในฤดูฝนมากที่สุด (86.67%) รองลงมาคือฤดูร้อน (10%) ลักษณะการใช้ประโยชน์จากป่า ส่วนใหญ่อาหารที่จะนำไปบริโภคในครัวเรือน มีเพียงเล็กน้อยที่นำจำหน่ายในตลาดหมู่บ้าน เช่น เห็ดระโงกและเห็ดขม เนื่องจากมีปริมาณเห็ดที่ออกมาเยอะ และราคาที่สูงเป็นแรงจูงใจให้นำไปจำหน่าย โดยใช้ประโยชน์พืชอาหารและสัตว์อาหารส่วนใหญ่ ได้แก่ เห็ด หน่อไม้ ผัก แมงมัน ผักหวาน และ ใบมดแดง การประเมินมูลค่าของป่าที่ได้จากพื้นที่ในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ – แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จากการสำรวจพบว่าฤดูฝนให้มูลค่ามากที่สุด คือ 14,442.56 บาท/ครัวเรือน/ปี ส่วนฤดูหนาวและฤดูร้อนมีมูลค่าที่ใกล้เคียงกัน โดยฤดูหนาวมีมูลค่า 1,386.47 บาท/ครัวเรือน/ปี ส่วนฤดูร้อนมีมูลค่า 1,798.41 บาท/ครัวเรือน/ปี ซึ่งมูลค่าที่เกิดขึ้นเป็นมูลค่าที่ไม่เป็นเงินสดเนื่องจากชาวบ้านเข้าไปหาของป่าเพื่อบริโภคในครัวเรือนเป็นส่วนใหญ่ประมาณ ร้อยละ 98 ดังนั้นจึงคำนวณมูลค่าออกมาเป็นมูลค่าที่ไม่เป็นเงินสดรวมเท่ากับ 17,627.44 บาท/ครัวเรือน/ปี ดังนั้นมูลค่ารวมทั้งหมดของผลผลิตที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ทางอ้อมจากป่าเต็งรังของมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ที่ชาวบ้านโดยรอบได้เข้าไปใช้ประโยชน์ในการหาอาหารทั้งที่เป็นพืชอาหารและสัตว์อาหารในพื้นที่ป่าตลอดปี คำนวณเป็นมูลค่าที่ไม่เป็นเงินสดเท่ากับ 12,621,247 บาท/ปี เมื่อคำนวณมูลค่าต่อพื้นที่ป่าทั้งหมดทำให้ทราบข้อมูลที่ไม่เป็นเงินสดที่เกิดจากผลผลิตจากป่าประมาณ 21,760.77 บาท/ไร่

วิจารณ์

ความหลากหลายทางชีวภาพ

เมื่อพิจารณาถึงค่าดัชนีความหลากหลายจะเห็นว่าป่าบริเวณนี้มีค่าใกล้เคียงกับป่าเต็งรังบริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช นครราชสีมา เท่ากับ 2.77 (Sahunalu, 1998) แต่ก็มีค่าน้อยกว่าป่าเต็งรังบริเวณสถานีวนวัฒนวิจัยอินทนิล จังหวัดเชียงใหม่ ก่อนข้างมาก คือ 3.24 (Wattanasuksakul et al., 2012) อาจมีสาเหตุเนื่องจากป่าเต็งรังบริเวณที่ศึกษาตั้งอยู่ใกล้กับชุมชนจึงทำให้เกิดการรบกวนอยู่เป็นประจำจึงส่งผลให้มีความหลากหลายของชนิดพันธุ์พืชต่ำ ซึ่งสังเกตได้จากขนาดพื้นที่หน้าตัดของไม้ใหญ่มีค่าค่อนข้างต่ำในขณะที่ความหนาแน่นมีค่าสูงถึง 3,380 ต้นต่อเฮกเตอร์ แสดงว่าป่าแห่งนี้ประกอบด้วยหมู่ไม้ที่มีขนาดเล็กและขึ้นอยู่อย่างหนาแน่น ซึ่งเป็นผลบ่งชี้ว่าป่าแห่งนี้เคยถูกรบกวนอย่างรุนแรง (Veñago et al. 2018) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงชนิดไม้ที่สำคัญในสังคมพบว่ายังคงเป็นไม้ตระกูลยาง เช่น ยางพลวง ยางเหียง และ เต็ง ที่เป็นไม้เด่น ซึ่งถือว่าเป็นชนิดไม้ดัชนีที่สำคัญของป่าเต็งรัง (Marod and Kutintara, 2011) แต่เมื่อพิจารณาถึงความสามารถของการสืบต่อพันธุ์ของชนิดไม้เหล่านี้ กลับพบว่าไม้เพียง เต็ง เท่านั้นที่ประสบความสำเร็จในการสืบต่อพันธุ์ในระดับลูกไม้และกล้าไม้ เห็นได้จากการปรากฏค่าดัชนีความสำคัญสูงเป็นอันดับแรกทั้งในระดับลูกไม้และกล้าไม้ ส่วน ยางพลวง และ ยางเหียง ยังถือว่าไม่ประสบความสำเร็จ (Table 2) อาจเป็นเพราะปริมาณการติดผลของชนิดไม้ทั้งสอง (สกุล Dipterocarpus) มีน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับไม้เต็ง (สกุล Shorea) อีกทั้งความสามารถในการงอกของเมล็ดและการตั้งตัวของชนิดไม้ทั้งสองเป็นไปได้อย่างลำบากภายใต้การปกคลุมของแม่ไม้ (Larpkern et al., 2017) อย่างไรก็ตามสังคมพืชแห่งนี้ยังเป็นที่อยู่อาศัยที่สำคัญของสัตว์ป่าโดยเฉพาะสัตว์ในกลุ่มนกซึ่งเป็นกลุ่มที่สามารถปรับตัวได้กับสภาพป่าที่ถูกรบกวนและรอดพ้นจากการล่ามากกว่าสัตว์ป่าในกลุ่มอื่นๆ (Pratumtong et al. 2018) นอกจากนี้ พื้นที่ป่าแห่งนี้ยังเป็นถิ่นอาศัยของนกที่ถูกคุกคาม เช่น นกปรอด

หัวโชน ซึ่งเป็นนกที่คนนิยมจับมาเลี้ยงในกรุงจนทำให้ประชากรลดลงอย่างรวดเร็ว (Chidkrua, 1999) นอกจากนั้นยังมีการค้นพบแมลงชนิดใหม่ของโลกในพื้นที่ป่าแห่งนี้คือ ตั๊กแตนแม่โจ้แพร์ (Dawwrueng et al., 2015) แสดงให้เห็นว่าแม่พื้นที่ป่าจะถูกรบกวนจากการหาของป่าแต่หากมีการอนุรักษ์ ป้องกัน และมีการศึกษาทางวิชาการอย่างต่อเนื่องอาจส่งผลให้ค้นพบสิ่งมีชีวิตชนิดใหม่ของโลกได้ ดังนั้นการอนุรักษ์ป่าภายในมหาวิทยาลัยจึงเป็นการช่วยอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพได้อีกทางหนึ่ง

มูลค่าความหลากหลายทางชีวภาพ

เมื่อพิจารณาถึงมูลค่าความหลากหลายทางชีวภาพของทรัพยากรเหล่านี้พบว่ามียุทธค่าสูงถึง 12,621,247 บาท/ปี หรือ ประมาณ 21,760.77 บาท/ไร่ โดยเฉพาะมูลค่าที่ไม่เป็นตัวเงิน เนื่องจากพื้นที่ป่าของมหาวิทยาลัยแห่งนี้มีการเปิดให้ชุมชนโดยรอบสามารถเก็บหาผลิตผลป่าไม้อบได้ จึงถือว่าเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของชุมชนโดยรอบ เนื่องจากหากมีการจัดการป่าชุมชนอย่างเข้มแข็งและมีส่วนร่วมนับเป็นการสร้างความมั่นคงทางอาหารให้แก่ชุมชนได้เช่นกัน (Nuchchom and Boonyanuphap, 2011) จากผลการศึกษาข้างต้นค่อนข้างชัดเจนว่าผลิตผลป่าไม้อบที่ชุมชนนิยมมากที่สุด คือ เห็ดและผักหวาน เนื่องจากป่ามหาวิทยาลัยแห่งนี้มีสภาพเป็นป่าเต็งรังจึงเป็นถิ่นอาศัยที่สำคัญของผักหวาน และเห็ดกลุ่มที่มีความสัมพันธ์เชิงการได้รับประโยชน์ร่วมกับไม้วงศ์ยาง เช่น เห็ดถอบ เห็ดละโงก เห็ดน้ำหมาก และเห็ดน้ำแป้ง เป็นต้น (Chalermpongse, 1999) ซึ่งเห็ดกลุ่มนี้เป็นที่นิยมนำมาเป็นอาหารของชุมชนในทางภาคเหนือ (Seeloy-ounkeaw et al., 2014) ดังนั้นการอนุรักษ์ป่าเต็งรังในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร์ เฉลิมพระเกียรติ นอกจากจะเป็นแหล่งอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพที่สำคัญแล้วยังเป็นการจัดการป่าเพื่อชุมชนช่วยเพิ่มความมั่นคงทางอาหารให้กับชุมชนโดยรอบจึงถือว่าเป็นการจัดการป่าไม้อย่างมีส่วนร่วมและยั่งยืนอีกทางหนึ่ง

สรุปผล

จากผลการศึกษาข้างต้นจะเห็นว่าพื้นที่ป่าเต็งรังภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร์ เฉลิมพระเกียรติ ยังสามารถรักษาความหลากหลายทางชีวภาพไว้ได้เป็นอย่างดี สังเกตได้จากการพบสัตว์ป่าคุ้มครองอยู่หลายชนิด หรือแม้แต่การพบตั๊กแตนสกุลใหม่ของโลก ซึ่งผลการศึกษาในครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าการที่เรารักษาป่าไว้เป็นอย่างดีนั้นเป็นเครื่องยืนยันว่าเราได้ช่วยรักษาความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศได้เช่นกัน แม้ว่าพื้นที่ป่าแห่งนี้จะเป็นเพียงผืนป่าเล็กๆ ในมหาวิทยาลัยก็ตาม โดยส่วนใหญ่เรามักมุ่งเน้นไปที่ผืนป่าอนุรักษ์ขนาดใหญ่ แต่บางครั้งเราอาจมองข้ามป่าผืนเล็กที่อยู่ในรูปของป่าชุมชน หรือป่าตามหัวไร่ปลายนาก็ได้เช่นกัน พื้นที่ป่าในสถาบันการศึกษา ซึ่งเราควรให้ความสำคัญเช่นเดียวกับการรักษาความหลากหลายทางชีวภาพเหล่านี้ไว้ถือว่าเป็นต้นทุนทางทรัพยากรที่สำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านการใช้ประโยชน์ของชุมชนในท้องถิ่น ซึ่งผลการศึกษาบ่งชี้ว่าผืนป่าของมหาวิทยาลัยแห่งนี้สามารถสร้างรายได้ให้กับชุมชนโดยรอบคิดเป็นตัวเงินได้ถึง 12,621,247 บาท/ปี ซึ่งมูลค่าเหล่านี้ก็ถือว่าสูงพอสมควรสำหรับการใช้ประโยชน์ของชาวบ้าน ดังนั้นด้วยต้นทุนความหลากหลายทางชีวภาพเหล่านี้เองอาจเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยแบ่งเบาปัญหาความยากจนและสร้างความมั่นคงทางอาหารให้แก่ชุมชนโดยรอบได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากเงินรายได้ ปีงบประมาณ 2559 ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร์ เฉลิมพระเกียรติ และขอขอบคุณองค์การพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ (อพวช.) และคณะวนศาสตร์ ที่ช่วยสนับสนุนนักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญในการสำรวจจนผ่านไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Agroforestry Department. 2016. **Land use report of Maejo University**, Phrae Campus. Maejo University, Phrae Campus, Phrae (in Thai).
- Chalermpongse, A. 1999. Biodiversity Dynamics of ectomycorrhiza and wood-rotting fungi in forested watershed area of western Thailand. **Thai J. For.** 18: 9-29 (in Thai).
- Chidkrua, p. 1999. Breeding ecology of Red-whiskered Bulbuls (*Pycnonotus jocosus*) reproduction in Phuluang Wildlife Sanctuary, Changwat Loei. **Journal of wildlife in Thailand**, 7(1): 13-23 (in Thai).
- Dawwrueng, P., S. Yu. Storozhenko and L. Asanok. 2015. New grasshoppers of the Tribe Gerenini (ORTHOPTERA: ACRIDIDAE, CATANTOPINAE). **Far Eastern Entomologist**, 299: 1-10.
- Larpkern, P., M. Eriksen and P. Waiboonya. 2017. Diversity and Uses of Tree Species in the Deciduous Dipterocarp Forest, Mae Chaem District, Chiang Mai Province, Northern Thailand. **Naresuan University Journal: Science and Technology**, 25 (3): 43-55.
- Magurran, A.E. 2004. **Measuring Biological Diversity**. Blackwell Publishing, Victoria, Australia.
- Marod, D. and U. Kutintara. 2011. **Forest Ecology**. Faculty of forestry, Kasetsart University, Bangkok (in Thai).
- Nuchchom, N. and J. Boonyanuphap. 2011. Assessment of Production Potential of Medicinal Plants for Sustainable Utilization in Khao Luang Forest Park, Nakhonsawan and Uthaitani Provinces. **Thai J. For.** 30 (1):1-13 (in Thai)
- Pratumtong, D., G. A. Gale, P. Duengkae, N. Pongpattananurak, and V. Chimchome. 2018. The influence of environmental variable on bird community in tropical seasonal forest, Western Thailand. **Journal of Wildlife in Thailand** 25: 49-65.
- Sahunalu, P. 1998. Species diversity of tree in Dry Dipterocarp Forest at Sakaerat. **Thai J. For.** 17: 26-35 (in Thai).
- Seeloy-ounkeaw, T., S. Khamyong and K. Sri-ngernyuang. 2014. Variations of plant species diversity along altitude gradient in conservation and utilization community forests at Nong Tao Village, Mae Wang District, Chiang Mai Province. **Thai J. For.** 33 (2) : 1-18 (in Thai).
- Sutheewasinnon, P. and P. Pasunon. 2016. Sampling strategies for qualitative research. **Parichart Journal**, Thaksin University, 29 (2): 32-48 (in Thai).
- Tedersoo, L. and K. Nara. 2010. General latitudinal gradient of biodiversity is reversed in ectomycorrhizal fungi. **New Phytol.** 185:343-348.
- Vefago, M.B., A.C.da Silva, T. Cuchi, G.N. dos Santos, A. da S. Nunes, L. Carlos, R. Júnior, C.L. Lima , A. Gross, R. de V. Kilca and P. Higuchi. 2019. What explains the variation on the regenerative component dynamics of Araucaria Forests in southern Brazil? **Sci. Agric.** 76: 405-414.
- Wattanasuksakul, S., S. Khamyong, K. Sri-ngernyuang, and N. Anongrak. 2012. Plant Species Diversity and Carbon Stocks in Dry Dipterocarp Forest with and without Fire at Intakin Silvicultural Research Station, Chiang Mai Province. **Thai J. For.** 31 (3) : 1-14 (in Thai)
- Wilson, E.O. 1988. The Current State of Biological Diversity, pp. 3-18 in E.O. Wilson, ed. **Biodiversity**, National Academy Press, Washington D.C.

Wongsiri S. and S. Lrolohakran. 1989. **Biodiversity in Thailand.** ThaiPublica Ltd, Bangkok (in Thai).

Yi, Z., F. Jinchao, X. Dayuan, S. Weiguo and A. Jan. 2011. Insect Diversity: Addressing an Important

เกี่ยวกับวารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย

วารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย (Thai Forest Ecological Research Journal) เป็นวารสารที่พัฒนาต่อเนื่องมาจากการนำเสนอผลงานทางวิชาการจากการประชุมเครือข่ายวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ประเทศไทย (Thai Forest Ecological Research Network, T-FERN) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555 เริ่มตีพิมพ์ครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2560 เพื่อเผยแพร่ความรู้ด้านหลักการและการประยุกต์ทางนิเวศวิทยาป่าไม้ของนักวิจัยชาวไทย หรือต่างชาติ โดยผ่านการตรวจสอบจากคณะผู้เชี่ยวชาญ (peer-review) ด้านการป่าไม้ทั้งในระดับชาติและนานาชาติ

วารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย ตีพิมพ์ผลงานที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยด้านการป่าไม้ ทั้งวิทยาศาสตร์พื้นฐานและประยุกต์หลายด้าน เช่น นิเวศวิทยาป่าไม้ การจัดการป่าไม้ วนวัฒนวิทยา ความหลากหลายทางชีวภาพ ความสัมพันธ์เชิงระบบ การกระจายตามสภาพภูมิประเทศ ลักษณะทางสัณฐานและทางกายภาพของพืชและสัตว์ป่า เป็นต้น โดยจัดพิมพ์ 2 ฉบับต่อปี (เดือนมกราคม-มิถุนายน และ กรกฎาคม-ธันวาคม) โดยศูนย์ประสานงานเครือข่ายวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ประเทศไทย ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำแนะนำสำหรับผู้เขียน

การส่งต้นฉบับ ต้นฉบับต้องไม่เคยลงตีพิมพ์และไม่ได้อยู่ระหว่างกระบวนการพิจารณาตีพิมพ์ในวารสารหรือสิ่งตีพิมพ์อื่นใด ผลงานจัดอยู่ในงานเขียนประเภทใดประเภทหนึ่ง ดังต่อไปนี้ (1) **บทความวิจัย (research article)** เป็นการเสนอผลงานวิจัยแบบสมบูรณ์ที่ผู้เขียนได้ดำเนินการวิจัยด้วยตนเอง (2) **บทความสื่อสารอย่างสั้น (short communications)** เป็นงานวิจัยที่น่าสนใจหรือการค้นพบสิ่งใหม่แต่มีเนื้อหาสมบูรณ์น้อยกว่าบทความวิจัย และ (3) **บทความวิจารณ์ (review article)** เป็นบทความทางวิชาการที่นำเสนอสาระซึ่งผ่านการวิเคราะห์หรือประมวลจากการตรวจเอกสาร ทั้งนี้เรื่องที่เป็นบทความวิจัย และบทความสื่อสารอย่างสั้น จะได้รับพิจารณาให้ลงตีพิมพ์ก่อนเรื่องที่เป็นบทความวิจารณ์

การเตรียมต้นฉบับ

ต้นฉบับ

ต้นฉบับเขียนเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ ที่ผ่านการตรวจทานการใช้ภาษาและคำสะกดต่าง ๆ อย่างถี่ถ้วน ความยาวไม่เกิน 10 หน้ากระดาษ A4 (รวมรูปภาพและตาราง) โดยมีระยะห่างบรรทัดเป็นสองเท่า (double space) และใช้หน่วยวัดในระบบเอสไอ (SI system or International Units)

การพิมพ์

1. การพิมพ์ใช้ตัวอักษร **Angsana New** ขนาด 16
2. หัวข้อหลัก เช่น คำนำ **อุปกรณ์และวิธีการ** ฯลฯ ใช้อักษรตัวหนาและจัดกึ่งกลางหน้า
3. หัวข้อย่อย ใช้อักษรตัวหนาและจัดชิดซ้าย
4. ใส่หมายเลขหน้าบริเวณด้านล่าง จัดกึ่งกลางหน้ากระดาษ
5. ใส่หมายเลขบรรทัด

รายละเอียดของเนื้อหา

หน้าแรก (Title page) เป็นหน้าที่แยกออกจากเนื้อหาอื่น ๆ ประกอบด้วย

1. **ชื่อเรื่อง** เรื่องที่เขียนเป็นภาษาไทย ให้ระบุชื่อเรื่องทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ชื่อเรื่องควรกระชับ และตรงกับเนื้อเรื่อง จัดให้อยู่กึ่งกลางหน้ากระดาษ
2. **ชื่อผู้เขียน** เรื่องที่เขียนเป็นภาษาไทย ใช้ชื่อเต็มทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ไม่ต้องระบุเพศ ยศ หรือ ตำแหน่ง
3. **สถานที่ทำงานของผู้เขียน** ให้ระบุสถานที่ทำงานและที่อยู่ของผู้เขียนทุกท่าน และระบุที่อยู่ติดต่อได้ ของ **ผู้รับผิดชอบหลัก (corresponding author)** พร้อมเบอร์โทรศัพท์ โทรสาร และ E-mail address

เนื้อหาประกอบด้วยหัวข้อหลัก ดังนี้

1. **บทคัดย่อ** สรุปสาระสำคัญของผลงาน ไว้โดยครบถ้วน และมีความยาวไม่เกิน 300 คำ และ ต้องมี บทคัดย่อเป็นภาษาอังกฤษ (**ABSTRACT**) ด้วย (ภาษาไทยและตามด้วยภาษาอังกฤษ) ให้ระบุคำสำคัญ (Keywords) จำนวนไม่เกิน 5 คำไว้ในตอนท้ายของบทคัดย่อ
2. **คำนำ (INTRODUCTION)** อธิบายความสำคัญของปัญหา การตรวจเอกสาร (literature review) เฉพาะ ส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยเท่านั้น และวัตถุประสงค์ของงานวิจัย
3. **อุปกรณ์และวิธีการ (MATERIALS AND METHODS)** โดยเขียนให้กระชับและชัดเจน ไม่พรรณนา วิธีการวิเคราะห์ ใช้วิธีการอ้างอิงชื่อหรือองค์กร เช่น ใช้ตามวิธีของ AOAC (1990)
4. **ผลและวิจารณ์ (RESULTS AND DISCUSSION)** ผลการทดลองและวิจารณ์ผลเขียนในส่วนเดียวกัน
5. **สรุป (CONCLUSION)**
6. **กิตติกรรมประกาศ (ACKNOWLEDGEMENTS)** ถ้ามีไม่ควรเกิน 50 คำ
7. **เอกสารอ้างอิง (REFERENCES)** การอ้างอิงวารสาร ให้พิมพ์ชื่อเต็มวารสาร การเรียบเรียงวารสารให้ เรียบเรียงตามลำดับอักษรในภาษาไทย และตามด้วยภาษาอังกฤษ ก่อนส่งต้นฉบับควรตรวจทาน เอกสารอ้างอิงในเนื้อหาและในท้ายบท ควรตรงกันและถูกต้องตามรูปแบบการเขียนเอกสารอ้างอิง ดังตัวอย่าง (กรณีเอกสารอ้างอิงเป็นภาษาไทยต้องแปลให้เป็นภาษาอังกฤษเพื่ออ้างอิงในบทความ)
 - 7.1 การอ้างอิง (citation) ในเนื้อหาใช้ระบบ name-and-year system
 - 7.2 การเรียงลำดับ ต้องเรียงตามลำดับตัวอักษรชื่อผู้เขียน เอกสารทั้งหมดที่ถูกอ้างอิงในเนื้อหาต้อง ปรากฏในรายการเอกสารอ้างอิงท้ายบทความด้วย
 - 7.3 การเขียนเอกสารอ้างอิงภาษาอังกฤษให้ระบุนามสกุลของผู้เขียนก่อน และตามด้วยชื่ออื่นๆ ซึ่งย่อ เฉพาะอักษรตัวแรก

หนังสือ และตำรา

Kramer, P.J. and T.T. Kozlowski. 1979. **Physiology of Woody Plants**. Academic Press, Inc., New York.

วารสาร

Kongsom, C. and I. A. Munn. 2003. Optimum rotation of *Eucalyptus camaldulensis* plantations in Thailand based on financial return and risk. **Thai Journal of Forestry** 22 (1): 29-35.

Nikles, D. G. 1993. Breeding methods for production of interspecific hybrids in clonal selection and mass propagation programmes in the tropics and subtropics, pp. 218-252. In J. Davidson (ed.) **Regional Symposium on Recent Advances in Mass Clonal Multiplication of Forest Trees for Plantation Programmes**. December 1-8, 1992. FAO/UN, Bogor.

ข้อมูลสารสนเทศจากแหล่งข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์

Sillery, B. 1998. **Urban rain forest: An African jungle come to life on New York's west side, Popular Science**. Available source: <http://www.epnet.com/hosttrial/login.htm>, March 27, 1998.

8. ภาพ (Figure) และตาราง (Table) ต้องมีเนื้อหาและคำอธิบายเป็นภาษาอังกฤษ ให้แสดงเฉพาะข้อมูลที่สำคัญ พร้อมทั้งแนบไฟล์ต้นฉบับของภาพและตาราง ออกจากเนื้อหา

การแจ้งงานผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ผู้เขียนต้องแจ้งงานถึงความต้องการให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาบทความจำนวน 3 ท่าน โดยลงรายละเอียดที่อยู่ หรือ E-mail ของผู้เชี่ยวชาญในแบบเสนอต้นฉบับ

ข้อเสนอแนะในการใช้ภาษา

1. ใช้คำศัพท์ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถานและประกาศของราชบัณฑิตยสถาน
2. การใช้ศัพท์บัญญัติทางวิชาการ ควรใช้ควบคู่กับศัพท์ภาษาอังกฤษ ในครั้งแรกที่ปรากฏในเอกสาร
3. การเขียนชื่อเฉพาะหรือคำแปลจากภาษาต่างประเทศ ควรพิมพ์ภาษาเดิมของชื่อนั้นไว้ในวงเล็บ ในครั้งแรกที่ปรากฏในเอกสาร
4. ไม่ควรใช้ภาษาต่างประเทศในกรณีที่มีภาษาไทยอยู่แล้ว
5. รักษาความสม่ำเสมอในการใช้คำศัพท์และตัวย่อ โดยตลอดทั้งบทความ

การตรวจแก้ไขต้นฉบับ

กองบรรณาธิการ ขอสงวนสิทธิ์ตรวจแก้ไขต้นฉบับที่ส่งมาพิมพ์ทุกเรื่องตามแต่จะเห็นสมควร ในกรณีที่จำเป็น จะส่งต้นฉบับเดิมหรือฉบับที่แก้ไขกลับคืนมายังผู้เขียนเพื่อขอความเห็นชอบอีกครั้ง

การส่งต้นฉบับ

ผู้เขียน จัดส่งต้นฉบับ (manuscript) มาที่กองบรรณาธิการ (E-mail: dokrak.m@ku.ac.th หรือ fformp@ku.ac.th) โดยส่งบทความต้นฉบับจำนวน 1 ชุด และสำเนาจำนวน 2 ชุด หรือทำการส่งบทความผ่านระบบออนไลน์ โดยการสมัครสมาชิก ทางเว็บไซต์ <http://www.tferj.forestku.com> จากนั้นจึงทำการส่งบทความ โดยบันทึกข้อมูล ในรูป Microsoft Office Word และผู้เขียนสามารถตรวจสอบผลการพิจารณาบทความโดย Log in จากชื่อผู้ใช้งาน (user name) และรหัส (password) ที่ได้รับจากการเป็นสมาชิก โดยผู้ทรงคุณวุฒิที่ไม่เปิดเผยอย่างน้อยจำนวน 2 ท่าน จะพิจารณาคุณภาพของบทความที่ปกปิดชื่อผู้ประพันธ์ว่าจะยอมรับเพื่อการตีพิมพ์ (accept) ปฏิเสธ (reject) หรือตีพิมพ์แต่ต้องมีการแก้ไข (accept with revision) ภายในระยะเวลา 2 เดือน กรณีที่มีการแก้ไข ทางวารสารจะส่งข้อพิจารณาและเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ ไปให้กับผู้เขียนดำเนินการแก้ไขปรับปรุง ก่อนที่จะพิจารณาใหม่อีกครั้ง เพื่อยอมรับในการตีพิมพ์ต่อไป

- หมายเหตุ
1. เอกสารที่มีการเตรียมต้นฉบับไม่ถูกต้องตามข้อแนะนำจะไม่ได้รับการพิจารณา
 2. ทางวารสารฯ ขอสงวนสิทธิ์ที่จะไม่คืนเอกสารข้างต้นให้ผู้เขียนไม่ว่ากรณีใด ๆ



วารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย

Thai Forest Ecological Research Journal

ปีที่ 3 ฉบับที่ 1: มกราคม – มิถุนายน 2562

Volume 3 Number 1: January – June 2019

ISSN 2586-9566

สิ่งปกคลุมดินต่อปริมาณผลของการเปลี่ยนแปลงน้ำในลำธารพื้นที่ต้นสถานีวิจัยต้นน้ำแม่กลอง อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี	1
การประยุกต์ใช้เทคนิคความแปรปรวนร่วมแบบหมุนวนเพื่อประเมินการคายระเหยน้ำรายฤดูกาล ในป่าเต็งรังภาคเหนือ ประเทศไทย	15
พลวัตของสังคมพืชและการกักเก็บคาร์บอนของป่าเต็งรังผสมสน ในสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่ ประเทศไทย	28
ความหลากหลายทางชนิดพันธุ์และนิเวศวิทยาของเห็ดป่ากินได้ในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านบุญแจ่ม จังหวัดแพร่	38
ความหลากหลายทางชีวภาพและการประเมินมูลค่าการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ป่าเต็งรังมหาวิทยาลัยแม่โจ้ - แพร่ เฉลิมพระเกียรติจังหวัดแพร่	47