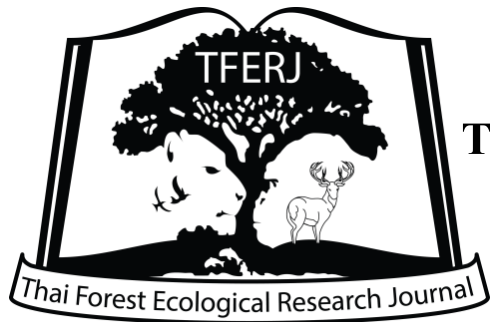




วารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย

Thai Forest Ecological Research Journal

ปีที่ 4 ฉบับที่ 1: มกราคม – มิถุนายน 2563

Volume 4 Number 1: January – June 2020

ISSN 2586-9566



(ภาพ: รศ.ดร.ดอกกรั๊ก มารอด)

ศูนย์ประสานงานเครือข่ายวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ประเทศไทย

คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บรรณาธิการ

เจ้าของ

ศูนย์ประสานงานเครือข่ายวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ประเทศไทย
คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หัวหน้ากองบรรณาธิการ

รศ.ดร.ดอกรัก มารอด

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กองบรรณาธิการ

รศ.ดร.อุทิศ กุญอินทร์

สมาคมศิษย์เก่าวนศาสตร์

รศ.ดร.ประทีป ค้างแค้น

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผศ.ดร.นันทชัย พงษ์พัฒนานุรักษ์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผศ.ดร.กอบศักดิ์ วันธงไชย

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รศ.ดร.สรารุณ 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 คำของ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

รศ.ดร.เกรียงศักดิ์ ศรีเงินขวง

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ผศ.ดร.เชิดศักดิ์ ทพิใหญ่

มหาวิทยาลัยนเรศวร

ดร.ทรงธรรม สุขสว่าง

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

นายชิงชัย วิริยะบัญชา

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

นายสำเริง ปานอุทัย

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

ดร.วรคตต์ แจ่มจำรูญ

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

ผู้จัดการ

นางสาวนันทมน โปธิยะราช

ผู้ช่วยผู้จัดการ

นางสาวอารีรัตน์ ญาณวุฒิ

สำนักงานกองบรรณาธิการ

ศูนย์ประสานงานเครือข่ายวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ประเทศไทย

ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ 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

นิพนธ์ต้นฉบับ (Original article)

ลักษณะเชิงหน้าที่ของพืชและปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการร่วงหล่นและการสะสมของซากพืช พื้นที่ป่าดิบแล้ง บริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมาปณิดา กาจันะ	1
ความหลากหลายของชนิดไม้และปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการกระจายของสังคมพืชป่าผลัดใบ ในป่าชุมชนบ้านแม่เชียงรายลุ่ม จังหวัดลำปางศิริลักษณ์ ธรรมนุ Joosang Chung Hee Han พิพัฒน์ เกตุดี และ นพคุณ แก้วสิงห์	13
ผลประโยชน์และมูลค่านิเวศบริการด้านการเป็นแหล่งผลิตของกลุ่มน้ำย่อยคลองท่าดี จังหวัดนครศรีธรรมราชอาริษา เสมอสา สุรินทร์ อันพรม และ พสุธา สุนทรห้าว	27
ลักษณะสัณฐานวิทยาบางประการของกล้ากาแฟอาราบิก้า 3 ระยะ ที่ปลูกภายใต้สภาพป่าดิบเขาในระดับต่ำในเขตพื้นที่ โครงการฟาร์มตัวอย่างตามพระราชดำริบ้านขุนแตะ อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่พีรพันธ์ ทองเปลว กฤษณะ ทองศรี ธีรานนท์ ปาสุธรรม สุธีระ เข็มอึก เนตรนภา อินสลุค และ วิษณุภาส สังพาลี	41
การประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าบริเวณพื้นที่ซึ่งเผา ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร ด้านตะวันออก จังหวัดตากสิริวัฒน์ หวังดี วรงค์ สุขเสวต อิงอร ไชยเชศ ปิยะ ภิญโญ และ ประทีป ค้วงแ	56
การกระจายของพรรณพืชและซากพืช ในพื้นที่ป่าเต็งรังพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ – แพร่ เฉลิมพระเกียรติจิราพร ปักเขตานัง รัชนาวรรณ จอมป้อ อรรถกฤษณ์ เชื้อกรด สุณิสา คัมภักดิ์ และ ต่อลาก คำโย	68

นิพนธ์ต้นฉบับ

ลักษณะเชิงหน้าที่ของพืชและปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการร่วนหล่นและการสะสมของซากพืช
พื้นที่ป่าดิบแล้ง บริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา

ปณิดา กาจันนะ^{1*}

รับต้นฉบับ: 4 เมษายน 2563

ฉบับแก้ไข: 27 มีนาคม 2563

รับลงพิมพ์: 29 เมษายน 2563

บทคัดย่อ

ปริมาณซากพืชบนพื้นป่าในระบบนิเวศเป็นเหมือนแหล่งธาตุอาหารหมุนเวียนในระบบนิเวศและแปรเป็นสารอาหารสำหรับสิ่งมีชีวิตในดิน ซึ่งในสังคมพืชมีปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อ การร่วนหล่น การสะสม และการย่อยสลายของซากพืชแตกต่างกัน โดยองค์ประกอบเชิงหน้าที่ของพืชที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของซากพืช และปัจจัยแวดล้อมอื่น ๆ โดยในพื้นที่ที่ผ่านการบุกรุกปัจจัยต่าง ๆ ดังกล่าวได้มีการเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการร่วนหล่นของซากพืช รวมไปถึงการสะสมของซากพืชในป่าดิบแล้ง ในป่าธรรมชาติ และป่าทดแทน โดยทำการวางแผนศึกษาในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช ในเดือนมิถุนายน 2557 ถึงเดือนพฤษภาคม 2558 โดยการตั้งตะแกรงรองรับซากพืช และวางแผนเก็บตัวอย่างซากพืชบนพื้นป่า นำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับปัจจัยลักษณะเชิงหน้าที่ของพืช (functional traits) และปัจจัยแวดล้อม (microenvironments) ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณซากพืชที่ร่วนหล่น และการสะสมซากพืชบนพื้นป่า มีค่าสูงมากที่สุด ในช่วงเดือนมกราคมทั้งสองพื้นที่ โดยปริมาณซากพืชที่ร่วนหล่น และการสะสมของซากพืชนั้น ได้รับอิทธิพลของความแตกต่างของฤดูกาล นอกจากนี้ปัจจัยองค์ประกอบทางเคมีของซากพืช ได้แก่ เส้นใยในใบ มีอิทธิพลต่อการสะสมของซากพืชบนพื้นดินมากที่สุด ทั้งนี้ภายในปัจจัยทั้งหมด ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความชื้น (ความชื้นดิน อุณหภูมิ และปริมาณแสง) มีอิทธิพลต่อการร่วนหล่นและการย่อยสลาย โดยการคงอยู่ของซากพืชบนพื้นป่าในช่วงฤดูแล้งเป็นผลให้มีการกระบวนการย่อยสลายซากพืชที่ช้าลงและสะสมซากบนพื้นป่ามากขึ้น โดยในพื้นที่ป่าดิบแล้งในป่าธรรมชาติมีสารอาหารที่คงอยู่และช่วยให้มีการหมุนเวียนที่ยาวนานมากยิ่งขึ้นมากกว่าป่าทดแทน ซึ่งการศึกษานี้สามารถประยุกต์ข้อมูลเพื่อการจัดการพื้นที่และฟื้นฟูป่าในพื้นที่อื่นๆ ในลำดับต่อไป

คำสำคัญ : การร่วนหล่นของซากพืช การสะสมซากพืชบนพื้นป่า ลักษณะเชิงหน้าที่ของพืช ปัจจัยแวดล้อม
ป่าดิบแล้ง

¹ ภาควิชาเกษตรที่สูงและทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

*ผู้รับผิดชอบบทความ: E-mail: panida.k@cmu.ac.th

ORIGINAL ARTICLE

Tree Functional Characteristics and Microenvironment Factors Affecting Litter Production and Litter Accumulation in Dry Evergreen Forest in Sakaerat Environment Research Station, Nakhon Ratchasima Province

Panida Kachina ^{1*}

Received: 4 April 2020

Revised: 27 April 2020

Accepted: 29 April 2020

ABSTRACT

The litter dynamics as litter production and litter accumulation are particularly important in the nutrient allocation of forest ecosystems to the soil, where vegetation depends on turned-over nutrients from the plant detritus. Recently, the disturbances such as logging, or land-use change can change microenvironmental which influences on the ecosystem functions. To detect how changing litter dynamics by functional traits and microenvironment during the succession, we investigated the microenvironment variables and functional compositions of tree communities that affect litter production, litter accumulation and decay efficiency in Dry Evergreen Forests (DEF) at Sakaerat Environmental Station. The litter collecting traps and litter accumulation frames were set up in each plot. Monthly litter production showed a similar pattern between old-growth and secondary forests with a prominent peak during January (dry season). The annual litter production and accumulation were affected by month and interaction between month and successional stage. Litter production and decomposition were affected by microenvironment (as soil moisture, air temperature, and canopy openness) while litter accumulation was affected by litter quality as lignin. In addition, in old growth of DEF had higher remain nutrients than the secondary growth. This knowledge can be applied as nutrient supporting management on forest restoration in other disturbed areas.

Keyword: litter production, litter accumulation, functional traits, microenvironments, dry evergreen forest

¹ Department of Highland Agriculture and Natural Resources Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai Province, Thailand 50200

*Corresponding author: E-mail: panida.k@cmu.ac.th

คำนำ

การย่อยสลายเป็นกระบวนการสำคัญในระบบนิเวศซึ่งเป็นส่วนที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนธาตุอาหารในระบบนิเวศป่าไม้ (Swift *et al.*, 1979) ปริมาณซากพืชบนพื้นป่าที่มีการคงอยู่หรือสะสมเป็นเหมือนแหล่งธาตุอาหารที่สำคัญสิ่งมีชีวิตในดินและเห็ดราได้ใช้ในการเติบโตผ่านกระบวนการย่อยสลายซากพืช โดยเป็นปฏิสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างสิ่งมีชีวิตที่อาศัยชนิดต่างๆ ที่อาศัยอยู่ร่วมกันในดิน (Berg and McClaugherty, 2008) ธาตุอาหารที่ได้คืนสู่ดินพืชจะสามารถนำไปใช้ในกระบวนการเติบโตและการสร้างโครงสร้างต่างๆ โดยพืชแต่ละชนิดมีความแตกต่างในการดูดธาตุอาหารไปใช้รวมไปถึงการสะสมไว้ตามส่วนต่างๆ ของต้น โดยเฉพาะในใบซึ่งเป็นส่วนที่มีสัดส่วนของซากพืชบนพื้นป่ามากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับส่วนอื่นๆ (Barlow, 2007) นอกจากนี้ การสลายตัวของซากพืชในป่าแต่ละประเภทในแต่ละพื้นที่ ลักษณะภูมิอากาศของแต่ละระบบนิเวศ ถือเป็นปัจจัยที่ควบคุมอัตราการย่อยสลายรวมไปถึงการคงอยู่ของซากพืชบนพื้นป่า โดยอัตราการย่อยสลายในเขตร้อนชื้นสูงมักมีค่าสูงกว่าพื้นที่ที่มีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าและพื้นที่ที่แห้งแล้ง รวมไปถึงฤดูกาลที่มีการแยกอย่างชัดเจนในบางระบบนิเวศเนื่องจาก อุณหภูมิ และความชื้นที่เหมาะสม ส่งผลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน (Bardgett, 2005)

ปัจจัยที่มีสำคัญในกระบวนการย่อยสลาย นอกเหนือจากปัจจัยสิ่งแวดล้อม คือ สมบัติของซากพืช (Litter quality) (Aerts, 1997; Cornwell *et al.*, 2008) การศึกษาลักษณะเชิงหน้าที่ของพืชนั้นมีส่วนช่วยในการเข้าใจถึงสมบัติของซากพืชใน

กระบวนการทำงานต่าง ๆ ของพืชในระบบนิเวศรวมไปถึงกระบวนการย่อยสลาย (Diaz and Cabido, 2001) ซึ่งความแตกต่างของการย่อยสลายของซากพืชบางระบบนิเวศได้รับอิทธิพลจากลักษณะเชิงหน้าที่ของพืชบางประการ เช่น ความเหนียวของใบ (leaf toughness) มวลใบต่อพื้นที่ (Leaf mass per area; LMA) ปริมาณไนโตรเจนในใบ (Nitrogen concentration) ปริมาณลิกนินในใบ (Leaf lignin) ความเข้มข้นของฟีนอล (Phenol concentration) และ ความเข้มข้นของแทนนิน (Tannin concentration) ในใบพืช โดยปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ ส่งผลต่อการทำงานของสิ่งมีชีวิตในดินได้แก่ พืชที่มีไนโตรเจนสูงมักจะมีการอัตราการย่อยสลายสูง หรือมีการย่อยสลายของพืชที่มีค่าแทนนินในใบสูงได้ช้ากว่าชนิดอื่น (Berg *et al.*, 1993; Kurokawa and Nakashizuka, 2008) ดังนั้นการย่อยสลายของระบบนิเวศจะถูกกำหนดโดยความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบชนิดในสังคมพืช สภาพภูมิอากาศ และสิ่งมีชีวิตในดิน

การบุกรุกพื้นที่ป่าและการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปัจจัยแวดล้อม (Microenvironments) และองค์ประกอบพรรณพืช (Forest composition) ที่ปรากฏในภายหลังที่มีการทดแทน ทำให้ส่งผล กระทบต่อการย่อยสลายในระยะต่อมา เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมที่อาจต่างไปจากระบบนิเวศเดิม ส่งผลต่อเนื่องสังคมของสิ่งมีชีวิตในดินที่ปรากฏและมีหน้าที่ควบคุมการย่อยสลายของซากพืชในระดับสังคมพืช โดยจากการศึกษา Hättenschwiler and Gasser (2005) พบว่าการย่อยสลายตัวของพืชในพื้นที่ที่ผ่านการบุกรุกมาก่อนมีแนวโน้มที่จะมีอัตราการย่อยสลายของพืชที่สูง

กว่าพื้นที่ที่ไม่ผ่านการบุกรุก เนื่องจากองค์ประกอบของชนิดที่ปรากฏ และค่าลักษณะเชิงหน้าที่บางประการของบางชนิดมีความแตกต่างกัน เช่น พื้นที่ที่ผ่านการฟื้นฟูจะปรากฏชนิดที่มีค่ามวลใบต่อพื้นที่ใบต่ำและไนโตรเจนในใบสูง ค่าความเหนียวใบ ความหนาของใบต่ำ (ซึ่งเป็นลักษณะบางประการของไม้เบิกนำ) รวมไปถึงองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ เช่น ลิกนินและแทนนินของใบพืชที่มีค่าสูงกว่าพืชที่ปรากฏในพื้นที่ที่ไม่ผ่านการบุกรุก เป็นต้น เป็นผลให้องค์ประกอบดังกล่าวเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อการย่อยสลายทั้งนี้ในแต่ละสังคมพืชปรากฏลักษณะทางปัจจัยแวดล้อมที่แตกต่างส่งผลให้มีอัตราการย่อยสลายที่แตกต่างกันไปด้วย

จากความแตกต่างของปัจจัยต่างๆ ที่อาจมีอิทธิพลต่อการย่อยสลายระดับสังคมพืชในสถานีวิจัยสะแกราช การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบและประเมินปัจจัยองค์ประกอบเชิงหน้าที่และปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการการร่วงหล่นของซากพืชและการสะสมซากพืชบนพื้นป่าภายหลังการทดแทนของสังคมพืชป่าดิบแล้งซึ่งจะช่วยให้สามารถประเมินศักยภาพของการหมุนเวียนธาตุอาหารในระดับสังคมพืช ในกระบวนการการทดแทนของป่าดิบแล้งภายหลังจากการถูกบุกรุก และประเมินปริมาณซากร่วงหล่นที่สามารถเปลี่ยนเป็นธาตุอาหารในการหมุนเวียนในระบบนิเวศ

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่ศึกษา

สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช ตั้งอยู่ในอำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา (14°

29' N, 101° 55' E) ความสูงจากระดับน้ำทะเล 250-600 เมตร อุณหภูมิเฉลี่ย 19.4-34.9 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนต่อปี 900-1,200 มิลลิเมตร มีช่วงฤดูแล้ง 6 เดือน (พฤศจิกายนถึง เมษายน) ที่เป็นช่วงที่มีปริมาณน้ำฝนต่ำกว่า 100-350 มม. มีพื้นที่ครอบคลุม 81 ตารางกิโลเมตร มีสังคมพืชหลักสองชนิด ได้แก่ ป่าเต็งรัง และป่าดิบแล้ง ในอดีตนั้น พบการบุกรุกบริเวณชายขอบของพื้นที่สถานี โดยเปลี่ยนพื้นที่ป่าเป็นพื้นที่เกษตรกรรม แต่ปัจจุบันมีการปล่อยให้ทดแทนตามธรรมชาติประมาณ 30 ปี (Trisurat, 2010) ชนิดไม้เด่น ที่พบในพื้นที่บริเวณป่าดิบแล้ง คือ ตะเคียนหิน (*Hopea ferrea*) เลี่ยมคะนอง (*Shorea henryana*) ตะแบกกราย (*Lagerstroemia duppreana*) กระเบา ก ลัก (*Hydnocarpus ilicifolius*) กัดลิ้น (*Walsura trichostenon*) พลองกินลูก (*Memecylon ovatum*), พลองจืดขาว (*Memecylon caeruleum*) และ ค้างคาว (*Aglaia edulis*) (Lamotte et al., 1998 and Sahunalu, 2009) ลักษณะดินถูกจำแนกเป็น Ultisols ทั้งในป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง (Sakurai et al., 1998)

2. การเก็บข้อมูล

2.1 ชนิดไม้และลักษณะเชิงหน้าที่ของพืช

คัดเลือกพื้นที่ศึกษาเพื่อทำการวางแผนขนาด 10x10 ม. จำนวน 6 แปลง ในพื้นที่ป่าดิบแล้ง 2 ลักษณะ คือ ป่าธรรมชาติ (Old-growth forest; O) และป่าดิบแล้งทดแทน (Secondary forest; S) พื้นที่ละ 3 แปลงตัวอย่าง โดยมีระยะห่างระหว่างแปลงมากกว่า 100 เมตร ภายในแปลงขนาด 10x10 เมตร ทำการสำรวจชนิดไม้

และวัดขนาดลำต้นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (diameter at breast height, DBH, ที่ระดับความสูง 1.30 เมตร) ตั้งแต่ 4.5 ซม. ขึ้นไป จำแนกชนิดและบันทึกข้อมูล ทำการเก็บตัวอย่างพืชจากชนิดที่พบในแปลง ชนิดละ 3 ต้น (ต้นละ 1 ตัวอย่าง) เพื่อประเมินองค์ประกอบเชิงหน้าที่ของพืช (plant functional traits) ที่ตอบสนองการย่อยสลาย โดยทำการเก็บตัวอย่างใบสดในถุงพลาสติกเมื่อนำกลับไปยังห้องปฏิบัติการที่สถานี ทำการวัดคุณสมบัติของใบโดยการประเมินความหนาใบ (Leaf thickness, LTh) ด้วยเครื่องมือ 0.001 mm Electronic Thickness Gauge การประเมินความเหนียวของใบ (leaf toughness, LT) ด้วยเครื่องมือ Force gauges meter SHAHE SF-500 มวลต่อพื้นที่ของใบ (Leaf mass per area, LMA) วิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในใบ (Total nitrogen, LNC) ประเมินด้วย NC analyzer และการประเมินร้อยละปริมาณลิกนินในใบ (Lignin) ด้วยเทคนิค Acetyl bromide procedure

ในแปลงศึกษาทำการสำรวจปัจจัยแวดล้อม (Microenvironment) ในช่วงเดือนสิงหาคม 2557 และ มีนาคม 2558 ได้แก่ การประเมินร้อยละแสงผ่านเรือนยอด (Canopy openness) ด้วยภาพถ่าย Hemispheric photo โดยถ่ายภาพในแต่ละช่วงเวลาจำนวน 3 จุดในแต่ละแปลง วัดอุณหภูมิผิวดิน (Soil temperature) ด้วย HOBO data logger จำนวน 2 จุด ในแต่ละแปลง โดยทำการบันทึกเป็นรายชั่วโมง เป็นระยะเวลา 12 เดือนภายในช่วงที่ทำการศึกษา ในช่วงระยะเวลาที่ศึกษาได้ทำการเก็บตัวอย่างดินจำนวนแปลงละ 5 จุด เพื่อศึกษาสมบัติดิน ได้แก่ ความชื้นดิน (Soil moisture) ด้วยการอบตัวอย่างดินที่ความร้อน 60 องศาเซลเซียส

เป็นระยะเวลา 72 ชั่วโมง และชั่งน้ำหนักแห้ง (Oven dry weight, g) เพื่อประเมินเปอร์เซ็นต์ความชื้นดิน (%) ทดสอบความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) ด้วย เครื่อง Digital pH Meter Probe Analysis Tester วิเคราะห์ปริมาณไนเตรต (NO_3^-) และแอมโมเนีย (NH_4^+) ในดิน ทำการสกัดตัวอย่างและนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ Plant Ecology มหาวิทยาลัยโทโฮกุ ประเทศญี่ปุ่น

2.2 การร่วกล่น และการสะสมซากพืช

ในพื้นที่ป่าธรรมชาติ และป่าทดแทนภายในแปลงขนาด 10x10 เมตร ทำการตั้งตะแกรงรองรับซากพืช (Litter trap) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร สูงจากพื้นป่า 1 เมตร แปลงละ 2 ตะแกรง จากนั้นทำการเก็บซากพืชในตะแกรงทุกเดือนเป็นระยะเวลา 1 ปี (12 เดือน) ระหว่างเดือนมิถุนายน 2557 -พฤษภาคม 2558 โดยในแต่ละช่วงเวลาการเก็บตัวอย่างซากพืชก็ทำการสุ่มวางแปลงขนาด 0.5x0.5 เมตร จำนวน 2 แปลง เพื่อศึกษาการสะสมของซากพืชบนพื้นป่า (Litter accumulation) และเก็บตัวอย่างซากพืชในแปลงนำกลับมายังห้องปฏิบัติการ ทำการอบตัวอย่างซากพืชที่ความร้อน 60 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 72 ชั่วโมงและชั่งน้ำหนักแห้ง (Oven dry weight, g) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ทำการชั่งน้ำหนักซากพืชทั้งหมด (Total litter fall, g)

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การย่อยสลายระดับสังคมพืช

วิเคราะห์การย่อยสลายระดับสังคมพืชด้วยการคำนวณค่า Decay coefficient (D) จากการศึกษาของ Olsen (1963) ตามสมการ $D = L/X$

ที่ได้จากสัดส่วนของซากร่วงหล่น (Annual litter fall, L) ต่อปริมาณซากบนพื้นดิน (Amount litter on the ground, X)

3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมและลักษณะเชิงหน้าที่

ทำการคำนวณลักษณะเชิงหน้าที่เป็นค่าถ่วงน้ำหนักของสังคมพืช (Community weight mean, CWM) โดยค่า S คือจำนวนชนิดไม้ที่พบทั้งหมดในแปลง w_i คือขนาดพื้นที่หน้าตัดสัมพัทธ์ (Relative basal area) ของชนิด i และค่า x_i คือค่าลักษณะเชิงหน้าที่ (Functional traits, log-transformed) ของแต่ละชนิด (i th species)

$$CWM = \sum_{i=1}^S w_i \times x_i$$

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของพืช และปัจจัยสิ่งแวดล้อม ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principle Coordination Analysis, PCA) และเลือกค่าแกนที่มีความสัมพันธ์กันของปัจจัยแวดล้อม (Eigenvector scores > 1) เป็นตัวแปรอธิบาย (x) จากนั้นวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปริมาณซากร่วงหล่นและปริมาณซากที่สะสมอยู่ (y) ด้วยสมการเชิงเส้น (Regression model) เพื่อเปรียบเทียบปัจจัยและอิทธิพลของการทดแทน (Successional stage) ได้แก่ พื้นที่ป่าธรรมชาติ (Old growth forest; O) และพื้นที่ป่าทดแทน (Secondary forest; S) และทดสอบอิทธิพลร่วม (Interaction) ระหว่างเดือน (month) และอิทธิพลของการทดแทน โดยวิเคราะห์ PCA ด้วยฟังก์ชัน prcomp วิเคราะห์ความแปรปรวนของประชากร

ด้วยฟังก์ชัน Anova (Car package) และ การวิเคราะห์ โมเดลเชิงเส้น ด้วยฟังก์ชัน lm ในโปรแกรม R version 3.4.1

ผลและวิจารณ์

องค์ประกอบพรรณไม้ป่าดิบแล้ง

ผลการศึกษา พบชนิดไม้จำนวน 34 ชนิด (Species) 32 สกุล (Genera) 20 วงศ์ (Families) สามารถแบ่งได้ เป็นพื้นที่ป่าธรรมชาติ จำนวน 11 ชนิด 11 สกุล 10 วงศ์ มีความหนาแน่น 1,866 ต้นต่อเฮกแตร์ และป่าทดแทน จำนวน 23 ชนิด 22 สกุล 15 วงศ์ มีความหนาแน่น 2,000 ต้นต่อเฮกแตร์ จากการวิเคราะห์ พบว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์ไม้ทุกต้นในพื้นที่ป่าธรรมชาติมีขนาดพื้นที่หน้าตัดมากกว่าพันธุ์ไม้ในป่าทดแทนอย่างไม่มีนัยสำคัญ (Figure 1a) ในขณะที่ค่าเฉลี่ยระหว่างแปลงสำรวจของจำนวนต้นและจำนวนชนิด ในพื้นที่ป่าทดแทนมีค่ามากกว่าพื้นที่ป่าธรรมชาติอย่างไม่มีนัยสำคัญ (Figure 1b and c)

การร่วงหล่นและการสะสมของซากพืชบนพื้นป่า

ปริมาณซากร่วงหล่นทั้งหมด (total litter) ในป่าดิบแล้งทั้งสองพื้นที่ พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.10 ± 2.85 เมกกะกรัมต่อเฮกแตร์ต่อปี และมีปริมาณซากสะสมเท่ากับ 4.05 ± 0.45 เมกกะกรัมต่อเฮกแตร์ต่อปี โดยแยกเป็นป่าธรรมชาติ (O) เท่ากับ 13.52 ± 0.73 และ 4.43 ± 0.39 เมกกะกรัมต่อเฮกแตร์ต่อปี ตามลำดับ และปริมาณซากร่วงหล่นและการสะสมซากพืชบนพื้นป่าในป่าทดแทน (S) เท่ากับ 18.68 ± 1.19 และ 3.84 ± 0.23 เมกกะกรัมต่อเฮกแตร์ต่อปี ตามลำดับ โดยจากภาพรวม ปริมาณซากร่วงหล่นมีค่ามากในช่วงเดือนมกราคมในป่า

ธรรมชาติ และมีรูปแบบที่คล้ายคลึงกันในพื้นที่ป่า
ทดแทน (Figure 2) จากการวิเคราะห์
ความสัมพันธ์พบว่า ปริมาณซากพืชร่วงหล่น การ
สะสมของซากพืช ได้รับอิทธิพลของความ
แตกต่างของเดือน ($p < 0.001$) ซึ่งมีส่วนเกี่ยวเนื่อง
ของฤดูกาล (Season) ที่พืชมีการผลัดใบในช่วงฤดู
แล้ง (ช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึง เมษายน) แต่ทั้งนี้
ปริมาณซากพืชร่วงหล่นของซากพืชไม่มีความ
แตกต่างกันระหว่างพื้นที่ป่าธรรมชาติและป่า
ทดแทน และทั้งสองพื้นที่ที่มีอิทธิพลร่วมระหว่าง
ปริมาณการร่วงหล่นในแต่ละเดือน กล่าวคือ
ในช่วงเดือนมิถุนายน (ฤดูฝน) ปริมาณซากพืชใน

ป่าทดแทนสูงกว่าป่าธรรมชาติ ขณะที่ในช่วงเดือน
มกราคม (ฤดูแล้ง) พันธุ์ไม้ในป่าธรรมชาติมีการ
ร่วงหล่นของซากพืชสูงกว่า โดยทั่วไปแล้วป่าดิบ
แล้งถูกจัดให้เป็นป่าไม่ผลัดใบ แต่จะมีการร่วง
หล่นของใบสูงในฤดูแล้ง แม้ว่าป่าทดแทนของป่า
ดิบแล้งจะมีการทดแทนมาเป็นระยะเวลานาน และ
มีจำนวนชนิดไม้มากกว่าป่าธรรมชาติ แต่มีการ
ร่วงหล่นสูงกว่า ซึ่งพืชบางชนิด อาจจะมีการ
ตอบสนองต่อฤดูกาล (ฤดูแล้ง) มากกว่าชนิดไม้ที่
ปรากฏในป่าธรรมชาติ

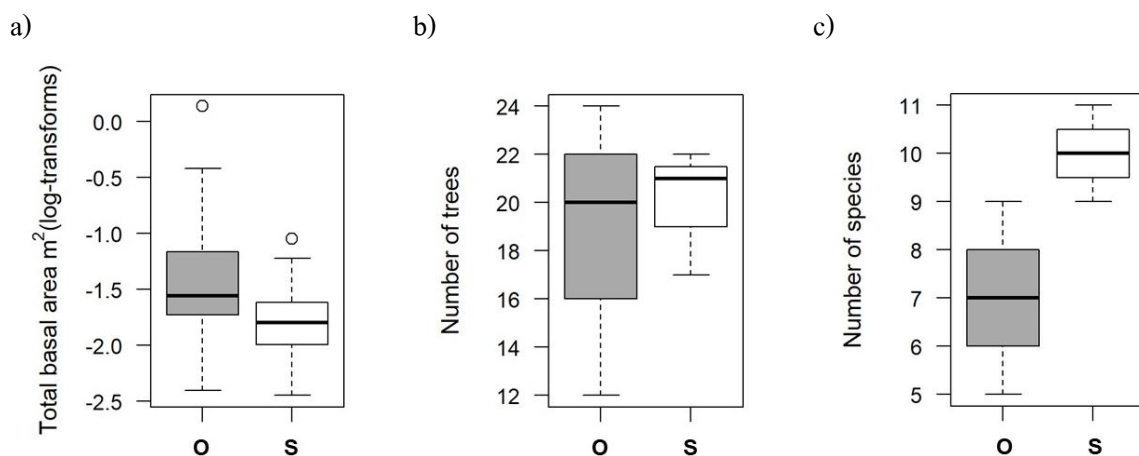


Figure 1 Quantitative values in old growth (O) and secondary forest (S) of DEF; a) total basal area of trees (the $\log_{10}$ -transformed values), b) number of trees and c) number of species.

ผลการศึกษการสะสมของซากพืชบน
พื้นป่าพบว่าปริมาณซากพืชสะสมมีความ
แตกต่างกันตามช่วงเวลา (Figure 2) ปริมาณซาก
ที่สะสมในพื้นที่ป่าธรรมชาติมีค่าสูงกว่าพื้นที่ป่า
ทดแทนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)
(Figure 3a) นอกจากนี้พบว่าการสะสมซาก
ได้รับอิทธิพลจากปัจจัยร่วมระหว่างอิทธิพล
ความแตกต่างของเดือนและปัจจัยพื้นที่การ
ทดแทนอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.001$, Figure 3b)

อย่างไรก็ตามพบว่าปริมาณซากพืชที่สะสมบน
พื้นที่ในช่วงเดือนมกราคมและกุมภาพันธ์ การคง
อยู่ของซากพืชบนพื้นป่าธรรมชาติมีค่าสูงกว่าป่า
ทดแทน (Figure 2b) โดยที่ในช่วงเดือนอื่น ๆ มี
ปริมาณที่ใกล้เคียงกัน สอดคล้องกับผลการศึกษา
อัตราการย่อยสลายซากพืช (Figure 3c) แสดงให้
เห็นว่าพื้นที่ป่าทดแทนมีการย่อยสลาย หรือการ
หมุนเวียนธาตุอาหารได้ดีกว่าป่าธรรมชาติ

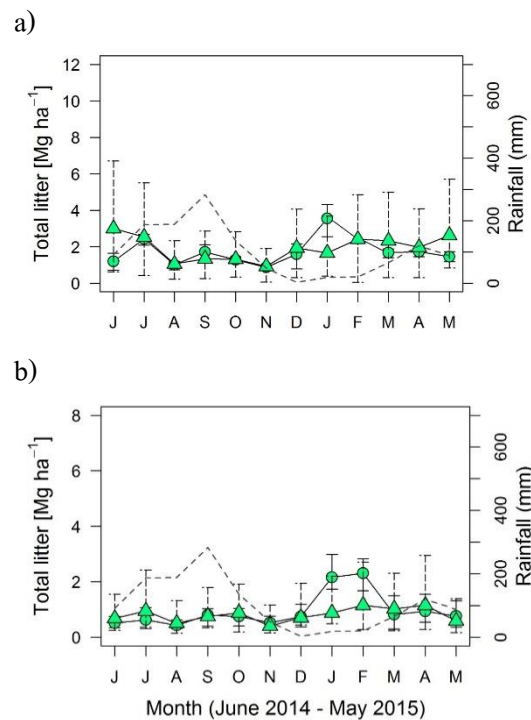


Figure 2 Mean monthly litter production (a) and mean monthly litter accumulation (b) in old-growth (O), which was presented by a circle (●), secondary (S), which was presented by a triangle (▲), and dash line presented rainfall amount.

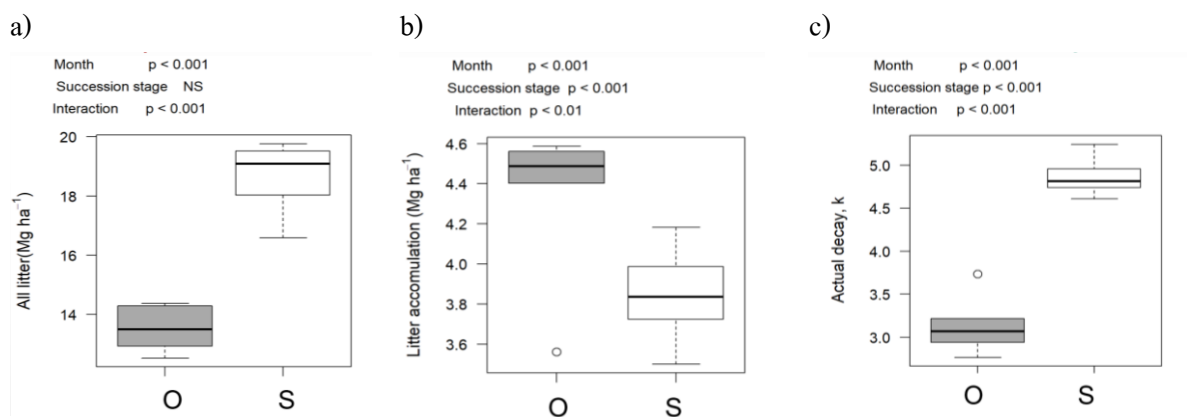


Figure 3 All litter amount (a), litter accumulation (b) and actual decay (C) in old growth (O) and secondary forests (S) of DEF.

อาจเนื่องมาจากจำนวนชนิดที่มากกว่าในป่าทดแทน ส่งผลให้มีความหลากหลายขององค์ประกอบเชิงหน้าที่สูงไปด้วย ทั้งนี้ในป่าทดแทนมักเป็นพื้นที่ที่มีความหลากหลายสูงจากการปรากฏของพันธุ์ไม้เบิกนำโดยเฉพาะเมื่อ

ระยะเวลาผ่านไปเป็นเวลานานพื้นที่ป่าทดแทนจะมีการปรากฏร่วมกันของไม้เบิกนำและไม้พื้นถิ่น สมบัติของไม้เบิกนำนั้นมีลักษณะเป็นไม้โตเร็ว มักมีแผ่นใบบาง และใบมีค่าไนโตรเจนสูง จึงทำให้ย่อยสลายได้อย่างรวดเร็ว (Diaz and Cabido,

2001) สอดคล้องกับปริมาณซากร่วงหล่นและการสะสมบนพื้นป่าที่กลุ่มของชนิดไม้ระหว่างสองพื้นที่ที่มีความแตกต่างกันทำให้มีการร่วงหล่นของซากพืชแตกต่างกันในแต่ละเดือน

ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบเชิงหน้าที่และปัจจัยแวดล้อมของป่าดิบแล้ง

จากการวิเคราะห์ค่า PCA สามารถจัดลำดับความสัมพันธ์ขององค์ประกอบเชิงหน้าที่ของชนิดในป่าดิบแล้ง โดยแบ่งความสัมพันธ์ได้ 2 แกน ได้แก่ แกนที่ 1 (PC1.cwm) องค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์กันคือ ปริมาณไนโตรเจน มวลใบต่อพื้นที่ผิวใบ ความหนาของใบ และความเหนียวของใบ ส่วนแกนที่ 2 (PC2.cwm) คือ ปริมาณลิกนิน (Figure 4a) โดยความสัมพันธ์ของปัจจัยขององค์ประกอบเชิงหน้าที่แกนที่ 1 เป็นแกนที่แสดงความสัมพันธ์เกี่ยวกับการเติบโตและการสร้างโครงสร้างของพืช (Plant Productivity) ในขณะที่แกนที่ 2 เป็นแกนที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ลิกนินที่เป็นองค์ประกอบคาร์บอนสายยาวของพืชช่วยเสริมสร้างความแข็งแรงและความเหนียวของใบ ในขณะที่ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแวดล้อมจากค่าแกน PCA สามารถแบ่งความสัมพันธ์ได้ 2 แกนเช่นกัน คือ แกนที่ 1 (PC1.env) ได้แก่ อุณหภูมิผิวดิน ความชื้นดิน ปริมาณแสงผ่านเรือนยอด ที่มีทิศทางเดียวกับอุณหภูมิ และมีทิศทางตรงกันข้ามกับความชื้นของดิน และค่าความเป็นกรดด่าง และ แกนที่ 2 (PC2.env) ได้แก่ ปริมาณไนเตรต (NO_3^-) และแอมโมเนีย (NH_4^+) ในดิน (Figure 4b) แกนที่มีความสัมพันธ์อันดับแรกนั้นเป็นแกนที่เกี่ยวข้องกับแสงและความชื้นเป็นหลัก

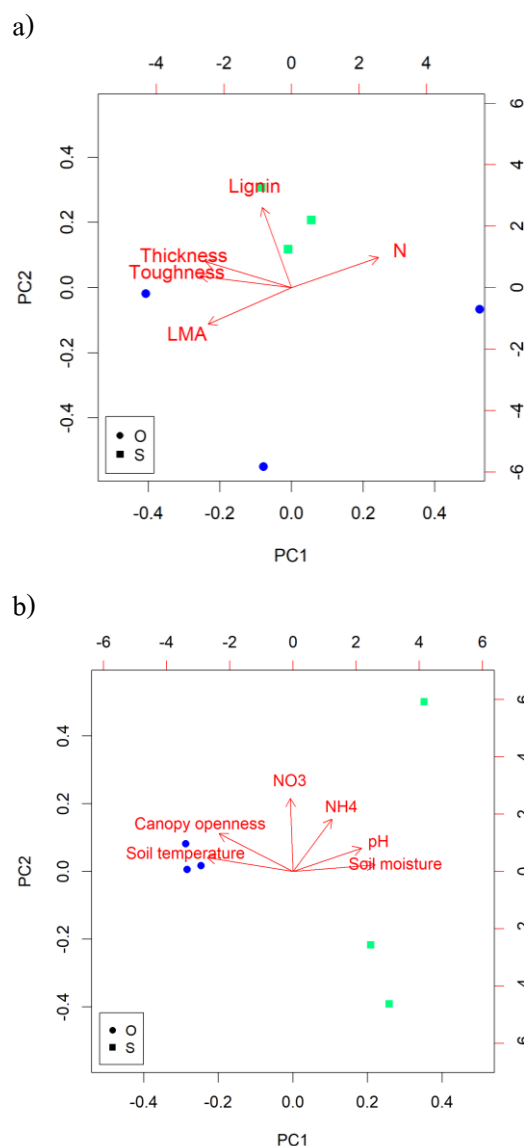


Figure 4 The relationship between the first and second PC axes derived from PCA with all study functional traits (a) and all microenvironment factors (b). Each point represented study plots.

จากค่าแกนแสดงว่าปริมาณแสงที่เพิ่มสูงทำให้ความชื้นดินลดลงและอุณหภูมิที่ผิวดินสูงขึ้น ในขณะที่แกนที่ 2 มีความสัมพันธ์กับไนโตรเจนในดินซึ่งมีความสัมพันธ์กับสัตว์ในดินและสมบัติซากพืชไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งมี 1 แปลง (S3) ของป่าทดแทนที่ได้รับอิทธิพลของแกนนี้มากกว่าอีก 2 แปลง (S1 และ S2)

อิทธิพลของปัจจัยองค์ประกอบเชิงหน้าที่และปัจจัยแวดล้อมต่อปริมาณการร่วงหล่นและการสะสมซากพืช

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณซากร่วงหล่น การสะสมซากบนพื้นป่า และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยสลายระดับสังคม ระหว่างปัจจัยองค์ประกอบเชิงหน้าที่และปัจจัยแวดล้อมแวดล้อม โดยพิจารณาจากค่า estimate ของสมการ lm ระหว่างปัจจัยแวดล้อม

และปัจจัยสมบัติซากพืช (PC1.env, PC2.env, PC1.cwm และ PC2.cwm) ที่มีอิทธิพลต่อปริมาณซากพืช การสะสมซากพืช และการย่อยสลายในระบบนิเวศ พบว่าการร่วงหล่นของซากพืช และค่า Decay efficiency (D) ได้รับอิทธิพลจากค่า PC1.env มากที่สุด (Figure 5a และ 5c) กล่าวคือการร่วงหล่นของพืชเพิ่มมากขึ้น เมื่ออุณหภูมิดินสูงขึ้น ความชื้นดินลดลง และปริมาณแสงส่องผ่านเรือนยอดเพิ่มมากยิ่งขึ้น

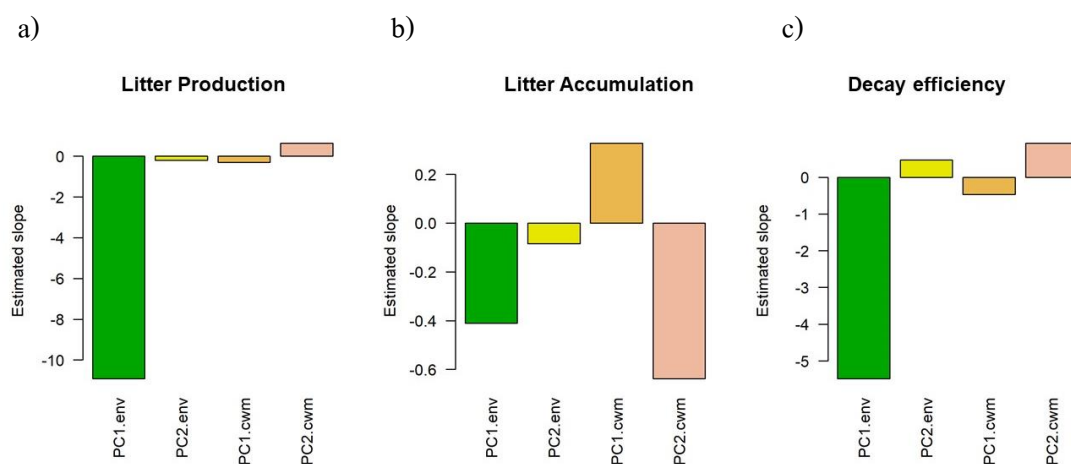


Figure 5 The regression coefficient to score of PC1.env (annual soil temperature, soil moisture, canopy openness, and pH), the score of PC2.env (NO_3^- , NH_4^+) score of PC1.cwm (LMA, LTh, LT and LNC), the score of PC2.cwm (lignin) on leaf litter production (a), leaf litter accumulation (b), and litter decay efficiency in a community (c).

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณซากร่วงหล่น การสะสมซากบนพื้นป่า และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยสลายระดับสังคมระหว่างปัจจัยองค์ประกอบเชิงหน้าที่และปัจจัยแวดล้อมโดยพิจารณาจากค่า estimate ของสมการ lm ระหว่างปัจจัยแวดล้อมและปัจจัยสมบัติซากพืช (PC1.env, PC2.env, PC1.cwm และ PC2.cwm) ที่มีอิทธิพลต่อปริมาณซากพืช การสะสมซากพืช และการย่อย

สลายในระบบนิเวศ พบว่าการร่วงหล่นของซากพืช และค่า Decay efficiency (D) ได้รับอิทธิพลจากค่า PC1.env มากที่สุด (Figure 5a และ 5c) กล่าวคือการร่วงหล่นของพืชเพิ่มมากขึ้น เมื่ออุณหภูมิดินสูงขึ้น ความชื้นดินลดลง และปริมาณแสงส่องผ่านเรือนยอดเพิ่มมากยิ่งขึ้นขณะที่การย่อยสลายในระดับสังคมมีความเกี่ยวข้องกับแกน PCA เดียวกัน คือเมื่ออุณหภูมิที่ผิวดินเพิ่มสูงขึ้น ความชื้นลดลง

สัตว์หน้าดินหรือแมลงในดินที่อาศัยอยู่ที่ความลึก 0-5 เซนติเมตร จะหยุดกิจกรรมการย่อยซากพืชบริเวณผิวดิน (Bardgett, 2005) สอดคล้องกับการสะสมของซากพืชบนพื้นป่า โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลมากกว่าปัจจัยอื่น ๆ คือ PC2.cwm ได้แก่ ปริมาณร้อยละลิกนินในใบ และ PC1.env (Figure 5b) ซึ่งการสะสมของซากบนพื้นป่านั้นมีความเกี่ยวเนื่องกับสมบัติองค์ประกอบทางเคมีของซาก เช่น หากมีลิกนินสูง ส่งผลให้การจุลินทรีย์และแมลงหน้าดินย่อยซากพืชได้ช้าลง ประกอบกับความเหมาะสมในการย่อยสลายจำเป็นต้องมีปัจจัยสภาพอากาศที่มีความชื้นและอุณหภูมิสูง ดังนั้น ในป่าดิบแล้งปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการร่วงหล่น และการย่อยสลายได้รับอิทธิพลจากสภาพอากาศมากที่สุด ส่วนปัจจัยด้านองค์ประกอบทางเคมีของซากนั้นมีอิทธิพลต่อการสะสมของซากบนพื้นดิน

สรุป

ปริมาณการร่วงหล่นของซากพืชภายในป่าดิบแล้งของพื้นที่ศึกษา ไม่มีความแตกต่างระหว่างพื้นที่ป่าธรรมชาติและป่าทดแทน โดยได้รับอิทธิพลด้านปัจจัยแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับความชื้นและแสงมากกว่าปัจจัยองค์ประกอบเชิงหน้าที่ของพืช ในขณะที่การสะสมซากพืชบนพื้นป่าในป่าธรรมชาตินั้นมีค่าสูงกว่าป่าทดแทน และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยสลายในระดับสังคมในป่าทดแทนนั้นสูงกว่าป่าธรรมชาติ โดยการคงอยู่ของซากพืชนั้นได้รับอิทธิพลจากสมบัติของซากพืชมากที่สุด (ลิกนิน) อาจรวมถึงองค์ประกอบของชนิดที่หลายหลายมากกว่าในป่าทดแทน มีความเกี่ยวข้องกับกิจกรรมของสัตว์และแมลงในดิน แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ป่าทดแทนบริเวณสถานีวิจัย

สิ่งแวดล้อมสะแกราช การย่อยสลาย หรือการหมุนเวียนธาตุอาหารเป็นไปได้ดีกว่าป่าธรรมชาติ แต่ทั้งนี้การคงอยู่ของซากพืชบนพื้นป่ายาวนานกว่านั้นเป็นการยืดระยะเวลาให้ระบบนิเวศมีปริมาณธาตุอาหารที่คงอยู่ในซากและค่อย ๆ ปลดปล่อยลงสู่ดิน ซึ่งในป่าธรรมชาติมีค่าสัดส่วนที่น้อยกว่าป่าทดแทน (จากค่าสัมประสิทธิ์การย่อยสลาย) อย่างไรก็ตาม ในป่าดิบแล้งนี้ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการร่วงหล่น และการย่อยสลายได้รับอิทธิพลจากสภาพอากาศมากที่สุด ซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการหมุนเวียนธาตุอาหารในระบบนิเวศป่าดิบแล้งได้

ข้อเสนอแนะ

ควรดำเนินการศึกษาการย่อยสลายเป็นรายชนิดเนื่องจากมีส่วนช่วยในการพิจารณาเพื่อใช้ในการประยุกต์เลือกชนิดไม้ที่เหมาะสมในการฟื้นฟูป่า เพื่อเร่งให้มีการหมุนเวียนธาตุอาหารและเพิ่มความสมบูรณ์ดินช่วยทำให้การฟื้นตัวของป่ามีประสิทธิภาพและประสบความสำเร็จมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- Aerts, R. 1997. Climate, leaf litter chemistry and leaf litter decomposition in terrestrial ecosystems: a triangular relationship. **Oikos**: 439-449.
- Bardgett, R., 2005. **The biology of soil: a community and ecosystem approach**. Oxford university press.
- Barlow J., Gardner, T.A., Ferreira LV, Peres CA. 2007. Litter fall and decomposition in primary, secondary, and plantation forests in the Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management** 247: 91-97.

- Berg, B., Berg, M. P., Bottner, P., Box, E., Breymeyer, A., De Anta, R.C., Couteaux, M., Escudero, A., Gallardo, A., and W. Kratz. 1993. Litter mass loss rates in pine forests of Europe and Eastern United States: some relationships with climate and litter quality. **Biogeochemistry** 20: 127-159.
- Berg, B., and C. McClaugherty. 2008. **Plant litter. Decomposition, humus formation, carbon sequestration. 2nd Ed.** Springer.
- Cornwell, W.K., Cornelissen, J. H. C., Amatangelo, K., Dorrepaal, E., Eviner, V. T., Godoy, O., Hobbie, S. E., Hoorens, B., Kurokawa, H., and N. Pérez-Harguindeguy. 2008. Plant species traits are the predominant control on litter decomposition rates within biomes worldwide. **Ecology Letters** 11: 1065-1071.
- Diaz, S., and M. Cabido. 2001. Vive la difference: plant functional diversity matters to ecosystem processes. **Trends in Ecology & Evolution** 16: 646-655.
- Hättenschwiler, S., and P. Gasser. 2005. Soil animals alter plant litter diversity effects on decomposition. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America** 102: 1519-1524.
- Kurokawa, H., and T. Nakashizuka. 2008. Leaf herbivory and decomposability in a Malaysian tropical rain forest. **Ecology** 89: 2645-2656.
- Lamotte, S., Gajasen, J., and F. Malaisse. 1998. Structure diversity in three forest types of north-eastern Thailand (Sakaerat Reserve, Pak Tong Chai). **Biotechnologie, agronomie, société et environnement** 2: 192-202.
- Olson, J. S. 1963. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. **Ecology** 44: 322-331.
- Sahunalu, P. 2009. Stand structure and species composition in the long term dynamic plots of Sakaerat deciduous dipterocarp forest, northeastern Thailand. **Journal of Forest Management** 3: 1-15.
- Sakurai, K., Tanaka, S., Ishizuka, S., and M. Kanzaki. 1998. Differences in soil properties of dry evergreen and dry deciduous forests in the Sakaerat Environmental Research Station. **Tropics** 8: 61-80.
- Schindler, M. H., and M. O. Gessner. 2009. Functional leaf traits and biodiversity effects on litter decomposition in a stream. **Ecology** 90: 1641-1649.
- Smith, V. C., and M. A. Bradford. 2003. Litter quality impacts on grassland litter decomposition are differently dependent on soil fauna across time. **Applied Soil Ecology** 24: 197-203.
- Swift, M. J., Heal, O. W., and J. M. Anderson. 1979. **Decomposition in terrestrial ecosystems.** Univ of California Press.
- Trisurat, Y. 2010. Land use and forested landscape changes at Sakaerat Environmental Research Station in Nakhorn Ratchasima province, Thailand. **Ekológia (Bratislava)** 29: 99-10.

นิพนธ์ต้นฉบับ

ความหลากหลายของชนิดไม้และปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการกระจายของสังคมพืชป่าผลัดใบ
ในป่าชุมชนบ้านแม่เชียงรายลุ่ม จังหวัดลำปาง

ศิริลักษณ์ ธรรมนู^{1,2*} Joosang Chung^{1,3} Hee Han⁴ พิพัฒน์ เกตุดี² และ นพคุณ แก้วสิงห์⁵

รับต้นฉบับ: 25 กุมภาพันธ์ 2563

ฉบับแก้ไข: 26 มีนาคม 2563

รับลงพิมพ์: 3 เมษายน 2563

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลาย และองค์ประกอบชนิดของไม้ต้น รวมถึงปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เป็นตัวกำหนดการปรากฏของชนิดไม้ในสังคมป่าผลัดใบของป่าชุมชนบ้านแม่เชียงรายลุ่ม ตำบลแม่พริก อำเภอแม่พริก จังหวัดลำปาง โดยเก็บรวบรวมข้อมูลแปลงตัวอย่าง ขนาด 40 x 40 เมตร จำนวน 25 แปลง ด้วยวิธีการสุ่มสำรวจอย่างเป็นระบบ (Systematic sampling method) ในพื้นที่ป่าชุมชน จำนวน 24,000 ไร่ และเก็บปัจจัยสิ่งแวดล้อมเพื่อทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ต่อการปรากฏและการกระจายของชนิดไม้ด้วยวิธีการจัดลำดับหมู่ไม้ (Canonical correspondence analysis, CCA) ผลการศึกษาความหลากหลายของชนิดไม้ พบว่า ป่าชุมชนแห่งนี้ มีค่าความหลากหลายชนิดตาม Shannon-Wiener Index เท่ากับ 2.491 ± 0.281 ซึ่งประกอบด้วยชนิดไม้ทั้งหมด 197 ชนิด 144 สกุล ใน 62 วงศ์ สามารถจำแนกหมู่ไม้ ออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ หมู่ไม้ป่าเต็งรังที่มีไม้เต็ง และมะค่าแต่เป็นไม้เด่น (*Shorea obtusa*-*Sindora siamensis* Stand) หมู่ไม้ป่าเต็งรังที่มีไม้รัง และเต็งเป็นไม้เด่น (*Shorea siamensis*-*Shorea obtusa* Stand) และหมู่ไม้ป่าผสมผลัดใบหรือป่าเบญจพรรณ (Mixed deciduous Stand) และผลการวิเคราะห์การจัดลำดับหมู่ไม้ ด้วยวิธีการ CCA พบว่า ความสูงจากระดับน้ำทะเล ระยะห่างจากลำน้ำ ความชื้นในดิน อินทรีย์วัตถุในดิน และระยะห่างจากหมู่บ้าน เป็นปัจจัยสิ่งแวดล้อมหลักที่ส่งผลต่อการกระจายและการปรากฏขององค์ประกอบชนิดไม้ ดังนั้น การเพิ่มความชุ่มชื้นในดิน การป้องกันไฟป่า การคัดเลือกชนิดไม้ที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่เพื่อปลูกฟื้นฟูในระบบนิเวศป่าไม้ รวมถึงการกำหนดกฎระเบียบและติดตามการใช้ประโยชน์ จึงมีความสำคัญต่อการจัดการพื้นที่ป่าชุมชนบ้านแม่เชียงรายลุ่ม

คำสำคัญ: ความหลากหลายของชนิดไม้ ป่าผลัดใบ ปัจจัยสิ่งแวดล้อม การจัดการป่าชุมชน

¹Department of Forest Sciences, Seoul National University, Seoul, South Korea 08826

²กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900

³Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul, South Korea 08826

⁴Department of Forest Policy and Economics, National Institute of Forest Science, Seoul, South Korea 02455

⁵กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กรุงเทพฯ 10900

* ผู้รับผิดชอบบทความ: E-mail: luckpp60@hotmail.com

ORIGINAL ARTICLE

**Tree Species Diversity and Environmental Factors Affecting Distribution in Ban Mae Chiang Rai
Lum Community Forest, Lampang Province**

Siriluck Thammanu^{1,2*} Joosang Chung^{1,3} Hee Han⁴ Pipat Ketdee² and Noppakoon Gaewsingha⁵

Received: 25 February 2020

Revised: 26 March 2020

Accepted: 3 April 2020

ABSTRACT

This study aims to assess the impact of environmental factors on tree species and biodiversity in the Ban Mae Chiang Rai Lum Community Forest in Lampang Province. Twenty-five, 40 x 40 m (0.16 ha) sample plots were established and analyzed to project the biodiversity of the total 3,925 ha area. The ecological gradient of vegetation was evaluated through a Canonical Correspondence Analysis (CCA) and then used to examine the environmental factors that impacted tree species composition and distribution. The results show that the Shannon-Wiener Index of the community forest was 2.491 ± 0.281 , encompassing 197 species, 144 genera and 62 plant families. The cluster analysis classified the forest communities into three stands; *Shorea obtusa-Sindora siamensis* stand, *Shorea siamensis-Shorea obtusa* stand, and mixed deciduous stand. The CCA ordination identified that elevation, distance to streams, soil moisture, organic matter, and distance to communities were the most impactful factors on species composition and distribution. Therefore, increasing soil moisture, protecting from forest fires and selecting relevant species to restore the forest ecosystem are important strategies for community forest management. Furthermore, the utilization of forest resources by the community should be regulated and monitored for sustainability.

Keyword: tree species diversity, deciduous forest, environmental factors, community forest management

¹Department of Forest Sciences, Seoul National University, Seoul, South Korea 08826

²Royal Forest Department, Bangkok, Thailand 10900

³Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul, South Korea 08826

⁴Department of Forest Policy and Economics, National Institute of Forest Science, Seoul, South Korea 02455

⁵Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok, Thailand 10900

* Corresponding author: E-mail: luckpp60@hotmail.com

คำนำ

ประเทศไทยจัดอยู่ในประเทศที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง ด้วยมีระบบนิเวศป่าไม้ที่หลากหลาย มีพื้นที่ป่าไม้ปกคลุม 31.68% ของพื้นที่ทั้งหมดของประเทศ (RFD, 2019) ประกอบด้วยชนิดพืช ประมาณ 15,000 ชนิด หรือ 8% ของชนิดพืชที่พบทั่วโลก (ONEP, 2009)

ในด้านการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพพรรณพืชนั้น มีรายงานว่า ประชาชนประมาณ 23 ล้านคน อาศัยอยู่ในหรือใกล้บริเวณพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติได้ประโยชน์จากการใช้ผลิตภัณฑ์ป่าไม้รอง (Non-timber forest products, NTFPs) เพื่อตอบสนองต่อความต้องการขั้นพื้นฐานในการดำรงชีวิตและสร้างรายได้ให้แก่ครัวเรือน (Witchawutipong, 2005) ดังนั้น การอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพของชนิดพืชจึงเป็นประเด็นสำคัญอย่างยิ่งในการจัดการทรัพยากรป่าไม้เพื่อการตอบสนองประโยชน์ต่อความต้องการของประชาชนในปัจจุบัน

แนวคิดด้านการจัดการป่าชุมชนได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากในการจัดการป่าไม้อย่างยั่งยืน โดยประเทศไทยได้ดำเนินการส่งเสริมการดำเนินงานด้านป่าชุมชนมาตั้งแต่ปี 2530 โดยที่กรมป่าไม้ ได้ทำการขึ้นทะเบียนจัดตั้งเป็นป่าชุมชนในปี 2543 (RFD, 2014) และล่าสุดได้มีประกาศใช้พระราชบัญญัติป่าชุมชน เมื่อวันที่ 24 พฤษภาคม 2562 ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้ราษฎรในชุมชนได้มีส่วนร่วมในการจัดการป่าชุมชนกับภาครัฐอย่างถูกต้องตามกฎหมาย (Community Forest Act, 2019) จากข้อมูลตั้งแต่ปี 2543 จนถึงปัจจุบัน มีชุมชนได้ขึ้นทะเบียนจัดตั้งป่าชุมชนกับกรมป่าไม้ไปแล้ว มากกว่า 17,400 แห่ง

ครอบคลุมพื้นที่กว่า 7.6 ล้านไร่ หรือประมาณ 7% ของพื้นที่ป่าไม้ในประเทศ (RFD, 2020)

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าการดำเนินการจัดการป่าชุมชนในประเทศไทยที่ผ่านมาค่อนข้างประสบความสำเร็จในด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ รวมถึงสามารถอำนวยความสะดวกให้แก่ประชาชนท้องถิ่นในด้านการยังชีพและสร้างรายได้ให้กับชุมชน แต่ยังคงพบว่า มีความสูญเสียความหลากหลายของชนิดพันธุ์พืชเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ชนิดพืชอย่างน้อย 1,442 ชนิด ถูกจัดอยู่บัญชีพืชที่ถูกคุกคาม (DNP, 2017) โดยจากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า ปัจจัยสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะดิน และการใช้ประโยชน์จากมนุษย์ เป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อชนิดพืชในระบบนิเวศป่าไม้ในหลาย ๆ พื้นที่ (Oliveira-Filho *et al.*, 1998; Zhang *et al.*, 2013; Zhao *et al.*, 2015) เช่น ความสูงจากระดับน้ำทะเลเดิมมีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบและการกระจายของชนิดไม้ในอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ (Teejuntuk *et al.*, 2003) ระยะห่างจากลำน้ำมีอิทธิพลต่อการปรากฏของชนิดไม้ในสังคมพืชบริเวณ Gobin Sugar Reservoir (Sarvade *et al.*, 2016) ความชื้นในดินมีผลต่อลักษณะการเจริญเติบโตของพืชในสังคมพืชป่าเขาหินปูน (Asanok and Marod, 2016) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินส่งอิทธิพลต่อความสัมพันธ์ระหว่างสังคมพืชและปัจจัยสิ่งแวดล้อมของ Tropical Juri Forest (Sarker *et al.*, 2014) ในขณะที่ที่ตั้งของหมู่บ้านส่งผลกระทบต่อชนิดไม้ในป่าของ Fereydan ซึ่งสะท้อนถึงการใช้ประโยชน์จากชุมชน (Eghdami *et al.*, 2019) นอกจากนี้ ข้อมูลการศึกษาในระดับพื้นที่ในด้านที่เกี่ยวข้องกับ

ชนิดไม้ เพื่อใช้สำหรับการวางแผนการจัดการป่าไม้ในพื้นที่ป่าชุมชนของประเทศไทยยังมีอยู่อย่างจำกัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสังคมพืชป่าผลัดใบ (Deciduous forests) ที่มีกระจายอยู่ทั่วประเทศกว่า 18% ของพื้นที่ป่าทั้งหมด (RFD, 2019) ซึ่งจากผลดังกล่าวอาจกระทบต่อการบริหารจัดการป่าชุมชนให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของประชาชน ดังนั้น การศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการประเมินความหลากหลายของชนิดไม้ในพื้นที่ป่าชุมชน และศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อการกระจายและการปรากฏของหมู่ไม้ (stand) ซึ่งนับว่าเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญเพื่อการจัดการป่าชุมชนอย่างยั่งยืนต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ป่าชุมชนบ้านแม่เชียงรายลุ่ม หมู่ที่ 3 ตำบลแม่พริก อำเภอแม่พริก จังหวัดลำปาง ซึ่งชุมชนได้ดำเนินการขึ้นทะเบียนเป็นป่าชุมชนกับกรมป่าไม้ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551 มีเนื้อที่ 24,000 ไร่ สภาพป่าเป็นป่าผลัดใบ (Deciduous forests) ประกอบด้วยป่าเต็งรัง (Deciduous dipterocarp forest) และป่าผสมผลัดใบหรือป่าเบญจพรรณ (Mixed deciduous forest) พื้นที่ที่มีความสูงอยู่ระหว่าง 140 – 660 เมตรจากระดับน้ำทะเล ถึงแม้ว่าชุมชนได้ทำการกำหนดระเบียบการใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้ภายในป่าชุมชน ขณะที่หน่วยงานภาครัฐก็มีส่วนช่วยสนับสนุนให้การใช้ประโยชน์ดังกล่าวให้มีความยั่งยืน แต่ก็ยังพบขาดการเชื่อมต่อด้านการดำเนินงานที่มีส่วนร่วมระหว่างหน่วยงานมาก ดังนั้น การศึกษาป่าชุมชน

บ้านแม่เชียงรายลุ่มซึ่งเป็นป่าชุมชนขนาดใหญ่ที่มีการบริหารจัดการร่วมกันระหว่างราษฎรในชุมชนกับภาครัฐ อาจเป็นแนวทางสำหรับการจัดการป่าชุมชนอย่างยั่งยืนให้แก่พื้นที่อื่น ๆ ของประเทศไทยได้เป็นอย่างดี

2. การเก็บข้อมูล

2.1 ข้อมูลด้านองค์ประกอบของชนิดไม้

วางแผนแปลงตัวอย่าง ขนาด 40 x 40 เมตร จำนวน 25 แปลง ด้วยวิธีสำรวจอย่างเป็นระบบ (Systematic sampling method) ในแต่ละแปลงแบ่งแปลงย่อยขนาด 10 x 10 เมตร เพื่อเก็บข้อมูลไม้ใหญ่ (Tree) หรือไม้ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (Diameter at breast height, DBH) ตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตร จากนั้นสร้างแปลงย่อยขนาด 4 x 4 เมตร และ 1 x 1 เมตร เก็บข้อมูลไม้รุ่น (Sapling) ไม้ที่มี DBH น้อยกว่า 4.5 เซนติเมตร และมีความสูงมากกว่า 1.30 เมตร และกล้าไม้ (Seedling) หรือไม้ที่มีความสูงน้อยกว่า 1.30 เมตร ตามลำดับ

2.2 ข้อมูลด้านปัจจัยสิ่งแวดล้อม

ทำการรวบรวมข้อมูลปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะดิน และการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ รวมจำนวน 8 ปัจจัยทั้งทางด้านลักษณะภูมิประเทศ ได้แก่ ความสูงจากระดับน้ำทะเล (Elevation, EL) ทิศด้านลาด (Aspect, AS) และระยะห่างของแปลงตัวอย่างจากลำน้ำ (Distance to streams, DS) ด้วยวิธีประมาณค่าในช่วง (Interpolation) จากแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 โดยเครื่องมือ Topo to raster toolbox ในโปรแกรม ArcGIS ส่วนปัจจัยด้านลักษณะดิน ทำการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 15-20 เซนติเมตร จำนวน 3 จุดในแต่ละ

แปลงตัวอย่าง ในช่วงฤดูฝน (เดือนมิถุนายน-กรกฎาคม 2561) แล้วทำการวิเคราะห์สมบัติดินในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ความเป็นกรดด่าง (Soil acidity, pH) อินทรีย์วัตถุในดิน (Organic matter, OM) ฟอสฟอรัสในดิน (Available phosphorus, P) และความชื้นในดิน (Soil moisture, SM) ส่วนปัจจัยผลกระทบจากการใช้ประโยชน์จากมนุษย์ทำการแปลงข้อมูลระยะห่างจากแปลงตัวอย่างถึงหมู่บ้าน (Distance to communities, DC) ด้วยวิธีเช่นเดียวกับปัจจัยด้านลักษณะภูมิประเทศข้างต้น

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ดัชนีค่าความสำคัญ (Importance value index, IVI)

วิเคราะห์ดัชนีค่าความสำคัญของชนิดไม้ ด้วยการคำนวณจากผลรวมของค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative density, RD) ค่าความถี่สัมพัทธ์ (Relative frequency, RF) และค่าความเด่นสัมพัทธ์ (Relative dominance, RD_o) (Curtis and McIntosh, 1951)

3.2 การจัดกลุ่มหมู่ไม้ (Stand clustering)

จำแนกหมู่ไม้ ด้วยการวิเคราะห์การจัดกลุ่ม (Cluster analysis) ตามวิธี Relative Sorensen Distance และ Ward's Linkage Method ด้วยโปรแกรม PC.ORD version 5.10 โดยใช้ดัชนีค่าความสำคัญของไม้ใหญ่ (Tree IVI) ในแปลงตัวอย่างทั้งหมด (จำนวน 25 แปลง)

3.3 ความหลากหลายชนิด (Species diversity)

วิเคราะห์ดัชนีความหลากหลาย จากดัชนีค่าความหลากหลายชนิดของ Shannon-Wiener Index (H') อ้างอิงจาก Magurran (2004) ดังนี้

$$H' = -\sum p_i (\ln p_i)$$

เมื่อ H' คือ ดัชนีความหลากหลายชนิดของ

Shannon-Wiener

Pi คือ อัตราส่วนของชนิดที่ i ต่อจำนวน

ตัวอย่างทั้งหมด เมื่อ i = 1, 2, 3, ..., S

3.4 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแวดล้อมและการกระจายของหมู่ไม้

ศึกษาปัจจัยแวดล้อมที่ส่งผลต่อการกระจายของพรรณไม้ในแต่ละหมู่ไม้ โดยใช้ดัชนีค่าความสำคัญของไม้ใหญ่ (Tree) และตัวแปรด้านปัจจัยแวดล้อม คือ ความสูงจากระดับน้ำทะเล ทิศด้านลาด ระยะห่างจากลำน้ำ ความเป็นกรดด่าง อินทรีย์วัตถุในดิน ฟอสฟอรัสในดิน ความชื้นดิน และระยะห่างจากหมู่บ้าน มาวิเคราะห์การจัดลำดับหมู่ไม้ (Stand ordination analysis) ตามวิธี Canonical correspondence analysis (CCA) (McCune and Grace, 2002) ด้วยโปรแกรม PC.ORD version 5.10

ผลและวิจารณ์

1. การจัดกลุ่มหมู่ไม้และองค์ประกอบของชนิดไม้

สำรวจพบชนิดไม้ ในป่าชุมชนบ้านแม่เชียงรายลุ่ม จำนวน 197 ชนิด 144 สกุล 62 วงศ์ จำแนกเป็นชนิด ไม้ใหญ่ (Tree) ไม้รุ่น (Sapling) และกล้าไม้ (Seedling) จำนวน 129, 99 และ 141 ชนิด ตามลำดับ มีวงศ์ไม้เด่นจากความหลากหลาย ได้แก่ ไม้วงศ์ยาง (Dipterocarpaceae) วงศ์ถั่ว (Fabaceae) วงศ์ยางพารา (Euphorbiaceae) วงศ์สมอ (Combretaceae) วงศ์มะแฟน (Burseraceae) วงศ์ถอบแถบ (Connaraceae) และวงศ์ตะแบก (Lythraceae) ผลการวิเคราะห์การจัดกลุ่มหมู่ไม้ (Cluster analysis) ตามวิธีของ Ward's Method

ด้วยการจัดกลุ่มตามค่าสัมประสิทธิ์ความคล้ายคลึงของ Sorensen ที่ 25 เปอร์เซนต์ สามารถจัดจำแนกหมู่ไม้ออกเป็น 3 กลุ่ม (Figure 1) คือ

(1) หมู่ไม้เต็งและมะค่าแต้ (*Shorea obtusa-Sindora siamensis* Stand, SOS) ประกอบด้วย 10 แปลงตัวอย่าง พบชนิดไม้จำนวน 63 ชนิด มีความหนาแน่น 736.88 ต้นต่อเฮกแตร์ เมื่อพิจารณาชนิดไม้เด่นจากดัชนีค่าความความสำคัญ (IVI) ของชนิดไม้ใน 5 ลำดับแรก คือ เต็ง (*Shorea obtusa*, 60.41) มะค่าแต้ (*Sindora siamensis*, 37.08) แดง (*Xylia xylocarpa*, 36.42) มะกอกเกลื้อน (*Canarium subulatum*, 18.67) และ กำรอก (*Eillipanthus tomentosus*, 16.22) ตามลำดับ

(2) หมู่ไม้รังและเต็ง (*Shorea siamensis-Shorea obtusa* Stand, SSS) ประกอบด้วย 11 แปลงตัวอย่าง โดยพบชนิดไม้จำนวน 83 ชนิด 1,078.41 ต้นต่อเฮกแตร์ ชนิดไม้เด่นจากค่าดัชนีความความสำคัญ (IVI) ของชนิดไม้ใน 5 ลำดับแรก คือ รัง (*Shorea siamensis*, 55.25) เต็ง (*Shorea obtusa*, 36.34) แดง (*Xylia xylocarpa*, 17.97) ตะแบกเลือด (*Terminalia mucronata*, 16.83) และ ยางพลวง (*Dipterocarpus tuberculatus*, 14.76) ตามลำดับ

(3) หมู่ไม้ป่าผสมผลัดใบ (Mixed deciduous stand, MDS) ประกอบด้วย 4 แปลงตัวอย่าง พบชนิดไม้จำนวน 72 ชนิด มีความหนาแน่น 1,229.69 ต้นต่อเฮกแตร์ ชนิดไม้เด่นจากค่าดัชนีความความสำคัญ (IVI) ใน 5 ลำดับแรก คือ ขะเจ้ายะ (*Millettia leucantha*, 25.20) ตะแบกเปลือกบาง (*Lagerstroemia dupperreana*, 21.70) กระพี้จั่น (*Millettia brandisiana*, 21.48) เม่าสาย (*Antidesma sootepense*, 18.40) และ ประดู่

(*Pterocarpus macrocarpus*, 14.52) ตามลำดับ ชนิดไม้เด่นของหมู่ไม้ในกลุ่มป่าผลัดใบที่พบได้ในป่าเต็งรังและป่าผสมผลัดใบ (Table 1) มีความคล้ายคลึงกับการศึกษาอื่น ๆ ของประเทศไทย (Marod *et al.*, 1999; Kabir and Webb, 2006; Teejuntuk *et al.*, 2003; Pothawong *et al.*, 2015; Asanok *et al.*, 2019)

2. ความหลากหลายของชนิดไม้ในป่าชุมชน

ความหลากหลายของชนิดไม้ในป่าชุมชนบ้านแม่เชียงรายชุม จากดัชนีของ Shannon-Wiener Index (H') พบมีค่าอยู่ในระดับปานกลาง (Table 2) ค่าเฉลี่ยในระดับไม้ใหญ่ ไม้ร่น และกล้าไม้ เท่ากับ 2.491 ± 0.281 , 2.251 ± 0.327 และ 2.442 ± 0.434 ตามลำดับ สอดคล้องกับการศึกษาที่เคยมีรายงานในสังคมป่าผลัดใบในภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งส่วนใหญ่มีความหลากหลายชนิดอยู่ในระดับปานกลาง เช่น เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเชียงดาว ($H'=2.06$) อุทยานแห่งชาติแม่ปิง ($H'=2.46$) และบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำแม่คำมี (ป่าเต็งรังและป่าผสมผลัดใบ, $H'=2.60$ และ 2.96 ตามลำดับ) (DNP, 2015; DNP, 2016; Papakjan *et al.*, 2017) แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของป่าชุมชนแห่งนี้ในการอำนวยประโยชน์ให้แก่ราษฎรในชุมชนด้านการอนุรักษ์และใช้สอยประโยชน์ซึ่งความหลากหลายของชนิดไม้ในสังคมพืชสามารถตอบสนองต่อความต้องการด้านการดำรงชีพของประชาชนและสร้างรายได้ที่สำคัญให้แก่ครัวเรือน (Kabir and Webb, 2006; Thammanu and Caihong, 2014; Jaimoy *et al.*, 2015; Larpkerna *et al.*, 2017; Asanok *et al.*, 2019)

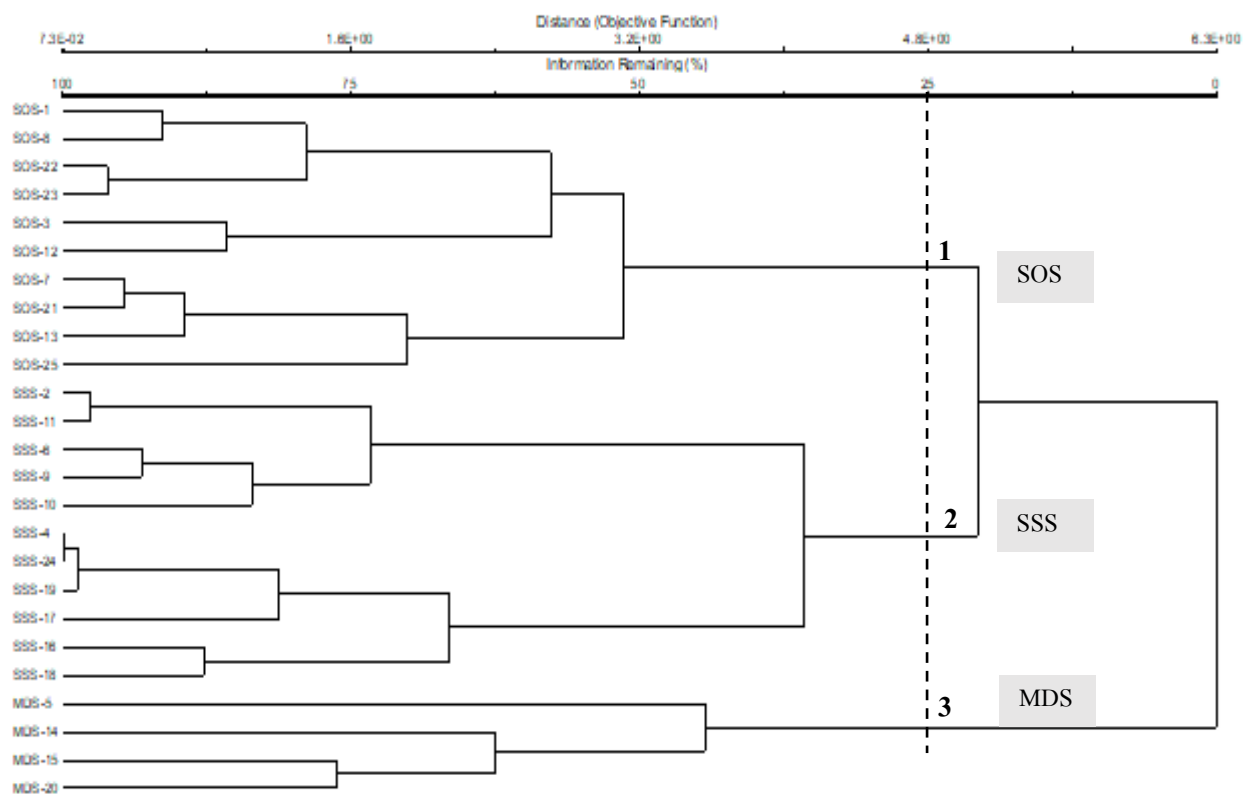


Figure 1 Classification of the 25 sample plots in deciduous forests of the Ban Mae Chiang Rai Lum Community Forest, Northern Thailand

Table 1 Five dominant tree species in each stand based on importance value index (IVI)

Stand	Species	RD	RF	RD ₀	IVI
SOS	<i>Shorea obtusa</i>	18.83	14.91	26.67	60.41
	<i>Sindora siamensis</i>	16.20	6.466.	14.42	37.08
	<i>Xylia xylocarpa</i>	12.04	13.77	10.60	36.42
	<i>Canarium subulatum</i>	2.972	4.653.	11.04	18.67
	<i>Ellipanthus tomentosus</i>	6.36	7.803	2.06	16.22
SSS	<i>Shorea siamensis</i>	20.01	12.52	22.71	55.25
	<i>Shorea obtusa</i>	10.43	9.771	16.14	36.34
	<i>Xylia xylocarpa</i> var. <i>kerrii</i>	6.328	7.207.	4.441	17.97
	<i>Terminalia mucronata</i>	6.485	5.595.	4.766.	16.83
	<i>Dipterocarpus tuberculatus</i>	4.165	3.796.	6.803.	14.76
MDS	<i>Millettia leucantha</i>	11.44	6.236.	7.537.	25.20
	<i>Lagerstroemia duperreana</i>	7.247	6.236.	8.238.	21.70
	<i>Millettia brandisiana</i>	7.888	5.976.	7.637.	21.48
	<i>Antidesma sootepense</i>	10.17	5.715.	2.522.	18.40
	<i>Pterocarpus macrocarpus</i>	2.802	4.164.	7.577.	14.52

Table 2 Species diversity indices in each forest stand

Type	Stand	H'
Tree	SOS	2.351 ± 0.269
	SSS	2.568 ± 0.274
	MDS	2.682 ± 0.161
	Average	2.491 ± 0.281
Sapling	SOS	2.242 ± 0.334
	SSS	2.337 ± 0.335
	MDS	2.033 ± 0.234
	Average	2.251 ± 0.327
Seedling	SOS	2.491 ± 0.359
	SSS	2.462 ± 0.461
	MDS	2.184 ± 0.553
	Average	2.442 ± 0.434

3. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแวดล้อมกับการกระจายของหมูไม้

ผลการวิเคราะห์การจัดลำดับหมูไม้ด้วยวิธีการ CCA โดยมีค่า Eigenvalues ของแกน 1 (Axis 1) แกน 2 (Axis 2) และแกน 3 (Axis 3) เท่ากับ 0.531, 0.363 และ 0.239 ตามลำดับ ค่าสหสัมพันธ์ของ Pearson Correlation ระหว่างปัจจัยแวดล้อมกับการปรากฏของหมูไม้มีค่าอยู่ในระดับสูงบนแกน 1 (Axis 1) มีค่า r เท่ากับ 0.924 และแกน 2 (Axis 2) ค่า r เท่ากับ 0.933 ตามลำดับ ดังนั้น ทั้ง แกน 1 และแกน 2 จึงมีความเหมาะสมสำหรับการใช้อธิบายปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อชนิดไม้ ทั้งนี้จากผลการวิเคราะห์ Monte Carlo permutation test พบว่า ปัจจัยแวดล้อม 5 ปัจจัย ได้แก่ ความสูงจากระดับน้ำทะเล (EL) ระยะห่างจากลำน้ำ (DS) ความชื้นในดิน (SM) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) และระยะห่างจากหมู่บ้าน (DC) เป็นปัจจัยหลักที่มีความสัมพันธ์กับการกระจายของหมูไม้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

($p < 0.05$) โดยแกนที่ 1 พบว่าอินทรีย์วัตถุในดิน ($r=-0.546$) และความชื้นในดิน ($r=-0.470$)

มีความสัมพันธ์เชิงลบกับการกระจายของหมูไม้ แต่ระยะห่างจากลำน้ำมีความสัมพันธ์เชิงบวก ($r=0.409$) ในขณะที่ แกนที่ 2 ปัจจัยความสูงจากระดับน้ำทะเล ($r=0.810$) มีความสัมพันธ์เชิงบวก แต่ระยะห่างจากหมู่บ้านมีความสัมพันธ์เชิงลบ ($r=-0.513$) กับการกระจายของหมูไม้ (Figure 2) สามารถจำแนกปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการกระจายของหมูไม้ ออกได้เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 (Group 1) ประกอบด้วยแปลงที่ 1, 7, 8, และ 12 ซึ่งเป็น หมูไม้เต็งและมะค่าเต้ (*Shorea obtusa*-*Sindora siamensis* stand, SOS) และแปลงที่ 2, 9, และ 11 (*Shorea siamensis*-*Shorea obtusa* stand, SSS) ซึ่งเป็น หมูไม้รังและเต็ง ที่พบในป่าเต็งรัง พบว่าการกระจายมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล (EL) ชนิดไม้เด่นนอกจากพรรณไม้เด่นในป่าเต็งรังแล้วยังพบไม้ชนิดอื่น ๆ ขึ้นอยู่

ได้ด้วยเช่นกัน ที่พบทั่วไป เช่น มะนาวผี (*Atalantia monophylla*, ATMO) เม่าใบปลิว (*Antidesma ghaesembilla*, ANGH) รักรักรำ (*Gluta usitata*, GLUS) ปอเจียน (*Bauhinia bracteata*, BABR) ตะขบป่า (*Flacourtia indica*, FLIN) พลองเหมือด (*Memecylon edule*, MEED) และตะขบไทย (*Flacourtia rukam*, FLRU) เป็นต้น แสดงว่าความสูงที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อความหลากหลายที่สูงขึ้น สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Teejuntuk *et al.* (2003) ที่รายงานว่าระดับความสูงของพื้นที่มีผลต่อความหลากหลายไม้ในป่าเต็งรังบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ แสดงว่า ชนิดไม้ในสังคมป่าเต็งรังหลายชนิดสามารถตั้งตัวอยู่ในพื้นที่ที่มีระดับความสูง และขึ้นอยู่กับพรรณไม้ป่าดิบเขาได้ โดยเฉพาะบริเวณแนวรอยต่อระหว่างป่าดิบเขาและป่าเต็งรัง (Marod *et al.*, 2015) ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตที่มีมากกว่าบนพื้นที่สูง (Ivanov *et al.*, 2008) อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาของ Bunyavejchewin *et al.* (2011) พบว่า ความแตกต่างของระดับความสูงของป่าเต็งรังมีความเกี่ยวข้องกับขีดความสามารถในการอุ้มน้ำของดินที่ส่งผลต่อองค์ประกอบของชนิดไม้ โดยในพื้นที่ที่มีระดับความสูงมากมักถูกจำกัดด้วยทรัพยากรที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากข้อจำกัดด้านความชื้น ธาตุอาหาร แสงลม และสภาพดินที่ดื้น (Bridge and Johnson, 2000; Zhang *et al.*, 2013) ป่าชุมชนแห่งนี้มีความสูงไม่มากนัก อยู่ระหว่าง 140-660 เมตร จากระดับน้ำทะเล ดังนั้น จึงมีความเป็นไปได้ว่าชนิดไม้เหล่านี้สามารถเจริญเติบโตได้ดีในระดับความสูงที่เพิ่มสูงขึ้น

กลุ่มที่ 2 (Group 2) ประกอบด้วยแปลงที่ 6 และ 10 หรือหมู่ไม้รังและเต็ง (*Shorea siamensis-Shorea obtusa* stand, SSS) และแปลงที่ 3, 13, 21, และ 23 หรือหมู่ไม้เต็งและมะค่าแต้ (*Shorea obtusa-Sindora siamensis* stand, SOS) ที่พบอยู่ในป่าเต็งรัง โดยปัจจัยด้านระยะห่างจากลำน้ำ (DS) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการกระจายของหมู่ไม้ชนิดไม้เด่น เช่น ช้างน้ำ (*Ochna integerrima*, OCIN) หว้า (*Syzygium cumini*, SYCU) สัก (*Tectona grandis*, TEGR) ขอเถื่อน (*Morinda elliptica*, MOEL) และมะขาง (*Madhuca dongnaiensis*, MADO) เป็นต้น

โดยทั่วไปป่าผลัดใบมักพบในพื้นที่แห้งแล้ง ดินมีสภาพเป็นดินทราย ในป่าผลัดใบเนื้อดินมีองค์ประกอบอนุภาคทรายน้อยกว่าป่าเต็งรัง คือ 53% และ 70% ตามลำดับ (Myo *et al.*, 2016) อนุภาคทรายมีคุณสมบัติทำให้น้ำซึมผ่านได้ง่าย แต่มีความสามารถในการอุ้มน้ำไว้ได้น้อย ดังนั้นระบบรากที่ยังลึกจะช่วยให้พืชสามารถปรับตัวและอยู่รอดในสภาวะที่แห้งแล้งในพื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำหรือมีความชื้นในดินต่ำ หรือกล่าวได้ว่า ชนิดไม้ในป่าผลัดใบมีการพัฒนาระบบรากที่ลึกช่วยให้พืชสามารถปรับตัวและเจริญเติบโตในสภาพพื้นที่ที่มีความแห้งแล้ง (Wessel, 1971) ซึ่งเป็นปกติของสังคมพืชป่าผลัดใบในประเทศไทยที่พรรณไม้มีการปรับตัวให้มีความทนต่อความแห้งแล้งได้ดีเนื่องจากข้อจำกัดของดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ รวมถึงปัจจัยการรบกวนจากไฟป่าก็มีส่วนสำคัญในการกำหนดการปรากฏของชนิดไม้ในสังคมป่าเต็งรัง (Rundel and Boonprakob, 1995; Marod *et al.*, 2002; Bunyavejchewin *et al.*, 2011)

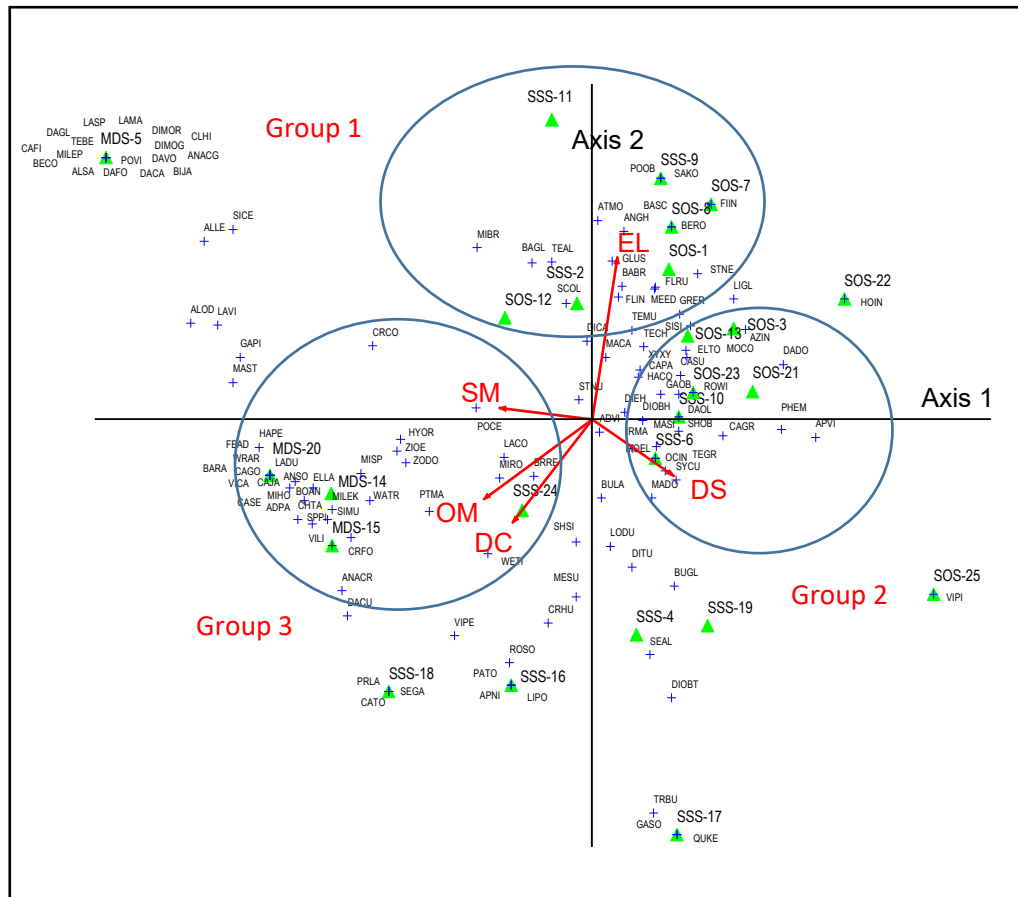


Figure 2 The relationship between stand distribution (▲) and the environmental factors; elevation (EL), distance to streams (DS), soil moisture (SM), organic matter (OM), and distance to communities (DC).

กลุ่มที่ 3 (Group 3) ประกอบด้วยแปลงที่ 14, 15, และ 20 เป็น ป่าผสมผลัดใบ (Mixed Deciduous Forest, MDS) และหมู่ไม้ที่ 24 เป็นหมู่ไม้เต็งและมะค่าแต้ (*Shorea siamensis-Shorea obtusa* stand, SSS) ที่พบในป่าเต็งรังขึ้นร่วมกันพบว่า ปัจจัยแวดล้อมทางความชื้นในดิน (SM) ปริมาณอินทรีวัตถุในดิน (OM) และ ระยะห่างจากหมู่บ้าน (DC) มีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อการกระจายของหมู่ไม้นี้ โดยเฉพาะหมู่ไม้ในป่าผสมผลัดใบ (MDS-20, MDS-14 และ MDS-15) พบว่าระดับความชื้นในดิน (SM) และ ปริมาณอินทรีวัตถุในดิน (OM) มีผลต่อการปรากฏของหมู่ไม้ค่อนข้างสูง ชนิดไม้ที่สำคัญ เช่น ประดู่ป่า

(*Pterocarpus macrocarpus*, PTMA) กะเจียน
(*Polyalthia cerasoides*, POCE) จี๋หนอน
(*Zollingeria dongnaiensis*, ZODO) ส้มกบ
(*Hymenodictyon orixense*, HYOR) และอ้อยช้าง
(*Lansea coromandelica*, LACO) เป็นต้น แสดง
ให้เห็นว่าความชื้นและอินทรีขั้วตูดที่สูงมีผลต่อ
การปรากฏของชนิดไม้ในหมู่ไม้นี้ ซึ่งแตกต่าง
จากชนิดไม้อื่น ๆ ในป่าผลัดใบทั่วไปที่สามารถ
ปรับตัวให้อยู่รอดและเจริญเติบโตได้ดีแม้อยู่ใน
สภาพพื้นที่แห้งแล้ง (Marod *et al.*, 1999) หรือ
พื้นที่ดินมีธาตุอาหารในดินต่ำ (Grime, 1997)

ในขณะที่ระยะห่างจากหมู่บ้าน (DC) มีความสัมพันธ์กับการกระจายหมูป่าของเต้งและ

มะค่าแต้ (SSS) และป่าผสมผลัดใบ (MDS) ซึ่งนอกเหนือจากพบไม้เด่นในทั้งสองป่าแล้ว ยังพบชนิดไม้พุ่มเตี้ยขึ้นเป็นส่วนใหญ่ คือ แข็งกวาง (*Wendlandia tinctoria*, WETI) กระทุ่มหนู (*Mitragyna rotundifolia*, MIRO) เต็งหนาม (*Bridelia retusa*, BRRE) และเล็บเหยี่ยว (*Zizyphus oenoplia*, ZIOE) ซึ่งมักไม่พบไม้ต้นขนาดใหญ่บริเวณใกล้กับชุมชนเนื่องจากส่วนใหญ่มีการใช้ประโยชน์ด้วยการตัดเพื่อนำไม้มาใช้ในการก่อสร้างหรือทำเชื้อเพลิง แสดงให้เห็นว่า การใช้ประโยชน์ของมนุษย์ส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบและการกระจายของชนิดไม้ โดยชนิดไม้เหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นชนิดพืชเบิกนำ (pioneer species) ที่มีเกิดในกระบวนการทดแทนตามธรรมชาติภายหลังการรบกวน โดยเฉพาะเล็บเหยี่ยว ดังนั้น การใช้ประโยชน์ของชุมชนอาจส่งผลกระทบต่อโดยตรงต่อการฟื้นฟูตามธรรมชาติของระบบนิเวศ จากรายงานของ Mären and Sharma (2018) พบว่า ในพื้นที่ที่อยู่ใกล้กับหมู่บ้าน มีการถูกบุกรุกทำลาย และเข้าถึงการใช้อย่างหนักมากกว่าพื้นที่ที่ห่างไกลหมู่บ้าน หากไม่มีการติดตามและขาดการบังคับใช้กฎระเบียบ ดังนั้น ในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านแม่เชิงรัยกลุ่ม อาจมีความเสี่ยงในการสูญเสียชนิดพืชในพื้นที่ป่าชุมชน หากไม่เร่งดำเนินการบริหารจัดการป่าชุมชนที่มีประสิทธิภาพและเกิดจากการยอมรับของทั้งชุมชนและหน่วยงานในภาครัฐ

สรุป

ผลการศึกษาความหลากหลายของชนิดไม้และปัจจัยแวดล้อมต่อการกระจายของหมู่บ้านในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านแม่เชิงรัยกลุ่ม จังหวัดลำปาง

แสดงให้เห็นว่า ปัจจัยด้านสภาพภูมิประเทศ ลักษณะดิน และการใช้ประโยชน์ของราษฎรในชุมชนส่งต่อความหลากหลายและการกระจายของชนิดไม้ค่อนข้างสูง จากผลการศึกษาดังกล่าวสามารถนำไปสู่การวางแผนเพื่อการฟื้นฟูระบบนิเวศป่าไม้ เพื่อการจัดการป่าชุมชนอย่างยั่งยืน การศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่า ความสูงจากระดับน้ำทะเล ระยะห่างจากลำน้ำ ความชื้นในดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน และระยะห่างจากหมู่บ้าน เป็นตัวกำหนดการปรากฏของชนิดไม้ในสังคมป่าผลัดใบ ดังนั้น การเพิ่มความชุ่มชื้น รวมถึงการป้องกันไฟป่า และการคัดเลือกชนิดไม้ที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ปลูกฟื้นฟู จึงมีความสำคัญต่อการจัดการพื้นที่ป่าชุมชน ที่จะช่วยให้สภาพป่ามีความอุดมสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ส่งผลให้ชนิดไม้ในป่าชุมชนสามารถเติบโตได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้แล้วในด้านการใช้ประโยชน์จากป่าชุมชน ควรมีการกำหนดกฎระเบียบและติดตามการใช้ประโยชน์อย่างเคร่งครัด รวมถึงการส่งเสริมให้ชาวบ้านนำพืชที่นิยมใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนมาขยายพันธุ์เพิ่มเติม เพื่อนำกลับไปปลูกฟื้นฟูพื้นที่ป่าชุมชน หรือปลูกเสริมในพื้นที่ที่ใกล้เคียงหมู่บ้านและในพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งนอกจากจะเป็นการอนุรักษ์ชนิดไม้ในป่าชุมชนแล้ว ยังสามารถช่วยให้ราษฎรในชุมชนได้สามารถใช้ประโยชน์และสร้างรายได้ให้กับครัวเรือนได้อีกทางหนึ่ง อย่างไรก็ตามเนื่องจากสังคมพืชป่าผลัดใบโดยธรรมชาติถูกควบคุมจากดินที่มีธาตุอาหารต่ำ ฤดูกาลแห้งแล้งที่ยาวนาน รวมถึงการรบกวนจากไฟป่า การฟื้นฟูป่าอาจต้องพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างสังคมพืชไปสู่สังคมพืช ซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อชนิด

ไม้ดั้งเดิมและระบบนิเวศอื่นๆ ดังนั้น
วัตถุประสงค์ในการจัดการสังคมพืชป่าผลัดใบ
เพื่อให้เกิดความยั่งยืน จึงมีความสำคัญและ
แตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ Southeast Asian Regional
Center for Graduate Study and Research in
Agriculture (SEARCA) - ASEAN Working
Group on Social Forestry Strategic Response
Fund (ASRF) under ASEAN-Swiss Partnership
on Social Forestry and Climate Change และ
R&D Program for Forest Science Technology
(Project No. 2018113C10-2020-BB01) provided
by Korea Forest Service (Korea Forestry
Promotion Institute) สำหรับการสนับสนุน
งบประมาณวิจัย รวมถึง Asian Forest
Cooperation Organization (AFoCO) และ
หน่วยงานกรมป่าไม้ ในการให้โอกาส
ทำการศึกษาครั้งนี้ นอกจากนี้ ขอขอบคุณผู้นำ
และราษฎรในชุมชนบ้านแม่เชียงรายลุ่ม ที่ให้
ความร่วมมือและช่วยเหลือตลอดระยะเวลาการ
เก็บข้อมูลในพื้นที่ป่าชุมชน

เอกสารอ้างอิง

- Asanok, L. and Marod, D. 2016. Environmental factors
influencing tree species regeneration in different
forest stands growing on a limestone hill in Phrae
Province, Northern Thailand. **Journal of Forest
and Environmental Science** 32 (3): 237-252.
- Asanok, L., Kaewgrajang, T., Yotapakdee, T., Daoreung,
P., Wongprom, P., Jeenthong, T., Jaitrong, W. and
Sa-nguansombat, W. 2019. Biodiversity and

evaluation of benefit in dry deciduous forest at
Maejo University Phrae Campus, Phrae Province.

Thai Forest Ecological Research Journal 3 (1):
47-58. (in Thai)

- Bridge, S.R.J. and Johnson, E.A. 2000. Geomorphic
principles of terrain organization and vegetation
gradients. **Journal of Vegetable Science** 11: 57-70.
- Bunyavejchewin, S. C., Baker, P. and Davis, S. J. 2011.
Seasonally dry tropical forests in continental
Southeast Asia – Structure, composition, and
dynamics. pp. 9-35. In McShea, W. J., Davis S. J.
and Bhumpakphan, N., eds. **The ecology and
conservation of seasonally dry forests in Asia**.
Smithsonian Institution Scholarly Press,
Washington, DC.
- Community Forest Act. 2019. pp. 71-103. (in Thai)
- Curtis, J. T. and McIntosh, R. P. 1951. An upland forest
continuum in the Prairie-Forest Border Region of
Wisconsin. **Ecology** 32 (3): 476-796.
- Department of National Parks, Wildlife and Plant
Conservation (DNP). 2015. **A permanent plot
sampling project in a dry dipterocarp forest in
Mae Ping National Park: Chiang Mai, Lum Phun
and Tak Provinces**. DNP, Bangkok. (in Thai)
- Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation.
2016. **The biological diversity in protected area:
Chiangdao Wildlife Sanctuary**. Protected Area
Regional Office 16, Chiang Mai. (in Thai)
- Department of National Parks, Wildlife and Plant
Conservation. 2017. **Threatened plants in
Thailand**. Bangkok.
- Eghdami, H., Azhdari, G., Lebailly, P. and Azadi H. 2019.
Impact of land use changes on soil and vegetation
characteristics in Fereydan, Iran. **Agriculture** 9 (3): 58.
- Grime, J.P. 1977. Evidence for the existence of three
primary strategies in plants and its relevance to

- ecological and evolutionary theory. **The American Naturalist** 111 (982): 1169-1194.
- Ivanov, V.Y., Bras, R.L. and Vivoni, E.R. 2008. Vegetation-hydrology dynamics in complex terrain of semiarid areas: 2. Energy-water controls of vegetation spatiotemporal dynamics and topographic niches of favorability. **Water Resources Research** 44 (W03430).
- Jaimoy, A., Sringernyuang, K., Seetakoses, P. and Satienpirakul, K. 2015. Forest structure and utilization on edible plants in the deciduous forests at Ban Huai Salop Community, Huai Pha Sub-District, Muang District, Mae Hong Son Province. pp. 25-34. *In Proceedings of the 5th of Thai Forest Ecological Research Network*. 16-17 December, 2015. Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)
- Kabir, M.E. and Webb, E.L. 2006. Saving a forest: The composition and structure of a deciduous forest under community management in Northeast Thailand. **Natural History Bulletin of the Siam Society** 54 (2): 239-260.
- Larpkerna, P., Eriksen, M.H. and Waiboonya, P. 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, Oxford.
- Marod, D., Hermhuk S., Thinkamphaeng, S. and Panmongkol, A. 2015. Tree distribution across the forest ecotone of lower montane forest at Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai Province. **Thai Journal of Forestry** 34 (3): 99 – 108.
- Marod, D., Kutintara, U., Chanchai, Y., Hiroshi, T. and Tohru, N. 1999. Structural dynamics of a natural mixed deciduous forest in Western Thailand. **Journal of Vegetation Science** 10: 777-786.
- Marod, D., Kutintara, U., Tanaka, H. and Nakashizuka, T. 2002. The effects of drought and fire on seed and seedling dynamics in a tropical seasonal forest in Thailand. **Plant Ecology** 161: 41-57.
- Måren, I.E. and Sharma, L.N. 2018. Managing biodiversity: Impacts of legal protection in mountain forests of the Himalayas. **Forests** 9(8): 476.
- McCune, B. and Grace, J.B. 2002. **Analysis of ecological communities**. MjM Software Design, Oregon.
- Myo, K.K., Thwin, S. and Khaing, N. 2016. Floristic composition, structure and soil properties of mixed deciduous forest and deciduous dipterocarp forest: Case study in Madan Watershed, Myanmar. **American Journal of Plant Sciences** 7 (2): 279-287.
- Pothawong, N., Sringernyuang, K., Seetakoses, P., Fongmoon., S. and Kumyong., S. 2015. Forest structure, diversity and utilization under the community resource management of the community forest at Baan Ta Pa Pao, Thapladuk Sub-District, Lamphun Province. pp. 56-65. *In Proceedings of the 5th of Thai Forest Ecological Research Network*. 16-17 December, 2015. Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)
- Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning (ONEP). 2009. **Thailand: National report on the implementation of the convention on biological diversity**. Ministry of Natural Resources and Environment, Bangkok.
- Oliveira-Filho, A.T., Curi, N., Vilela, E.A. and Carvalho, D.A. 1998. Effects of canopy gaps, topography, and soils on the distribution of woody species in a Central Brazilian deciduous dry forest. **Biotropica** 30 (3): 362-375.

- Papakjan, N., Asanok, L. and Thapyai, C. 2017. Plant community and environment factors influence on the natural regeneration on tree in the forest edge of deciduous diptrocarp forest and mixed deciduous forest after highland maize cropping at Mae Khum Mee Watershed, Phrae Province. pp. 123-131. *In Proceedings of the 6th of Thai Forest Ecological Research Network*. 19-20 December, 2017. Mahidol University, Nakhon Pathom. (*in Thai*)
- Royal Forest Department (RFD). 2014. **Implementation guidelines for community forest projects of the Royal Forest Department**. RFD, Bangkok. (*in Thai*)
- Royal Forest Department (RFD). 2019. **Executive summary**. RFD, Bangkok. (*in Thai*)
- Royal Forest Department (RFD). 2020. **Community forest project approval between 2000-present**. Available source: <https://www.forest.go.th/community-extension/2017/02/02/>, January 30, 2020.
- Rundel, P. W. and Boonprakob, K. 1995. Forest ecosystems of Thailand. pp.93–123. *In* Bullock, S.H., H. Mooney, and E. Medina, eds. **Seasonal dry tropical forests**. Cambridge University Press, New York.
- Sarker, S.K., Rashid, S., Sharmin, M., Haque, M.M., Sonet, S.S. and Nur-Un-Nabi, M. 2014. Environmental correlates of vegetation distribution in tropical Juri forest, Bangladesh. **Tropical Ecology** 55 (2): 177-193.
- Sarvade, S., Gupta, B. and Singh, M. 2016. Composition, diversity and distribution of tree species in response to changing soil properties with increasing distance from water source — a case study of Gobind Sagar Reservoir in India. **Journal of Mountain Science** 13 (3): 522-533.
- Teejuntuk, S., Sahunalu, P., Sakura, K. and Sungpalee, W. 2003. Forest structure and tree species diversity along an altitudinal gradient in Doi Inthanon National Park, Northern Thailand. **Tropics** 12 (2): 85-102.
- Thammanu, S. and Caihong, Z. 2014. The growing stock and sustainable utilization of white bamboo, *Bambusa membranacea* (Munro) C.M.A. Stapleton &N.H. Xia in the natural mixed deciduous forest with teak in Thailand: A case study of Huay Mae Hin Community Forest, Ngao District, Lampang Province. **International Journal of Sciences** 3: 23-30.
- Wessel, M. 1971. **Fertilizer requirements of cacao (*Theobroma cacao* L.) in South-Western Nigeria**. Koninklijk Instituut voor de Tropen, Amsterdam.
- Witchawutipong, J. 2005. **Thailand community forestry**. RFD, Bangkok. (*in Thai*)
- Zhang, Z.-h., Hu, G. and Ni, J. 2013. Effects of topographical and edaphic factors on the distribution of plant communities in two subtropical karst forests, southwestern China. **Journal of Mountain Science** 10 (1): 95-104.
- Zhao, L., Xiang, W., Li, J., Lei, P., Deng, X., Fang, X. and Peng, C. 2015. Effects of topographic and soil factors on woody species assembly in a Chinese Subtropical Evergreen Broadleaved Forest. **Forests** 6 (3): 650-669.

นิพนธ์ต้นฉบับ

ผลประโยชน์และมูลค่านิเวศบริการด้านการเป็นแหล่งผลิตของกลุ่มน้ำย่อยคลองท่าดี จังหวัดนครศรีธรรมราช

อาริษา เสมอสา^{1*} สุรินทร์ อันพรม² และ พสุธา สุนทรห้าว²

รับต้นฉบับ: 3 พฤษภาคม 2563

ฉบับแก้ไข: 21 พฤษภาคม 2563

รับลงพิมพ์: 25 พฤษภาคม 2563

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลทางด้านเศรษฐกิจและสังคมของชุมชน รูปแบบการใช้ทรัพยากรป่าไม้ และการประเมินมูลค่านิเวศบริการด้านการเป็นแหล่งผลิตของกลุ่มน้ำย่อยคลองท่าดี โดยการรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ครัวเรือนตัวอย่างใน 5 หมู่บ้านของตำบลท่าโลน อำเภอลานสกา จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวนทั้งสิ้น 320 ราย โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา และการหามูลค่ารวมนิเวศบริการด้านการเป็นแหล่งผลิตของพื้นที่ลุ่มน้ำ ผลการศึกษา พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ เป็นเพศหญิงร้อยละ 52.19 และเพศชาย ร้อยละ 47.81 ส่วนใหญ่สำเร็จการศึกษาในระดับประถมศึกษา มีอาชีพทำสวนเป็นอาชีพหลัก มีรายได้เฉลี่ย 403,081.08 บาทต่อครัวเรือนต่อปี โดยมีรูปแบบการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ลุ่มน้ำ แบ่งออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่ แหล่งอาหาร แหล่งไม้ฟืนและเชื้อเพลิง แหล่งพืชสมุนไพร แหล่งไม้ใช้สอยและพืชเส้นใย และแหล่งน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคและทำการเกษตร มีมูลค่านิเวศบริการด้านการเป็นแหล่งผลิตทั้งหมด 736,905,957.72 บาทต่อปี จำแนกเป็น ทางด้านอาหาร 731,899,488.19 บาทต่อปี ทางด้านไม้ฟืนและเชื้อเพลิง 305,594 บาทต่อปี ทางด้านพืชสมุนไพร 634,390.16 บาทต่อปี ทางด้านไม้ใช้สอยและพืชเส้นใย 1,912,915.25 บาทต่อปี และทางด้านแหล่งน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคและทำการเกษตร คิดเป็นมูลค่า 2,153,570.12 บาทต่อปี กลุ่มตัวอย่างเห็นด้วยในมาตรการเกี่ยวกับการพัฒนาพื้นที่อนุรักษ์และใช้ประโยชน์ทรัพยากรอย่างยั่งยืน (คะแนนเฉลี่ย 4.75) อย่างไรก็ตาม ภาครัฐควรมีการกำหนดขอบเขตพื้นที่การใช้ประโยชน์และบทบาทของชุมชนในการใช้ประโยชน์ให้ชัดเจน รวมถึงสร้างความตระหนักในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติให้กับชุมชน

คำสำคัญ: นิเวศบริการ การใช้ประโยชน์ทางตรง บริการนิเวศด้านแหล่งผลิต กลุ่มน้ำย่อยคลองท่าดี

¹สาขาวิชาการบริหารทรัพยากรป่าไม้และสิ่งแวดล้อม คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

²ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

* ผู้รับผิดชอบบทความ: E-mail: arisa.same@ku.th

ORIGINAL ARTICLE

**Benefits and Provisioning Value of Ecosystem Services at Klong Thadee Sub-basin,
Nakhon Si Thammarat Province**

Arisa Samersa^{1*}, Surin Onprom² and Pasuta Sunthornhao²

Received: 3 May 2020

Revised: 21 May 2020

Accepted: 25 May 2020

ABSTRACT

The study aimed to studying social and economic of local community, forest resources utilization and assessing value of provisioning ecosystem services of Klong Thadee Sub-basin. Data was collected through interview with 320 sample households in 5 villages of Kamlone sub-district, Lan Saka District, Nakhon Si Thammarat Province. The data was analyzed using descriptive statistic and the calculation of grand total provisioning ecosystem services of watershed area. The results revealed that majority of sample group was female (52.19%), mostly of them having primary level of education, the majority of occupation was fruit orchard with average annual household income of 403,081.08 baht/household/year. There were five categories of resource uses including food, fuel-wood, medicinal plants, materials and fibers, and water. The grand total provisioning ecosystem services was at 736,905,957.72 baht/year comprising 731,899,488.19 baht for food, 305,594 baht for fuel-wood, 634,390.16 baht for herbal medicine, 1,912,915.25 baht for materials and fibers, and 2,153,570.12 baht for water utilization, respectively. The sample group was mostly agreed with the measure of resource rehabilitation, conservation and utilization. However, the government agency should define clear forest and resource utilization zone and also define the roles of community in resource utilization. In addition, the promotion of awareness in natural resources conservation to local community.

Keyword: ecosystem services, direct utilization, provisioning ecosystem services, Klong Thadee sub-basin

¹ Forest Resource and Environmental Administration, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok, 10900

² Department of Forest Management, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok, 10900

* Corresponding author: E-mail: arisa.same@ku.th

คำนำ

ระบบนิเวศป่าไม้เป็นแหล่งของความหลากหลายทางชีวภาพที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ที่มีคุณค่าต่อการดำรงชีพของมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม (Marod and Kutintara, 2009) โดย Millennium Ecosystem Assessment (2005) ได้จำแนกประโยชน์ของระบบนิเวศที่เอื้อต่อมนุษย์ หรือที่เรียกว่า “นิเวศบริการ (Ecosystem services)” ออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ด้านการเป็นแหล่งผลิต (Provisioning services) ด้านการควบคุมของระบบ (Regulating services) ด้านวัฒนธรรม (Cultural services) และด้านการสนับสนุน (Supporting services) ในด้านการเป็นแหล่งผลิตนั้นระบบนิเวศป่าไม้จัดได้ว่ามีศักยภาพเอื้ออำนวยประโยชน์ต่อชุมชนท้องถิ่นหลากหลายประเภททั้งผลผลิตและบริการ โดยเฉพาะประเด็นของนิเวศบริการด้านการเป็นแหล่งผลิต ด้านอาหาร ด้านไม้ฟืนและไม้เชื้อเพลิง ด้านพืชสมุนไพร ด้านไม้ใช้สอยและพืชเส้นใย และด้านแหล่งน้ำ (Everard and Waters, 2013)

โดยพื้นฐานสังคมชนบทในประเทศไทยชุมชนส่วนใหญ่ล้วนอาศัยพึ่งพาพื้นที่ป่าไม้เพื่อตอบสนองปัจจัย 4 ได้แก่ แหล่งอาหาร ที่อยู่อาศัย ยารักษาโรค และเครื่องนุ่งห่ม นอกจากนี้ยังได้พึ่งพาน้ำท่าที่มีต้นธารจากป่าเพื่อการเกษตรและอาศัยผลผลิตจากป่าเป็นรายได้เสริม หรือกล่าวได้ว่าระบบนิเวศป่าไม้ส่งผลให้เกิดความเป็นอยู่ที่ดีของมนุษย์ ก่อให้เกิดความยั่งยืน และสนับสนุนการดำเนินชีวิตที่ดียิ่งขึ้น สำหรับการประเมินมูลค่า

นิเวศบริการ Boyd (2011) กล่าวว่า เป็นกลยุทธ์สำคัญที่ช่วยในการตัดสินใจ และเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะนำไปสู่การกำหนดนโยบาย โดยการบริการของระบบนิเวศมีทั้งส่วนที่เป็นผลผลิตซึ่งสามารถหาราคาตลาดมาประเมินมูลค่าได้ (Market valuation method) และส่วนที่เป็นบริการซึ่งไม่สามารถหาราคาตลาดมาประเมินมูลค่า (Non-market valuation method) จึงนิยมใช้วิธีอื่นมาประเมินมูลค่า เช่น การประเมินมูลค่าโดยการสมมติเหตุการณ์ (Contingent valuation method, CVM) หรือการประเมินมูลค่าโดยใช้ตลาดตัวแทน (Surrogate market approaches) (Suksard, 2009)

ลุ่มน้ำย่อยคลองท่าดี เป็นส่วนหนึ่งของลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก ตั้งอยู่ในเขตตำบลท่าโลน อำเภอลานสกา จังหวัดนครศรีธรรมราช (Figure 1) มีพื้นที่ 79.4 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ร้อยละ 69 เป็นป่าดั้งเดิมตั้งอยู่ในอุทยานแห่งชาติเขาลวกมีลักษณะเป็นป่าดิบชื้นและป่าดิบเขา และเป็นแหล่งน้ำหลักในการผลิตน้ำประปาในพื้นที่ตัวเมืองนครศรีธรรมราช มีพื้นที่ร้อยละ 29 เป็นพื้นที่ใช้ประโยชน์ของชุมชน ในรูปแบบสวนสมรม ซึ่งเป็นระบบวนเกษตรที่เลียนแบบป่าธรรมชาติมีหลายชั้นเรือนยอด มีลักษณะเป็นสวนผลไม้ผสมผสานกับไม้ป่าดั้งเดิมในพื้นที่ ซึ่งเป็นการทำการเกษตรหลักของพื้นที่ และมีพื้นที่ร้อยละ 2 เป็นที่ตั้งของชุมชน (Mookkasa, 2017) แต่ในปัจจุบันบริเวณลุ่มน้ำย่อยคลองท่าดีกำลังประสบปัญหาสำคัญ คือ การบุกรุกเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินบริเวณพื้นที่ต้นน้ำ จากเดิม

ที่มีสภาพเป็นสวนสมรมกลายเป็นสวนไม้ผลเชิงเดี่ยว เน้นการปลูกมังคุด และทุเรียน รวมถึงขาดการวางแผนการบริหารจัดการร่วมกันของชุมชน (Pakdeenarong *et al.*, 2010) ซึ่งจากสาเหตุดังกล่าวทำให้พื้นที่บริเวณต้นน้ำของกลุ่มน้ำย่อยคลองท่าดีขาดแคลนน้ำใช้ในฤดูแล้ง เกิดความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติ เนื่องจากระบบนิเวศไม่สามารถทำหน้าที่ให้บริการได้อย่างสมดุล ส่งผลกระทบโดยตรงต่อวิถีชีวิตของชุมชน

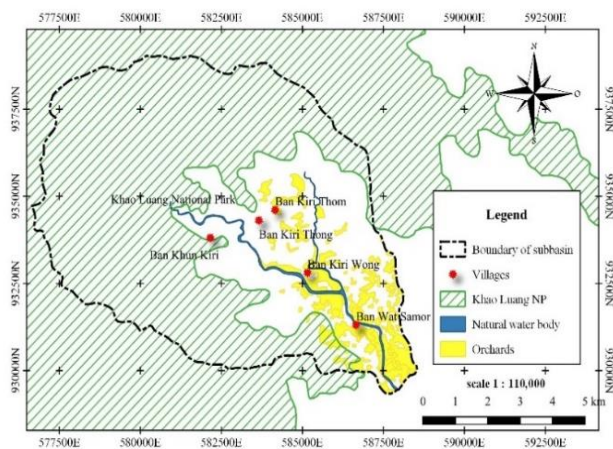


Figure 1 Map of Klong Thadee Sub-basin.

Source: Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation (2019)

การบริหารจัดการระบบนิเวศป่าไม้ให้เกิดความยั่งยืนจำเป็นต้องอาศัยฐานข้อมูลเพื่อช่วยตัดสินใจในการวางแผนและการบริหารจัดการของชุมชน โดยรูปแบบเครื่องมือหนึ่งที่ใช้ในการจัดการทรัพยากรป่าไม้ที่จะทำให้เกิดความยั่งยืนในการจัดการทรัพยากรป่าไม้ คือ การประเมินมูลค่านิเวศบริการ (Suksard, 2009) แต่เนื่องจากปัจจุบัน

ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการทำหน้าที่ของระบบนิเวศไม่ได้รับการประเมินมูลค่าอย่างเหมาะสม ทำให้ชุมชนในบริเวณลุ่มน้ำย่อยคลองท่าดีใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างฟุ่มเฟือย และไม่เห็นคุณค่าส่งผลให้ทรัพยากรธรรมชาติเสื่อมโทรมลงอย่างมาก จนไม่สามารถฟื้นตัวให้กลับมาทำหน้าที่ของระบบนิเวศได้อย่างเดิม จากสถานการณ์ดังกล่าว งานวิจัยในครั้งนี้จึงได้ทำการศึกษาผลประโยชน์และมูลค่าด้านการเป็นแหล่งผลิต (Provisioning services) ของลุ่มน้ำย่อยคลองท่าดี ใช้การประเมินมูลค่าการใช้ประโยชน์ทางตรง (Direct use value) โดยมูลค่าตลาด (Market value) และได้ศึกษาระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับมาตรการเกี่ยวกับการพัฒนาฟื้นฟูอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ทรัพยากรอย่างยั่งยืนเพื่อเป็นแนวทางในการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติต่อไป ซึ่งผู้วิจัยกำหนดวัตถุประสงค์ไว้ 3 ประการ คือ 1) เพื่อศึกษาข้อมูลทางด้านเศรษฐกิจและสังคมของชุมชน รวมทั้งรูปแบบการใช้ทรัพยากร 2) เพื่อจำแนกประเภทของผลประโยชน์ และวิเคราะห์มูลค่าด้านการเป็นแหล่งผลิตของลุ่มน้ำย่อยคลองท่าดี จังหวัดนครศรีธรรมราช รวมถึงเสนอแนวทางในการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติ

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ประชากรและการกำหนดขนาดตัวอย่าง

การศึกษานี้ทำการศึกษาชุมชนที่อาศัยอยู่บริเวณลุ่มน้ำย่อยคลองท่าดี ในตำบลท่าโลน อำเภอลานสกา จังหวัดนครศรีธรรมราช ครอบคลุม

5 หมู่บ้าน ได้แก่ หมู่ที่ 4 บ้านวัดสมอ หมู่ที่ 5 บ้าน
ศิริวง หมู่ที่ 8 บ้านศิริทอง หมู่ที่ 9 บ้านขุนศิริ หมู่ที่
10 บ้านศิริธรรม รวมทั้งสิ้น 1,567 ครัวเรือน โดยทำ
การกำหนดขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมตามสูตรของ
Yamane (1973) และคำนวณจำนวนครัวเรือน
ตัวอย่างได้เท่ากับ 320 ครัวเรือน ดังสมการที่ (1)

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \quad (1)$$

เมื่อ n คือ จำนวนครัวเรือนตัวอย่างที่ต้องสัมภาษณ์

N คือ จำนวนครัวเรือนทั้งหมดที่อาศัยบริเวณ
ลุ่มน้ำย่อยคลองท่าดี (1,567 ครัวเรือน)

e คือ ความผิดพลาดของการสุ่มตัวอย่างที่
ยอมรับได้ (กำหนดไว้ 0.05)

จากนั้นคำนวณหาสัดส่วนการกระจายของ
จำนวนตัวอย่างที่เหมาะสมในแต่ละหมู่บ้าน ตาม
สูตรของJamikorn (1983) ดังสมการที่ (2)

$$n_i = n \frac{N_i}{N} \quad (2)$$

เมื่อ n_i คือ จำนวนครัวเรือนตัวอย่างในหมู่บ้านที่ i

n คือ จำนวนครัวเรือนตัวอย่างที่ต้องการศึกษา
ทั้งหมด เท่ากับ 320 ครัวเรือน

N_i คือ จำนวนครัวเรือนทั้งหมดของหมู่บ้านที่ i

N คือ จำนวนครัวเรือนทั้งหมดที่อาศัยอยู่บริเวณ
ลุ่มน้ำย่อยคลองท่าดี (1,567 ครัวเรือน)

การกระจายของครัวเรือนตัวอย่างในแต่ละหมู่บ้าน
คือ หมู่ที่ 4 บ้านวัดสมอ จำนวน 82 ครัวเรือน

หมู่ที่ 5 บ้านศิริวง จำนวน 64 ครัวเรือน หมู่ที่ 8 บ้าน
ศิริทอง จำนวน 30 ครัวเรือน บ้านขุนศิริ จำนวน 71
ครัวเรือน และหมู่ที่ 10 บ้านศิริธรรม จำนวน 73
ครัวเรือน

2. การรวบรวมข้อมูล

ทำการสัมภาษณ์ครัวเรือนตัวอย่างในพื้นที่ลุ่ม
น้ำย่อยคลองท่าดี จำนวน 320 ครัวเรือน ด้วยแบบ
สัมภาษณ์ ทำการสุ่มตัวอย่างโดยเทคนิคการสุ่ม
ตัวอย่าง โดยบังเอิญ (Accidental sampling
technique) (National Statistical Office, n.d.)

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่
ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และส่วน
เบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.2 การวิเคราะห์มูลค่านิเวศบริการ โดย
ประเมินจากการใช้ประโยชน์ทางตรงของชุมชน
(Direct use value) คำนวณได้ดังนี้

1) การประเมินมูลค่านิเวศบริการทั้งหมด
ใช้มูลค่าตลาด (Market value) ในการวิเคราะห์การ
ซื้อขายผลผลิตนั้นในท้องตลาด (Suksard, 2009)
โดยมูลค่าทั้งหมดไม่มีการหักต้นทุนหรือค่าใช้จ่าย
ที่เกิดขึ้น เนื่องจากต้องการทราบผลประโยชน์
ทั้งหมดที่ชุมชนได้รับจากระบบนิเวศ (มูลค่านิเวศ
บริการทั้งหมด = ปริมาณของผลิตที่เก็บหาทั้งหมด
x ราคาที่มีการซื้อขายในท้องตลาด) โดยคำนวณได้
ตามสมการที่ (3) ดังนี้

$$\text{Total value} = \sum_{i=1}^n (Q_i * P_i) \quad (3)$$

เมื่อ Q_i คือ ปริมาณของผลผลิตแต่ละประเภท

P_i คือ ราคาผลผลิตแต่ละประเภท (บาทต่อหน่วย) ได้จากค่าเฉลี่ยจากการสัมภาษณ์ครัวเรือน

การหามูลค่ารวมด้านการเป็นแหล่งผลิตทั้งหมด โดยนำมูลค่านิเวศบริการเฉลี่ยต่อครัวเรือนที่คำนวณจากสมการที่ (3) คูณด้วยจำนวนครัวเรือนทั้งหมด (1,567 ครัวเรือน)

2) การวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของมาตรการในการฟื้นฟูอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรรมชาติอย่างเหมาะสมและยั่งยืนกำหนดเกณฑ์ในการแปลผลดังนี้

ช่วงคะแนน = ค่าคะแนนสูงสุด – คะแนนต่ำสุด

จำนวนอันตรภาคชั้น (ตามช่วงคะแนน)

- 4.21 – 5.00 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- 3.41 – 4.20 หมายถึง เห็นด้วย
- 2.61 – 3.40 หมายถึง เฉย ๆ
- 1.81 – 2.60 หมายถึง ไม่เห็นด้วย
- 1 – 1.80 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ผลและวิจารณ์

1. ข้อมูลพื้นฐานทางเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือนตัวอย่าง

ข้อมูลพื้นฐาน ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา และอาชีพ พบว่า ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 52.19) และ เพศชาย (ร้อยละ

47.81) จำนวนสมาชิกในครัวเรือน เฉลี่ย 4 คน กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่สำเร็จการศึกษาในระดับประถมศึกษา (ร้อยละ 43.12) รองลงมาคือระดับมัธยมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น อนุปริญาตรีหรือเทียบเท่า มีสัดส่วนเท่ากับปริญาตรี และระดับปริญาโท คิดเป็นร้อยละ 23.44, 11.56, 10.00, 10.00 และ 1.88 ตามลำดับ กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีอาชีพหลักคือ ทำสวน (ร้อยละ 88.43) รองลงมาคือรับราชการ ค่าขาย รับจ้างและอาชีพอื่น ๆ ร้อยละ 3.44, 3.44, 0.94 และ 3.75 ตามลำดับ

ข้อมูลในส่วนของรายได้และการกระจายของรายได้ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีระดับรายได้เฉลี่ยต่อครัวเรือนเท่ากับ 403,081.08 บาทต่อปี รายได้สูงสุดเท่ากับ 4,200,000 บาทต่อปี และน้อยที่สุดคือ 100,000 บาทต่อปี ส่วนใหญ่มีรายได้ไม่เกิน 200,000 บาทต่อปี (ร้อยละ 47.81) รองลงมาคือรายได้ 200,000 – 400,000 บาทต่อปี (ร้อยละ 25.31) รายได้ 400,001 – 600,000 บาทต่อปี (ร้อยละ 16.25) รายได้ 600,001 – 800,000 บาทต่อปี (ร้อยละ 5.31) รายได้ มากกว่า 1,000,000 บาทต่อปี (ร้อยละ 3.44) และรายได้ 800,001 – 1,000,000 บาทต่อปี (ร้อยละ 1.88) ตามลำดับ

ด้านการถือครองที่ดิน พบว่า ขนาดที่ดินถือครองโดยเฉลี่ยเท่ากับ 15.47 ไร่ ต่อครัวเรือน ขนาดที่ดินถือครองมากที่สุด เท่ากับ 89 ไร่ต่อครัวเรือน จำนวนขนาดที่ดินถือครองน้อยที่สุดคือ ไม่มีที่ดินถือครอง โดยพื้นที่ทำกินส่วนใหญ่ (ร้อยละ 53.25) อยู่ในอุทยานแห่งชาติเขาหลวง ไม่มีเอกสารสิทธิ์

การถือครอง แต่ทางอุทยานแห่งชาติเขาหลวงได้ทำข้อตกลงร่วมกับชุมชนให้ได้รับการผ่อนผันในการทำกินและอยู่อาศัยในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาหลวง ตามมติ ครม. 30 มิ.ย. 2541 โดยเรียกว่า “ทะเบียนการครอบครองที่ดิน ในอุทยานแห่งชาติเขาหลวง” เพื่อป้องกันการบุกรุกและขยายพื้นที่ทำกินเพิ่มเติม ขณะที่พื้นที่ที่ถือร้อยละ 46.25 มีเอกสารสิทธิ์ในการครอบครองพื้นที่ทำกินแบ่งเป็น ใบแจ้งการครอบครองที่ดิน (ส.ค.1) ร้อยละ 37.77 หนังสือรับรองการทำประโยชน์ (น.ส. 3) ร้อยละ 9.34 และ โฉนดที่ดิน คิดเป็นร้อยละ 1.64

2. รูปแบบและปริมาณการใช้ประโยชน์ทรัพยากรในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยคลองท่าดี

การใช้ประโยชน์ทรัพยากรในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยคลองท่าดีอยู่ในรูปแบบของสวนสมรมหรือระบบวนเกษตร ที่มีการปลูกพืชเกษตรร่วมกับไม้ดั้งเดิม สามารถจำแนกได้ 5 ประเภท (Figure 2 and Table 1) ตามการจำแนกของ Everard and Waters (2013) คือ 1) ด้านอาหาร 2) ด้านไม้พื้และเชื้อเพลิง 3) ด้านสมุนไพร 4) ด้านไม้ใช้สอยและพืชเส้นใย และ 5) ด้านแหล่งน้ำ โดยสามารถอธิบาย ดังนี้

ด้านแหล่งอาหาร พบว่าร้อยละ 93.55 มีการใช้ประโยชน์และเก็บหาพืชอาหาร สามารถแบ่งผลผลิตด้านแหล่งอาหารได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกเป็นผลผลิตที่ชุมชนเพาะปลูกเอง 3 อันดับแรก ได้แก่ มังคุด (*Garcinia* spp.) เท่ากับ 3,747.18 กก. ต่อครัวเรือนต่อปี ทุเรียน (*Durio* spp.) เท่ากับ 2,916.64 กก.ต่อครัวเรือนต่อปี และมะพร้าว (*Cocos*

spp.) เท่ากับ 64.86 ผลต่อครัวเรือนต่อปี และกลุ่มที่สอง คือผลผลิตจากป่า 3 อันดับแรก ได้แก่ สะตอ (*Parkia speciose*) เท่ากับ 47.47 กก.ต่อครัวเรือนต่อปี ลูกเนียง (*Archidendron pauciflour*) เท่ากับ 19.63 กก. ต่อครัวเรือนต่อปี และมะไฟลิง (*Baccaurea polyneura*) เท่ากับ 0.96 กก. ต่อครัวเรือนต่อปี

ด้านไม้พื้และเชื้อเพลิง พบว่า ร้อยละ 78.57 มีการเก็บหาและใช้ประโยชน์ไม้พื้ เท่ากับ 0.65 ลบ.ม.ต่อครัวเรือนต่อปี และปริมาณการใช้ประโยชน์ทั้งหมดของชุมชน เท่ากับ 1,018.55 ลบ.ม.ต่อปี ซึ่งไม้พื้ส่วนใหญ่เป็นกิ่งไม้แห้งในสวนสมรม ได้แก่ ไม้ลองกอง (*Lansium* spp.) ไม้มังคุด (*Garcinia* spp.) ไม้เงาะ (*Ixora* spp.) และ ไม้ยางพารา (*Hevea* spp.)

ด้านพืชสมุนไพร พบว่า ร้อยละ 34.38 มีการใช้ประโยชน์พืชสมุนไพร และชนิดที่มีการใช้ประโยชน์ 3 อันดับแรก คือ เปลือกมังคุด (*Garcinia* spp.) เท่ากับ 3.13 กก.ต่อครัวเรือนต่อปี รองลงมา ได้แก่ ส้มแขก (*Garcinia atroviridis*) เท่ากับ 0.47 กก.ต่อครัวเรือนต่อปี และตะไคร้ (*Cymbopogon* spp.) เท่ากับ 0.29 กก.ต่อครัวเรือนต่อปี

ด้านไม้ใช้สอยและพืชเส้นใย หมายถึง การใช้ประโยชน์ผลิตภัณฑ์ของต้นไม้ ไม่ว่าจะเป็นส่วนของไม้หรือผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ทั้งที่เก็บจากป่า และแปลงเพาะปลูก พบว่า ร้อยละ 21.43 มีการใช้ประโยชน์ไม้ใช้สอยและพืชเส้นใย ชนิดที่มีการใช้ประโยชน์ คือ จำปาทอง (*Magnolia* spp.) ใช้สำหรับ

สร้างบ้าน 0.08 ลบ.ม.ต่อครัวเรือนต่อปี พืชย้อมสี เช่น เปลือกมังคุด (*Garcinia* spp.) ใบหูกวาง (*Terminalia catappa*) ใบ ห ลู ม พ อ (*Intsia palembanica*) ใบเพกา (*Oroxylum indicum*) และ ผักสะตอ (*Parkia speciosa*) เท่ากับ 2.81 กก.ต่อครัวเรือนต่อปี และดอกหญ้าลาโพ (*Phragmites vallatoria*) สำหรับผลิตไม้กวาด เท่ากับ 0.24 กก.ต่อครัวเรือนต่อปี

ด้านการใช้ประโยชน์น้ำ พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีการใช้ประโยชน์นิเวศบริการด้านแหล่งน้ำคิดเป็นร้อยละ 100 แบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่ น้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค และการเกษตร โดยเพื่อการอุปโภคมากที่สุด เท่ากับ 291.63 ลบ.ม.ต่อครัวเรือนต่อปี รองลงมาเพื่อการเกษตร เท่ากับ 165.80 ลบ.ม.ต่อครัวเรือนต่อปี และน้อยที่สุดเพื่อการบริโภค เท่ากับ 0.69 ลบ.ม.ต่อครัวเรือนต่อปี การใช้ประโยชน์น้ำส่วนใหญ่ทั้งการอุปโภคและทำการเกษตรมาจากระบบประปาภูเขาในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาลวง สำหรับน้ำบริโภคนั้นมีการใช้ประโยชน์เฉพาะครัวเรือนตัวอย่างขุดบ่อน้ำตื้นบริเวณที่อาศัยเท่านั้น เนื่องจากการทำการเกษตรในพื้นที่มีการใช้สารเคมีซึ่งชุมชนมีความกังวลเรื่องการปนเปื้อนของสารเคมีในน้ำ การใช้ประโยชน์จากนิเวศบริการด้านการเป็นแหล่งผลิตในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยคลองท่าดีเพื่อการดำรงชีพ และบางส่วนนำไปจำหน่ายเพื่อเป็นรายได้ของครัวเรือน เนื่องจากผลผลิตค่อนข้างมีราคาสูง เพราะเป็นสินค้ามีคุณภาพและมีความเฉพาะของพื้นที่ ทำให้ชุมชนมีความมั่นคงด้าน

รายได้ และความเป็นที่ดียิ่งขึ้น การใช้ประโยชน์หลัก ได้แก่ การเป็นแหล่งอาหาร และแหล่งน้ำ รูปแบบการใช้ประโยชน์ด้านแหล่งอาหารอยู่ในรูปแบบของสวนสมรม ซึ่งได้เปลี่ยนเป็นสวนเชิงเดี่ยวเป็นส่วนใหญ่ เน้นการปลูกมังคุดและทุเรียนเป็นหลักตามความต้องการของตลาด ไม้พินได้มาจากกิ่งไม้แห้งภายในสวนสมรม และพืชสมุนไพรจะมีการใช้ประโยชน์เฉพาะกลุ่ม เนื่องจากในปัจจุบันใช้ยาแผนปัจจุบัน ส่วนของป่าดั้งเดิมส่วนใหญ่ไม่ใช้ประโยชน์โดยตรงเนื่องจากต้องการสงวนพื้นที่ป่าไม้ไว้เพื่อประโยชน์ทางอ้อมแทน

การใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยคลองท่าดีแตกต่างจากพื้นที่อื่น กล่าวคือ การใช้ประโยชน์พื้นที่ชุมชนมีแปลงเพาะปลูก (สวนสมรม) ในพื้นที่ป่าที่ชุมชนเลือกการปลูกพืชเชิงเดี่ยวที่ให้ราคาผลผลิตสูง แตกต่างจากพื้นที่อื่น ๆ ที่ใช้ประโยชน์เก็บหาผลผลิตจากป่าตามฤดูกาลของการให้ผลผลิตแต่ละชนิดไป ดังผลการศึกษาของ Santhinan and Polasub (2009) พบว่ามูลค่าการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ป่าในอุทยานแห่งชาติเขานัน เท่ากับ 1,593,581 บาทต่อปี หรือ 7,412 บาทต่อครัวเรือน

3. มูลค่านิเวศบริการด้านการเป็นแหล่งผลิต

มูลค่านิเวศบริการด้านการเป็นแหล่งผลิตของลุ่มน้ำย่อยคลองท่าดี ทั้งหมดเท่ากับ 736,905,957.72 บาท มีมูลค่าเฉลี่ยต่อครัวเรือน 470,265.45 บาทต่อปี และมูลค่าเฉลี่ยต่อพื้นที่ 30,398.55 บาทต่อไร่ต่อปี (Table 2)

Table 1 Types and amount of forest products and services utilized by sample households.

Type of Products	Unit	Average amount of product utilization			Grand total
		(unit/household/year)			(unit/year)
		Household consumption	Sale to market	Total	
1. Wild food and domesticated fruit tree products					
1.1 <i>Garcinia</i> spp. (D)	Kg	1.91	3,745.27	3,747.18	5,871,833.06
1.2 <i>Durio</i> spp. (D)	Kg	0.48	2,916.16	2,916.64	4,570,374.88
1.3 <i>Cocos</i> spp. (D)	Pcs	28.50	36.36	64.86	101,635.62
1.4 <i>Parkia speciosa</i> (F)	Kg	0.41	47.06	47.47	74,385.49
1.5 <i>Areca</i> spp. (D)	Kg	0.25	27.73	27.98	43,844.66
1.6 <i>Archidendron paucifloum</i> (F)	Kg	1.44	18.19	19.63	30,760.21
1.7 <i>Garcinia atroviridis</i> (D)	Kg	0.29	1.36	1.66	2,585.55
1.8 <i>Baccaurea polyneura</i> (F)	Kg	0.05	0.91	0.96	1,504.32
1.9 Honey (F)	Kg	0.12	0.60	0.72	1,128.24
1.10 <i>Artocarpus</i> spp. (F)	Kg	0.40	-	0.40	626.80
2. Fuelwood					
Fuel wood	m ³	0.65	-	0.65	1,018.55
3. Medicinal plants					
3.1 <i>Garcinia</i> spp.	Kg	-	3.13	3.13	4,904.74
3.2 <i>Garcinia atroviridis</i>	Kg	0.16	0.31	0.47	736.49
3.3 <i>Cymbopogon</i> spp.	Kg	0.04	0.25	0.29	454.43
3.4 <i>Senna alata</i>	Kg	0.05	0.16	0.21	329.07
3.5 <i>Curcuma</i> spp.	Kg	0.08	0.06	0.14	219.38
3.6 <i>Rhinacanthus nasutus</i>	Kg	-	0.06	0.06	94.02
3.7 <i>Clitoria ternatea</i>	Kg	-	0.06	0.06	94.02
3.8 <i>Barleria</i> spp.	Kg	-	0.03	0.03	47.01
4. Materials and fibers					
4.1 Woods for construction	m ³	0.08	-	0.08	125.36
4.2 Dye plants	Kg	2.81 kg	-	2.81	4,403.27
4.3 <i>Phragmites vallatoria</i>	Kg	0.24	-	0.24	376.08
5. Water					
5.1 Household use	m ³	291.63	-	291.63	456,984.21
5.2 Drinking water	m ³	0.69	-	0.69	1,081.23
5.3 Cropping/agriculture	m ³	165.80	-	165.80	259,808.60

***Remark:** Wild food product (F), Domesticated fruits (D)

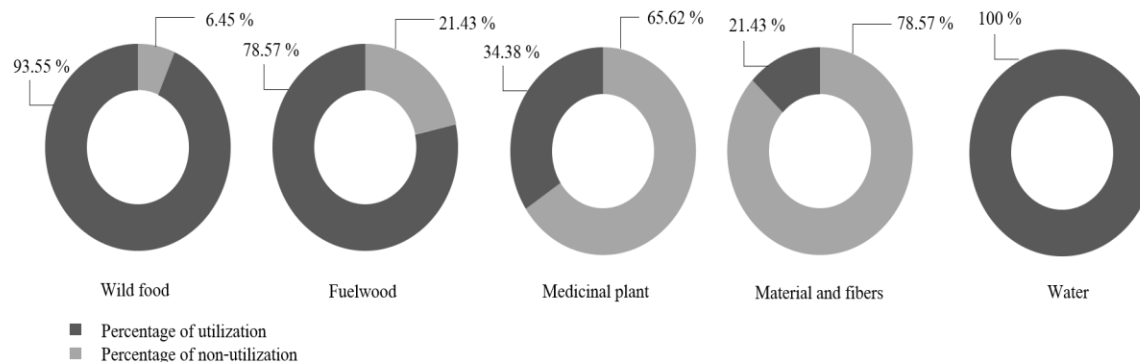


Figure 2 Percentage of utilization and non-utilization.

Table 2 Total value of provisioning ecosystem services (PES) in the study area.

Type of PES	Average PES Value (Baht/household/year)	Grand Total (Baht)	%	Average PES Value (Baht/Rai)
1. Wild food	467,070.51	731,899,488.19	99.32	30,192.02
1.1 Domesticated fruits	463,005.59	725,529,765.42	98.46	29,929.26
1.2 Wild food products	4,064.92	6,369,722.79	0.86	262.76
2. Fuel wood	195.02	305,594.00	0.04	12.61
3. Medicinal plants	404.84	634,390.16	0.09	26.17
4. Materials and fibers	1,220.75	1,912,915.25	0.26	78.91
5. Water utilization	1,374.33	2,153,570.12	0.29	88.84
6. Genetics	-	-	-	-
Total	470,265.45	736,905,957.72	100	30,398.55

เมื่อทำการเปรียบเทียบนิเวศบริการด้านเป็นแหล่งผลิตในแต่ละประเภท พบว่า นิเวศบริการด้านแหล่งอาหารมีมูลค่าสูงที่สุด (731,899,488.19 บาทต่อปี) คิดเป็นสัดส่วนมูลค่าทั้งหมดร้อยละ 99.32 ซึ่งจำแนกออกได้เป็น มูลค่าจากผลผลิตที่ชุมชนเพาะปลูกเอง(725,529,765.42 บาท คิดเป็นร้อยละ 98.16 ของมูลค่าทั้งหมด) และมูลค่าผลผลิตจากป่า (6,369,722.79 คิดเป็นร้อยละ 0.86 ของมูลค่า

ทั้งหมด) มีมูลค่าเฉลี่ยต่อพื้นที่ 30,192.02 บาทต่อไร่ รองลงมา ได้แก่ ด้านการใช้ประโยชน์น้ำ มีมูลค่าทั้งหมด เท่ากับ 2,153,570.12 บาทต่อปี (ร้อยละ 0.29 ของมูลค่าทั้งหมด) มูลค่าเฉลี่ยต่อพื้นที่ เท่ากับ 88.84 บาทต่อไร่ มูลค่าด้านไม้ใช้สอยและพืชเส้นใย เท่ากับ 1,912,915.25 บาทต่อปี (ร้อยละ 0.26 ของมูลค่าทั้งหมด) มูลค่าเฉลี่ยต่อพื้นที่ เท่ากับ 78.91 บาทต่อไร่ มูลค่าด้านพืชสมุนไพรทั้งหมด เท่ากับ

634,390.16 บาทต่อปี (ร้อยละ 0.09 ของมูลค่าทั้งหมด) มูลค่าเฉลี่ยต่อพื้นที่ เท่ากับ 26.17 บาทต่อไร่ มูลค่าด้านไม้พื้นและเชื้อเพลิงมีมูลค่าน้อยที่สุด เท่ากับ 305,594.00 บาทต่อปี (ร้อยละ 0.04 ของมูลค่าทั้งหมด) มีมูลค่าเฉลี่ยพื้นที่ เท่ากับ 12.61 บาทต่อไร่ ซึ่งนับว่ามีมูลค่าเฉลี่ยสูงกว่าในป่าเขตร้อน เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์พื้นที่ เน้นการปลูกพืชเชิงเดี่ยว แต่การปลูกพืชเชิงเดี่ยว เป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ไม่ยั่งยืน ส่งผลต่อระบบนิเวศทำให้ระบบนิเวศไม่สามารถทำหน้าที่ ให้ผลิตและบริการได้อย่างเดิม เกิดปัญหาดิน ขาดความอุดมสมบูรณ์ การหมุนเวียนธาตุอาหารใน ดินน้อย เนื่องจากพืชเชิงเดี่ยวมีระบบรากที่ใกล้เคียง กัน เกิดการแก่งแย่งธาตุอาหาร (Supawong, 2015) และหากมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ของลุ่มน้ำย่อยคลองท่าดีในรูปแบบสวนเชิงเดี่ยว อาจส่งผลให้ปริมาณน้ำฝนลดลงประมาณร้อยละ 30 และผลผลิตที่คาดว่าจะได้รับลดลงร้อยละ 38 (Trisurat *et al.*, 2016) ดังนั้น ควรมีนโยบายด้านการ อนุรักษ์เข้ามาช่วยในการจัดการด้วย ได้แก่ การ ป้องกันรักษาป่าไม้ให้ถูกอนุรักษ์มากขึ้น การปลูกป่า เสริมในบริเวณที่เสื่อมโทรม และการเปลี่ยน รูปแบบการทำเกษตรเป็นแบบผสมผสาน (Mixed cropping system) แทนการปลูกพืชเชิงเดี่ยว

อย่างไรก็ตาม หากปฏิบัติตามหลักการ ปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืชอาหาร (Good

Agricultural Practices for Food Crop: GAP) ทำให้ ผลผลิตของกลุ่มน้ำย่อยคลองท่าดี มีระบบการ จัดการที่มีคุณภาพ ปลอดภัยทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค (National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards, 2013)

4. ระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับการ ฟันฟู การอนุรักษ์ และใช้ประโยชน์ทรัพยากร

การกำหนดมาตรการในการฟันฟู อนุรักษ์ และใช้ประโยชน์ทรัพยากรอย่างยั่งยืน อยู่บน พื้นฐาน ของ การ พัฒนา ที่ ยั่งยืน (Sustainable development) คือการใช้ทรัพยากรอย่างรู้คุณค่า เหมาะสม โดยการดำเนินการแบบบูรณาการทุกภาค ส่วน เพื่อให้เกิดความสมดุลระหว่างเศรษฐกิจ สังคม และทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กับ จุดหมายเพื่อความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นของชุมชน กล่าวได้ ว่า ชุมชนสามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม ตามศักยภาพของทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม เพื่อให้ทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อมให้ยังคงความอุดมสมบูรณ์ ไม่ เสื่อมสภาพไปจากการใช้ประโยชน์ (WCED, 1987) จากแนวทางการพัฒนาที่ยั่งยืน สามารถกำหนด มาตรการในการฟันฟู อนุรักษ์ และใช้ประโยชน์ ทรัพยากรเพื่อให้เกิดความเหมาะสมและยั่งยืน ได้ ทั้งหมด 11 มาตรการ (Table 3)

Table 3 Opinion of villagers in the study area concerning the official measures for forest resource restoration, conservation and utilization.

Official measures	Mean	S.D.	Level of opinion
1. Promote the integration of local knowledge.	4.79	0.410	Mostly agreed
2. Promote the management of local community.	4.79	0.449	Mostly agreed
3. Encourage community's participation in reforestation activity.	4.71	0.584	Mostly agreed
4. Define clear land use at community level.	4.84	0.451	Mostly agreed
5. Define rules and regulations for land use in National Park which accepted by local community.	4.76	0.670	Mostly agreed
6. Define roles and duties of local communities for managing and conserving forest areas.	4.82	0.497	Mostly agreed
7. Local communities have been assigned roles in controlling the resource use within National Park..	4.79	0.410	Mostly agreed
8. Promote the involvement of government and private sector in natural resource conservation	4.55	0.783	Mostly agreed
9. Promote the collaboration between state agencies, private sector and local community in forest conservation.	4.68	0.536	Mostly agreed
10. Promote the value of natural resources.	4.76	0.468	Mostly agreed
11. Encourage the participation of all sectors in monitoring and evaluation of the work progress in the area.	4.77	0.493	Mostly agreed
Average	4.75	0.522	Mostly agreed

ผลการศึกษาความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับมาตรการในการพัฒนาฟื้นฟู การอนุรักษ์ และใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรรมชาติอย่างเหมาะสม และยั่งยืน พบว่ามาตรการการกำหนดขอบเขตพื้นที่การใช้ประโยชน์ชัดเจน ชุมชนเห็นด้วยมากที่สุด (คะแนน 4.84) เนื่องจากพื้นที่ทำกินส่วนใหญ่ของครัวเรือนตัวอย่างตั้งอยู่ในพื้นที่เขตอุทยานแห่งชาติเขาหลวง ดังนั้นความชัดเจนในพื้นที่ทำกินจึงสร้าง

ความมั่นใจให้แก่ชุมชน ซึ่งทางอุทยานฯ มีการกำหนดข้อตกลงร่วมกันกับชุมชนในการใช้ประโยชน์ที่ดินทำกิน เพื่อป้องกันการบุกรุกพื้นที่เพิ่มเติม นอกจากนี้มาตรการอื่น ๆ ที่ชุมชนเห็นด้วยมากที่สุดเช่นเดียวกันคือ การกำหนดบทบาทหน้าที่ของชุมชนในการมีส่วนร่วมในการรักษาป่า (คะแนน 4.82) การศึกษา สำรวจ รวบรวมองค์ความรู้ท้องถิ่นในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ (คะแนน 4.79)

การส่งเสริมความรู้ และฝึกฝนในการอนุรักษ์
ทรัพยากรธรรมชาติให้กับชุมชน (คะแนน 4.79)
การให้ชุมชนมีบทบาทในการควบคุมการใช้
ประโยชน์ในบริเวณพื้นที่อุทยานแห่งชาติร่วมกับ
เจ้าหน้าที่รัฐ (คะแนน 4.79) ขณะที่มาตรการที่ชุมชน
เห็นมากที่สุดแต่อยู่ในระดับคะแนนต่ำกว่ามาตรการ
อื่น ๆ ที่กล่าวมา คือการประสานความร่วมมือ
ระหว่างหน่วยงานราชการ องค์กรเอกชน และชุมชน
ให้เกิดความร่วมมือในการอนุรักษ์
ทรัพยากรธรรมชาติ (คะแนน 4.68) และการส่งเสริม
ให้หน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน เข้ามามีบทบาทใน
การสนับสนุนกิจกรรมในการอนุรักษ์
ทรัพยากรธรรมชาติ (คะแนน 4.55)

จากผลการศึกษา ชุมชนมีความต้องการให้มี
มาตรการในการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์จาก
ทรัพยากรที่ชัดเจน เพื่อวางแผนในการบริหารจัดการ
พื้นที่ร่วมกันของทุกภาคส่วนทั้งภาครัฐ เอกชน และ
ประชาชน เพื่อลดความขัดแย้งในพื้นที่ แต่เนื่องด้วย
มีพื้นที่ทำกินบางส่วนอยู่ในพื้นที่ของรัฐ (อุทยาน
แห่งชาติเขาหลวง) การบริหารจัดการอาจจำเป็นต้อง
ดำเนินการให้อยู่ในรูปแบบข้อตกลงของหน่วยงาน
รัฐกับชุมชน และการกำหนดบทบาทหน้าที่ของ
ชุมชน กำหนดกฎ กติกา ร่วมกันในดูแลรักษา
ทรัพยากรธรรมชาติโดยไม่ขัดกับข้อกฎหมาย เพื่อให้
ชุมชนรู้สึกถึงการเป็นเจ้าของ และเห็นถึงคุณค่าของ
ทรัพยากรธรรมชาติ และส่งเสริมการใช้ประโยชน์
ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืนต่อไป

สรุป

กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาเป็นเพศหญิงมากกว่า
เพศชาย (ร้อยละ 52.19 และ 47.81 ตามลำดับ) และ
ส่วนใหญ่สำเร็จการศึกษาในระดับประถมศึกษา
มีอาชีพทำสวนเป็นหลัก มีรายได้เฉลี่ยครัวเรือนละ
403,081.08 บาทต่อปี จำนวนสมาชิกในครัวเรือน
เฉลี่ย 4 คน ชุมชนมีที่ดินถือครองเฉลี่ยต่อครัวเรือน
15.47 ไร่ ขณะที่มูลค่าการใช้ประโยชน์ด้านการเป็น
แหล่งผลิตของกลุ่มน้ำย่อยคลองท่าดี มีมูลค่าเท่ากับ
736,905,957.72 บาทต่อชุมชนต่อปี หรือเฉลี่ยมูลค่า
เฉลี่ยต่อครัวเรือน เท่ากับ 470,265.45 บาทต่อ
ครัวเรือนต่อปี และมูลค่าเฉลี่ยต่อพื้นที่ เท่ากับ
30,398.55 บาทต่อไร่ต่อปี มูลค่าที่ได้มีมูลค่าสูง
เนื่องจากคำนวณจากครัวเรือนทั้งหมดในพื้นที่กลุ่ม
น้ำย่อยคลองท่าดี

การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินของชุมชนบริเวณ
กลุ่มน้ำย่อยคลองท่าดีจากสวนสมรมเป็นสวนเชิงเดี่ยว
ส่งผลต่อผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจำนวนมาก ดังนั้น การ
แก้ไขปัญหาจึงต้องร่วมมือกันทุกภาคส่วน และกลไก
การจ่ายค่าบริการระบบนิเวศ (Payment for ecosystem
services, PES) ก็เป็นอีกหนึ่งวิธีที่สามารถจัดการ
ทรัพยากรธรรมชาติได้อย่างยั่งยืน

เอกสารอ้างอิง

- Boyd, J. 2011. **Valuation of Ecosystem Services**. 2011
Ecosystem Services Seminar Series. Available
source:<https://www.moore.org/materials/Ecosystem-Services-Full-Seminar-Series.pdf>, April 19, 2020.

- Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation. 2019. **Map of Klong Thadee Sub-basin**. Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok. (*in Thai*)
- Everard, M. and R. Waters. .2013 **Ecosystem Services Assessment: How to Do One in Practice**. Institution of Environmental Sciences, London.
- Jamikorn, S. 1983. **Statistics analysis for social science research**. Kasetsart University, Bangkok. (*in Thai*)
- Marod, D. and U. Kutintara. 2009. **Forest ecology**. Aksorn Siam Limited Partnership, Bangkok. (*in Thai*)
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. **Ecosystems and Human-Well-Being: Synthesis**. Island, Washington, DC.
- Mookkasa, P. 2017. **Payment for Ecosystem Services (PES) on Klong Tha Dee Head Watershed, Nakhon Sri Thammarat Province**. Department of National Park Wildlife and Plant Conservation, Bangkok. (*in Thai*)
- National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards. 2013. **Good Agricultural Practices for Food Crop**. Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok. (*in Thai*)
- National Statistical Office. Not date. **Sampling Methods**. National Statistical Office, Bangkok. (*in Thai*)
- Pakdeenarong, P., R. Kotchasaengsan, S. Nakrat, P. Bunnasopits and S. Bunchaloei. 2010. **Development of Geodatabase for Watershed Management: A case study in Klong-Thadee sub-basin, Nakhon Si Thammarat province**. Walailak University, Nakhon Si Thammarat. (*in Thai*)
- Santhinan, N. and W. Polasub. 2009. Use Value and Willingness to pay for Entrance Fee of Pra Forest, Nopphitam Sub-District, Nakhon Si Thammarat Province. **Journal of Forest Management** 3(5): 36-49. (*in Thai*)
- Suksard, S. 2009. Valuation of Forest resources. **Journal of Forest Management** 3(6): 122-133 (*in Thai*).
- Supawong, P. 2015. **Litterfall Decomposition of Indigenous Trees in Monoculture and Mixed Culture at Thong Pha Phum Plantation, Kanchanaburi Province**. M.S. Thesis, Kasetsart University. (*in Thai*)
- Trisurat, Y., P. Eawpanich and R. Kalliola. 2016. Integrating Land Use and Climate Change Scenarios and Models Into Assessment of Forested Watershed Services in Southern Thailand. **Environmental Research** 147: 611-620.
- World Commission on Environment and Development. 1987. **Our Common Future**. Oxford.
- Yamane, T. 1973. **Statistics: An Introductory Analysis**. Harper International Edition, Tokyo.

นิพนธ์ต้นฉบับ

ลักษณะสัณฐานวิทยาบางประการของกล้ากาแฟอาราบิก้า 3 ระยะ ที่ปลูกภายใต้สภาพป่าดิบเขาระดับต่ำ ใน
เขตพื้นที่โครงการฟาร์มตัวอย่างตามพระราชดำริบ้านขุนแตะ อำเภोजอมทอง จังหวัดเชียงใหม่

พริพันธ์ ทองเปลว^{1*} กฤษณะ ทองศรี¹

ธีรานนท์ ปาสุธรรม¹ สุธีระ เหมฮัก¹ เนตรนภา อินสลด¹ และวิษณุภาส สังพาลี¹

รับต้นฉบับ: 6 พฤษภาคม 2563

ฉบับแก้ไข: 23 พฤษภาคม 2563

รับลงพิมพ์: 26 พฤษภาคม 2563

บทคัดย่อ

การศึกษาและเปรียบเทียบลักษณะสัณฐานวิทยาบางประการและของกล้ากาแฟอาราบิก้า 3 ระยะ ที่ปลูกในระบบวนเกษตรภายใต้สภาพป่าดิบเขาระดับต่ำที่มีการฟื้นฟูตามธรรมชาติ โดยทำการวางแผนแปลงขนาด 20 x 20 เมตร แล้วเลือกต้นแม่ไม้อากาแฟจำนวน 17 ต้น และวางแผนตัวอย่างกล้าไม้ ขนาด 1 x 1 เมตร เพื่อลุ่มกล้ากาแฟอาราบิก้า 3 ระยะ ในแปลงตัวอย่าง ดำเนินการช่วงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2561 ผลการศึกษาพบว่าการกระจายของกล้ากาแฟแปรผันตามระยะการเติบโต โดยระยะแรกคือ ใบผีเสื้อมีการกระจายตัวแบบปกติ ในลักษณะความสูงต้น ลักษณะน้ำหนักรากแห้ง และลักษณะน้ำหนักรากแห้ง ส่วนกล้าระยะใบผีเสื้อ-ใบจริง และระยะใบจริงมีการกระจายตัวของข้อมูลแบบไม่ปกติในทุกลักษณะสัณฐานวิทยาที่ทำการศึกษา ในส่วนของความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์รวมจากความสูงจากพื้นป่าในแปลงศึกษา พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งโดยบนเรือนยอดต้นกล้า มีเปอร์เซ็นต์รวมเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ ในทรงพุ่มกาแฟต้นแม่ และบนเรือนยอดกาแฟต้นแม่ ตามลำดับ และการกระจายระหว่างกลุ่มของตัวอย่างกล้ากาแฟอาราบิก้าในแต่ละระยะ พบว่า ความสูงต้น ความยาวราก ขนาดความโตที่ระดับคอราก น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักรากแห้ง และความเขียวใบ ไม่มีการกระจายแบบเดียวกันในทุกกลุ่มของกลุ่มตัวอย่าง ทำให้ทราบว่าในแต่ละช่วงการเจริญเติบโตของระยะกล้าทั้ง 3 ระยะ มีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกัน แต่ส่วนของพื้นที่ใบเฉพาะ พบว่าการกระจายแบบเดียวกันในกล้าไม้ทั้ง 3 ระยะ นั่นคือเมื่อกล้ากาแฟเจริญไปในแต่ละระยะ ส่วนพื้นที่ใบเฉพาะไม่มีการเปลี่ยนแปลง แสดงให้เห็นได้ว่ากล้ากาแฟอาราบิก้าที่ปลูกในระบบวนเกษตรภายใต้สภาพป่าดิบเขาระดับต่ำ มีลักษณะสัณฐานวิทยาบางประการที่มีความแตกต่างกันออกไปเช่นเดียวกับการปลูกในพื้นที่กาแฟเชิงเดี่ยว เนื่องจากความต้องการด้านนิเวศวิทยาของพืชคล้ายคลึงกัน

คำสำคัญ: ลักษณะสัณฐานวิทยา กล้ากาแฟอาราบิก้า 3 ระยะ ระบบวนเกษตร พื้นที่ใบเฉพาะ

¹สาขาวิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

*ผู้รับผิดชอบบทความ: E-mail: thongplew_mju82@outlook.com

ORIGINAL ARTICLE

**Some Morphological Characteristics of Three Seedling Stages of Arabica Coffee (*Coffea arabica* L.)
Planted under Lower Montane Forest Condition in Khuntae Royal Initiative Project Area,
Chom Thong district, Chiang Mai province**

Pheeraphan Thongplew¹*, Krissana Thongsri¹,
Teeranon Pasutham¹, Sutheera Hermhuk¹, Nednapa Insalud¹ and Witchaphart Sungpalee¹

Received: 6 May 2020

Revised: 23 May 2020

Accepted: 26 May 2020

ABSTRACT

This study was conducted to observe some morphological characteristics during three developmental stages of coffee seedling found in agroforestry system under natural reforestation of lower montane forest. To collect data, a 20 m x 20 m plot were established and 17 mature coffee individuals were selected within this plot. The seedling quadrat of 1 m x 1 m was set up under each selected individual mature coffee, and Arabica coffee seedlings were randomly selected for data collecting during June 2018. The study found that the distribution of coffee seedling varied with seedling stages, whereby during the butterfly leaf stage, the normal distribution was observed for shoot length, shoot dry weight and root dry weight. During the butterfly leaf-true leaf stage and true leaf stage, seedling distribution appeared as a non-normal distribution for all of the morphological characteristics included in the study. When considered percentage of shading, it was found to be statistically different among the different canopy levels with the seedlings canopy level having the highest average shading, followed by the mature Arabica tree level and the top of mature Arabica coffee tree level having the lowest percentage of shading. Furthermore, examination of the distribution among groups of Arabica seedling samples in each stage indicated that shoot length, root length, root growth rate, shoot dry weight, root dry weight and leaf greenness had different distribution for every pair of samples. This result suggested that there were different degrees of changes in growth during the three seedling stages. On the specific leaf area, however, similar distribution pattern was observed among the Arabica coffee seedlings in all three seedling stages. In other word, there was no change in specific leaf area though out the different seedling stages, indicating that the Arabica coffee seedlings planted under agroforestry system within the lower montane forest are variable in terms of their morphological characteristics, which are also apparent among coffee seedlings found in monoculture system, which may be explained by their similarity in ecological niche.

Keywords: morphological characteristics, three seedling stages of Arabica coffee, agroforestry system, specific leaf area

¹Program in Agronomy Faculty of Agricultural Production Maejo University

*Corresponding Author, E-mail: thongplew_mju82@outlook.com

คำนำ

กาแฟเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญ ที่นิยมบริโภคทั้งต่างประเทศและในประเทศ โดยปลูกมากบริเวณภาคเหนือและภาคใต้ของประเทศไทย ซึ่งกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า (*Arabica, Coffea arabica* L.) ปลูกมากบริเวณภาคเหนือ ขณะที่ภาคใต้เป็นแหล่งปลูกกาแฟโรบัสต้า (*Robusta, Coffea robusta* L.Linden) ที่สำคัญของประเทศ (Highland Coffee Research and Training Center, 1994) การที่กาแฟอาราบิก้าสามารถปลูกในพื้นที่ภาคเหนือได้ดี เป็นเพราะพื้นที่มีสภาพอากาศและภูมิประเทศที่เหมาะสมแก่ผลผลิต ซึ่งในปัจจุบันกระแสความนิยมการบริโภคกาแฟมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น มีความต้องการใช้เมล็ดกาแฟเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้มูลค่ากาแฟที่เกษตรกรสามารถขายได้ในตลาดสูงขึ้นตามไปด้วย ซึ่งหากเปรียบเทียบกับประเทศในภูมิภาคอาเซียนแล้ว ไทยเป็นประเทศผู้ส่งออกกาแฟอันดับที่ 3 รองจากประเทศเวียดนาม และอินโดนีเซีย โดยแนวโน้มการผลิตกาแฟอาราบิก้าของโลกในปัจจุบันมุ่งสู่การผลิตในเชิงระบบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น เป็นการสนับสนุนปลูกในพื้นที่ได้เรือนยอดป่าซึ่งแตกต่างจากในอดีตที่เน้นปลูกเชิงเดี่ยว ตลอดจนมีระบบการรับรองมาตรฐานการผลิตเข้ามากำหนดมาตรฐาน เช่น มาตรฐานกาแฟอินทรีย์ (Angkasith, 2002) แต่การผลิตกาแฟและการขยายพื้นที่ปลูกยังคงมีอัตราสูงขึ้นทั้ง 2 ชนิด และจำเป็นต้องปลูกภายใต้ปัจจัยสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต เช่น ความเข้มแสง อุณหภูมิ และความสูงระดับน้ำทะเล เป็นต้น โดยเฉพาะการปลูกกาแฟร่วมกับพืชอื่น ๆ เพื่อลดปริมาณความเข้มแสงและปรับสภาพแวดล้อมให้

เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต (Suteekanjanothai and Chiarawipa, 2017)

ปัจจุบันมีการศึกษาการปลูกกาแฟในสภาพป่าธรรมชาติ โดยระบุว่าสามารถให้ผลผลิตและคุณภาพของกาแฟทั้งในด้านกลิ่นและรสชาติที่ดีกว่าการปลูกกาแฟในสภาพกลางแจ้ง รวมไปถึงความอุดมสมบูรณ์ของดินทั้งในด้านการมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงและธาตุอาหารอย่างเพียงพอต่างเป็นปัจจัยที่มีบทบาทสำคัญต่อคุณภาพของกาแฟ นอกจากนี้การปลูกกาแฟในสภาพได้ร่มเงาจะทำให้เมล็ดกาแฟมีระยะเวลาการสะสมอาหารได้มากขึ้นและสุกช้ากว่าการปลูกในสภาพกลางแจ้ง (Nesper, 2017) โดยธรรมชาติแล้วกาแฟอาราบิก้าเป็นพืชที่ปรับตัวเข้ากับสภาพร่มเงาได้ดี ใบกาแฟมีความสามารถสังเคราะห์แสงในที่แสงน้อยได้ดีกว่ากลางแจ้ง (Thaisantad *et al.*, 2000) กาแฟเป็นพืชที่ควรปลูกโดยมีไม้บังร่ม (Shade plant) แม้แต่ในป่าที่กาแฟขึ้นตามธรรมชาติ โดยกาแฟที่ปลูกในร่มเงาจะมีอายุยืนยาว ใบกาแฟจะมีสีเขียวจัดเนื่องจากใบมีการสะสมของคลอโรฟิลล์ในปริมาณมาก หากต้นกาแฟได้รับแสงแดดปริมาณมากเปอร์เซ็นต์คลอโรฟิลล์ในใบมีน้อย และกาแฟมีการคายน้ำจากใบมากทำให้มีอาการใบเหี่ยวเฉา ส่งผลให้ให้ต้นกาแฟมีอัตราการเติบโตช้าลง (Bosselmann *et al.*, 2009) โดยการปลูกกาแฟในระบบการปลูกชิดและภายใต้เรือนยอดป่านั้น มีผลทำให้ต้นกาแฟมีการเจริญเติบโตได้ดี ส่งผลให้ต้นกาแฟมีการเจริญเติบโตที่เกื้อหนุนซึ่งกันและกัน ช่วยลดความเข้มแสง ทำให้ต้นกาแฟมีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงได้ดีขึ้น และยังทำให้บริเวณของพื้นที่ปลูกมีความชื้นเพิ่มขึ้น (Yimyam, 2000)

โดยภายใต้สภาพที่แสงเป็นปัจจัยจำกัด ต้นกาแฟมีการตอบสนองทางสรีรวิทยาเพื่อปรับตัวและแสดงออกทางสรีรวิทยาได้แตกต่างกันหลายลักษณะ (Chiarawipa and Sirikantayakul, 2015) และเมื่อกาแฟปลูกในสภาพที่มีพืชมากกว่าสองชนิดขึ้นไป มักทำให้มีการปรับตัวลักษณะทางกายภาพและสรีรวิทยาของพืชปลูก โดยเฉพาะลักษณะสัณฐานวิทยาและสรีรวิทยาของใบ เช่น พื้นที่ใบ ปลายใบ มุมใบ ความกว้างและยาวใบ ฯลฯ ซึ่งเป็นสิ่งบ่งบอกถึงลักษณะการตอบสนองและการปรับตัวของพืชในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ (Suteekanjanonthai *et al.*, 2017) ดังนั้น การศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงลักษณะสัณฐานวิทยาของกล้ากาแฟอาราบิก้า 3 ระยะ (ซึ่งเป็นระยะที่มีการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาที่รวดเร็ว และเป็นช่วงที่กล้ากาแฟมีการตั้งตัว และทนต่อสภาพแวดล้อมได้) ที่ปลูกภายใต้สภาพป่าดิบเขา ระดับต่ำอาจทำให้ทราบถึงสภาวะการเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงระยะของกล้ากาแฟเพื่อเป็นองค์ความรู้ทางนิเวศวิทยาและการปลูกกาแฟอาราบิก้าในระบบวนเกษตร ซึ่งอาจเป็นข้อมูลสนับสนุนการลดพื้นที่ปลูกกาแฟเชิงเดี่ยวในภาคเหนือของประเทศไทยได้

อุปกรณ์ และวิธีการ

1. พื้นที่ศึกษา (study area)

ตั้งอยู่ในพื้นที่ ดอยสองเมืง (สองเมือง) ตำบลดอยแก้ว อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ บริเวณบ้านขุนแตะ เขตป่าอุทยานแห่งชาติออบหลวง มีความสูง 1,199 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง แปลงศึกษาอยู่ภายใต้โครงการฟาร์มตัวอย่างตามพระราชดำริบ้านขุน

แตะ อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 16 (เชียงใหม่)

2. การเก็บข้อมูล (data collection)

2.1 การเก็บข้อมูลกาแฟ

1) วางแปลงตัวอย่างขนาด 20 เมตร x 20 เมตร เพื่อคัดเลือกต้นแม่ไม้กาแฟ (mature coffee trees) โดยคัดเลือกจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น (Size class) จำนวน 8 ขนาด ได้แก่ ขนาด 3.1-4, 4.1-5, 5.1-6, 6.1-7, 7.1-8, 8.1-9, 9.1-10, 10.1-11 และ 11.1-12 เซนติเมตรตามลำดับ

2) วางแปลงขนาด 1 เมตร x 1 เมตร ภายใต้ต้นแม่กาแฟตัวอย่าง และทำการสุ่มต้นกล้ากาแฟ 3 ระยะ คือ ระยะใบผีเสื้อ (Butterfly stage) ระยะใบผีเสื้อใบจริง (True leaf-butterfly leaf) และระยะใบจริง (True leaf) ตามลำดับ โดยสุ่มเลือก 5 ต้นต่อระยะ รวมทั้งหมด 15 ต้น โดยกำหนดให้เป็น ระยะใบผีเสื้อ (A, B และ C) ระยะใบผีเสื้อใบจริง (D, E และ F) และระยะใบจริง (G, H และ I) (Figure 1)

3) ทำการนับจำนวนใบผีเสื้อ และใบจริงในแต่ละระยะของต้นกล้า วัดขนาดลำต้นของต้นกล้าโดยใช้เวอร์เนียเทอร์โมพาสติกแบบดิจิทัล และนำเครื่องวัดค่าคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll Meter SPAD-502 Plus) วัดใบของต้นกล้ากาแฟเพื่อประเมินความเขียวใบ โดยวัดค่าทุกใบแล้วหาค่าเฉลี่ยต่อต้นกล้า (Table 1) นำตัวอย่างที่ได้มาเข้าสู่ตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เวลา 72 ชั่วโมง เมื่ออบเสร็จแล้วทำการตัดแยกรากและลำต้นส่วนเหนือดิน แล้วชั่งน้ำหนักจดบันทึกและนำตัวอย่าง

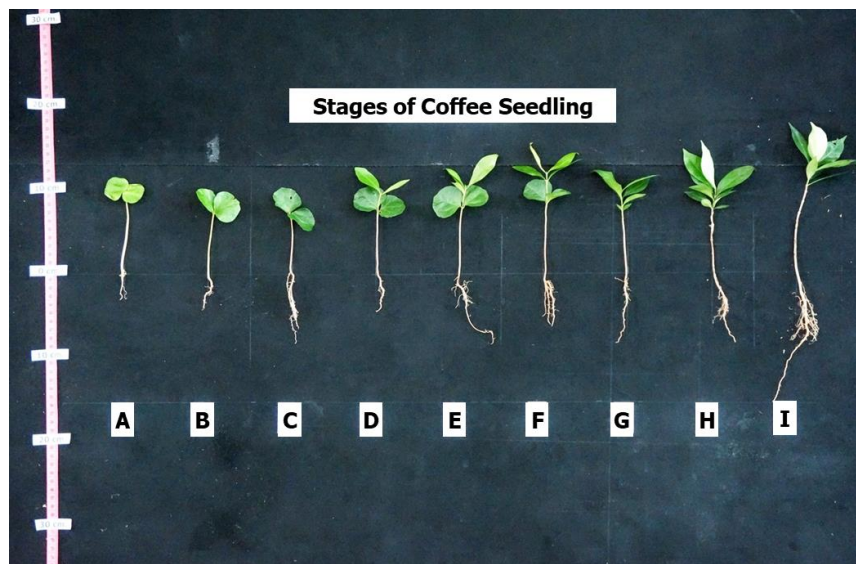


Figure 1 Seedling stages of Arabica coffee under lower montane forest condition in study area

Table 1 Morphological characteristics of seedling stages of Arabica coffee (assessment and methods)

Morphological characteristics	Methods
Shoot length (cm)	Shoot length was measured at from the base of shoot to the tip of the last leaf.
Root length (cm)	Root length was measure from the root-shoot junction to the tip of the longest root.
Stem diameter; D_0 (mm)	Stem diameter was measured at middle of seedling stem using a digital vernier caliper.
Leave dry weight (g)	Leaves, shoots and roots taken then oven dried at 72 °C for 105 hours and dry weight were measured by using digital balance.
Stem dry weight (g)	
Root dry weight (g)	
Leaf greenness values (SPAD)	The leaf greenness values were measured in each leaf (seedlings) using a SPAD-502 chlorophyll meter (Konica Minolta Inc., Tokyo, Japan).
Specific leaf area; SLA ($\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$)	Leaf area were analyzed by ImageJ program from leave dry and specific leaf area (SLA) were calculated by LA / LW .

ต้นกล้าอบที่อุณหภูมิ 105 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง
แล้วชั่งน้ำหนักจดบันทึกน้ำหนักแห้ง

2.2 การเก็บข้อมูลปัจจัยแวดล้อม

1) วัดค่าความเข้มแสง (light intensity)
โดยใช้เครื่องวัดระดับแสง (Lux/Fc Light Meter)

วัดบริเวณเรือนยอดต้นกล้า และพื้นที่โล่งแจ้ง
พร้อมกัน โดยวัด 3 ครั้งต่อแปลงตัวอย่างกล้าไม้
ตลอดจนวัดระดับแสงบริเวณเรือนยอดและ
ภายใต้ทรงพุ่มของกาแฟต้นแม่ โดยเปรียบเทียบ
กับพื้นที่โล่งแจ้งในขณะนั้น และระดับแสง
บริเวณเรือนยอดของต้นกล้า ระดับแสงบริเวณ

เรือนยอดกาแฟต้นแม่ และในทรงพุ่มของกาแฟต้นแม่ ตามลำดับ

2) ทำการถอนต้นกล้าตัวอย่าง วัดความสูงและความยาวราก และนำไปใส่ถุงกระดาษโดยถุงจะเขียนรายละเอียดของข้อมูล เช่น ชื่อต้นแม่ ระยะของต้นกล้าลำดับต้น (ต้นที่ 1-5)

3) ทำการวัดพื้นที่ใบด้วยการแสกนใบทุกใบของกล้ากาแฟด้วยเครื่องแสกน จากนั้นประเมินพื้นที่ใบแห้งด้วยโปรแกรม Image J เพื่อใช้คำนวณพื้นที่ใบเฉพาะ (Specific leaf area) ซึ่งสัดส่วนของพื้นที่ใบ (cm^2) และน้ำหนักใบ (g)

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

ความผันแปรด้านสัณฐานวิทยาบางประการของกล้ากาแฟอาราบิก้า 3 ระยะเพื่อหาการกระจายตัวของลักษณะสัณฐานด้วย Histogram และทดสอบการกระจายแบบปกติ (Normality test) ของกล้ากาแฟทั้ง 3 ระยะ ด้วยวิธี Shapiro-Wilk normality test จากนั้นเปรียบเทียบความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ร่มเงาด้วยวิธี Kruskal-Wallis Test และเปรียบเทียบการกระจายระหว่างกลุ่มตัวอย่างกล้ากาแฟอาราบิก้า 3 ระยะ ด้วยวิธี Two-Sample Kolmogorov-Smirnov test

ผลและวิจารณ์

1. ลักษณะทางสัณฐานวิทยาบางประการของกล้ากาแฟอาราบิก้า

จากการสุ่มตัวอย่างกล้ากาแฟอาราบิก้าที่ปลูกภายใต้สภาพป่าดิบเขาระดับต่ำพบว่า ความสูงต้นในระยะใบผีเสื้อ ระยะใบผีเสื้อ-ใบจริง และระยะใบจริง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.86 ± 1.40 , 14.42 ± 1.81 และ 18.26 ± 2.79 เซนติเมตร

ตามลำดับ ความยาวราก ในระยะใบผีเสื้อ ระยะใบผีเสื้อ-ใบจริง และระยะใบจริง มีค่าเฉลี่ย 5.30 ± 2.71 , 8.67 ± 2.83 และ 10.45 ± 4.15 เซนติเมตร ตามลำดับ ขนาดความโตที่ระดับคอราก ในระยะใบผีเสื้อ ระยะใบผีเสื้อ-ใบจริง และระยะใบจริง มีค่าเฉลี่ย 1.73 ± 0.57 , 1.32 ± 0.24 และ 1.65 ± 0.38 มิลลิเมตร ตามลำดับ น้ำหนักแห้งต้นในระยะใบผีเสื้อ ระยะใบผีเสื้อ-ใบจริง และระยะใบจริง มีค่าเฉลี่ย 0.078 ± 0.018 , 0.141 ± 0.016 และ 0.202 ± 0.053 กรัม ตามลำดับ น้ำหนักแห้งราก ในระยะใบผีเสื้อ ระยะใบผีเสื้อ-ใบจริง และระยะใบจริง มีค่าเฉลี่ย 0.016 ± 0.081 , 0.039 ± 0.016 และ 0.081 ± 0.068 กรัม ตามลำดับ ความเขียวใบ ในระยะใบผีเสื้อ ระยะใบผีเสื้อ-ใบจริง และระยะใบจริง มีค่าเฉลี่ย 36.82 ± 8.96 , 42.74 ± 5.02 และ 45.92 ± 4.34 ตามลำดับ พื้นที่ใบเฉพาะ ในระยะใบผีเสื้อ ระยะใบผีเสื้อ-ใบจริง และระยะใบจริง มีค่าเฉลี่ย 230.57 ± 40.25 , 275.87 ± 49.22 และ 277.69 ± 53.55 เซนติเมตร² กรัม⁻¹ ตามลำดับ (Table 2)

2. ความผันแปรด้านสัณฐานวิทยาบางประการของกล้ากาแฟอาราบิก้า 3 ระยะ

2.1 การกระจายของความสูงต้นของกล้ากาแฟอาราบิก้าทั้ง 3 ระยะ โดยรวมมีความสูงต้นสูงสุดในชั้นความสูง 10.0-12.5 เซนติเมตร รองลงมาคือชั้นความสูง 12.5-15.0, 15.0-17.5, 17.5-20.0, 7.5-10.0, 20.0-22.5, 22.5-25.0, 25.0-27.5, 5.0-7.5, 2.5-5.0 และ 27.5-30.0 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อพิจารณาความสูงกล้ากาแฟอาราบิก้าทั้ง 3 ระยะ พบว่าการกระจายของความสูงของกล้าระยะใบผีเสื้อ มีความสูงต้นสูงสุดในชั้น

ความสูง 10.0-12.5 เซนติเมตร กล้าระยะใบผีเสื้อ-
ใบจริง พบมากที่สุดที่ชั้นความสูง 12.5-15.0

เซนติเมตร และกล้าระยะใบจริง พบมากที่สุดที่
ชั้นความสูง 15.0-17.5 เซนติเมตร

Table 2 Quantitative data of some morphological characteristics

Independence variables	Data	Seedling stages of Arabica coffee			
		Butterfly stage	True leaf-butterfly leaf	True leaf	Average
Shoot length (cm)	Average	10.86	14.42	18.26	14.51
	Maximum	13.90	25.40	27.90	22.40
	Minimum	7.40	4.20	12.00	7.87
Root length (cm)	Average	5.30	8.67	10.45	8.14
	Maximum	13.70	17.50	28.00	19.73
	Minimum	1.40	4.00	4.00	3.13
Stem diameter; D_0 (mm)	Average	1.73	1.32	1.65	1.57
	Maximum	2.90	2.10	2.80	2.60
	Minimum	0.60	0.90	1.10	0.87
Stem dry weight (g)	Average	0.0781	0.1414	0.2020	0.1405
	Maximum	0.1188	0.3787	0.5654	0.3543
	Minimum	0.0397	0.0177	0.0624	0.0399
Root dry weight (g)	Average	0.0161	0.0393	0.0813	0.0456
	Maximum	0.0469	0.0845	0.4340	0.1885
	Minimum	0.0027	0.0102	0.0129	0.0086
Leaf greenness values (SPAD)	Average	36.82	42.74	45.92	41.83
	Maximum	56.80	56.10	56.90	56.60
	Minimum	10.70	24.30	32.30	22.43
Specific Leaf Area ($\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$)	Average	230.57	275.87	277.69	261.38
	Maximum	452.79	428.75	433.56	438.37
	Minimum	103.25	185.83	202.06	163.71

2.2 การกระจายของความยาวรากของ
กล้ากาแฟอาราบิก้าทั้ง 3 ระยะ โดยรวมมีความ
ยาวราก สูงสุด ใน ชั้น ความ ยาว 7.0-10.5
เซนติเมตร หากพิจารณาตามความยาวรากของ
กล้ากาแฟอาราบิก้าทั้ง 3 ระยะ พบว่าการกระจาย

ของความยาวรากของกล้าระยะใบผีเสื้อ มีความ
ยาวรากสูงสุดในชั้นความยาว 3.5-7.0 เซนติเมตร
กล้าระยะใบจริง-ใบผีเสื้อ พบมากที่สุดที่ชั้นความ
ยาว 7.0-10.5 เซนติเมตร และกล้าระยะใบจริง พบ
มากที่สุดที่ชั้นความยาว 7.0-10.5 เซนติเมตร

2.3 การกระจายของขนาดความโตที่ระดับคอรากของกล้ากาแพทั้ง 3 ระยะ โดยรวมมีขนาดความโตสูงสุดในชั้นขนาดความโต 1.0-1.5 มิลลิเมตร หากพิจารณาตามขนาดความโตที่ระดับคอรากของกล้ากาแพอาราบีก้าทั้ง 3 ระยะ พบว่าการกระจายของขนาดความโตที่ระดับคอรากของกล้าระยะใบผีเสื้อ มีความยาวโตสูงสุดในชั้นขนาดความโต 1.5-2.0 มิลลิเมตร กล้าระยะใบผีเสื้อ-ใบจริง พบมากที่สุดที่ชั้นขนาดความโต 1.0-1.5 มิลลิเมตร และกล้าระยะใบจริง พบมากที่สุดที่ชั้นความโต 1.0-1.5 มิลลิเมตร

2.4 การกระจายของน้ำหนักแห้งต้นของกล้ากาแพทั้ง 3 ระยะ โดยรวมมีน้ำหนักแห้งต้นสูงสุดในชั้นน้ำหนัก 0.05-0.10 กรัม เมื่อพิจารณา น้ำหนักแห้งต้นกล้ากาแพอาราบีก้าทั้ง 3 ระยะ พบว่าการกระจายของน้ำหนักแห้งต้นของกล้าระยะใบผีเสื้อ มีน้ำหนักแห้งต้นสูงสุดในชั้นน้ำหนัก 0.05-0.10 กรัม กล้าระยะใบผีเสื้อ-ใบจริง และ กล้าระยะใบจริง พบมากที่สุดที่ชั้นน้ำหนัก 0.10-0.15 และ 0.05-0.10 กรัม ตามลำดับ

2.5 การกระจายของน้ำหนักแห้งรากของกล้ากาแพทั้ง 3 ระยะ โดยรวมแล้วมีน้ำหนักแห้งรากสูงสุดในชั้นน้ำหนัก 0.00-0.05 กรัม หากพิจารณาตามน้ำหนักแห้งรากของกล้ากาแพอาราบีก้าทั้ง 3 ระยะ พบว่าการกระจายของน้ำหนักแห้งรากของกล้าระยะใบผีเสื้อ มีน้ำหนักแห้งรากสูงสุดในชั้นน้ำหนัก 0.00-0.05 กรัม กล้าระยะใบผีเสื้อ-ใบจริง พบมากที่สุดที่ชั้นน้ำหนัก 0.00-0.05 กรัม และกล้าระยะใบจริง พบมากที่สุดที่ชั้นน้ำหนัก 0.05-0.10 กรัม

2.6 การกระจายของความเขียวใบของกล้ากาแพทั้ง 3 ระยะ โดยรวมมีความเขียวใบ

สูงสุดในชั้นความเขียว 40-45 เมื่อพิจารณาตามความเขียวใบของกล้ากาแพอาราบีก้าทั้ง 3 ระยะ พบว่าการกระจายของความเขียวใบของกล้าระยะใบผีเสื้อ มีความเขียวใบสูงสุดในชั้นความเขียว 35-40 กล้าระยะใบผีเสื้อ-ใบจริง พบมากที่สุดที่ชั้นความเขียว 40-45 และกล้าระยะใบจริง พบมากที่สุดที่ชั้นความเขียว 45-50 (Figure 2)

2.7 การกระจายของพื้นที่ใบเฉพาะของกล้ากาแพทั้ง 3 ระยะ โดยรวมมีพื้นที่ใบเฉพาะสูงสุดในชั้นพื้นที่ 220-250 เซนติเมตร² กรัม⁻¹ เมื่อพิจารณาตามพื้นที่ใบเฉพาะของกล้ากาแพอาราบีก้าทั้ง 3 ระยะ พบว่าการกระจายพื้นที่ใบเฉพาะของกล้าระยะใบผีเสื้อ มีพื้นที่ใบเฉพาะสูงสุดในชั้นพื้นที่ 220-250 เซนติเมตร² กรัม⁻¹ กล้าระยะใบผีเสื้อ-ใบจริง พบมากที่สุดที่ชั้นพื้นที่ 220-250 เซนติเมตร² กรัม⁻¹ และกล้าระยะใบจริง พบมากที่สุดที่ชั้นพื้นที่ 220-250 เซนติเมตร² กรัม⁻¹ (Figure 3)

3. การทดสอบการกระจายแบบปกติ (Normality test) ของกล้ากาแพอาราบีก้า 3 ระยะ

จากการทดสอบการกระจายแบบปกติด้วยวิธี Shapiro-Wilk เพื่อทดสอบว่าลักษณะทางสถิติฐานใดของกล้ากาแพอาราบีก้าในระยะใบผีเสื้อ ระยะใบผีเสื้อ-ใบจริง และระยะใบจริง มีการกระจายตัวแบบปกติ (Normal distribution) และการกระจายตัวแบบไม่ปกติ (Non-normal distribution) ผลการทดสอบ แสดงลักษณะความสูงต้นของกล้ากาแพอาราบีก้าในระยะใบผีเสื้อมีการกระจายแบบปกติ ส่วนของระยะใบผีเสื้อ-ใบจริง และระยะใบจริงมีการกระจายแบบไม่ปกติ

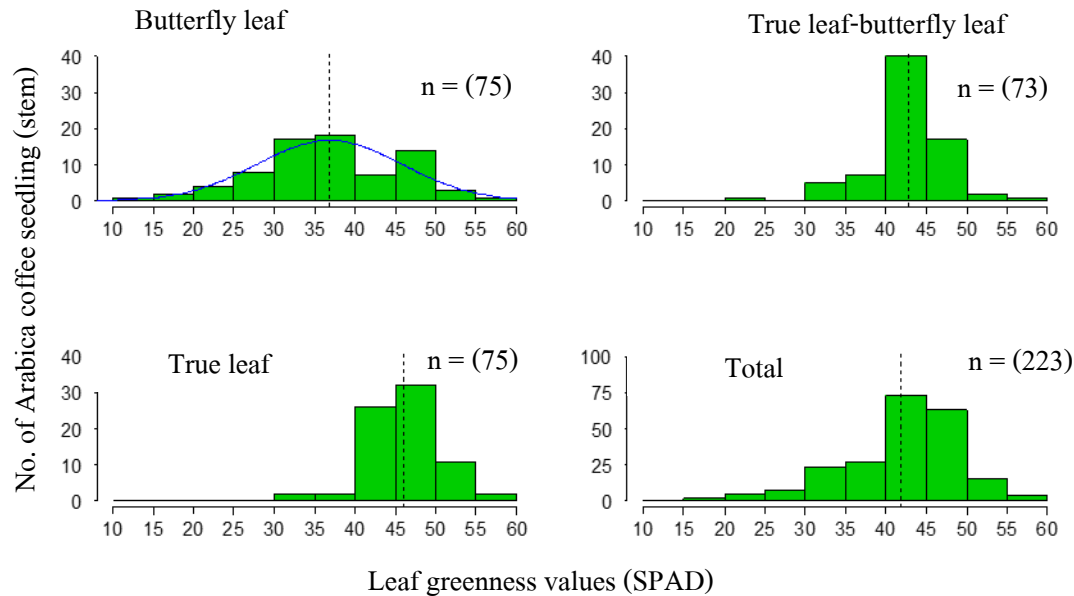


Figure 2 Variation of leaf greenness values (SPAD) of Arabica coffee seedling three stages

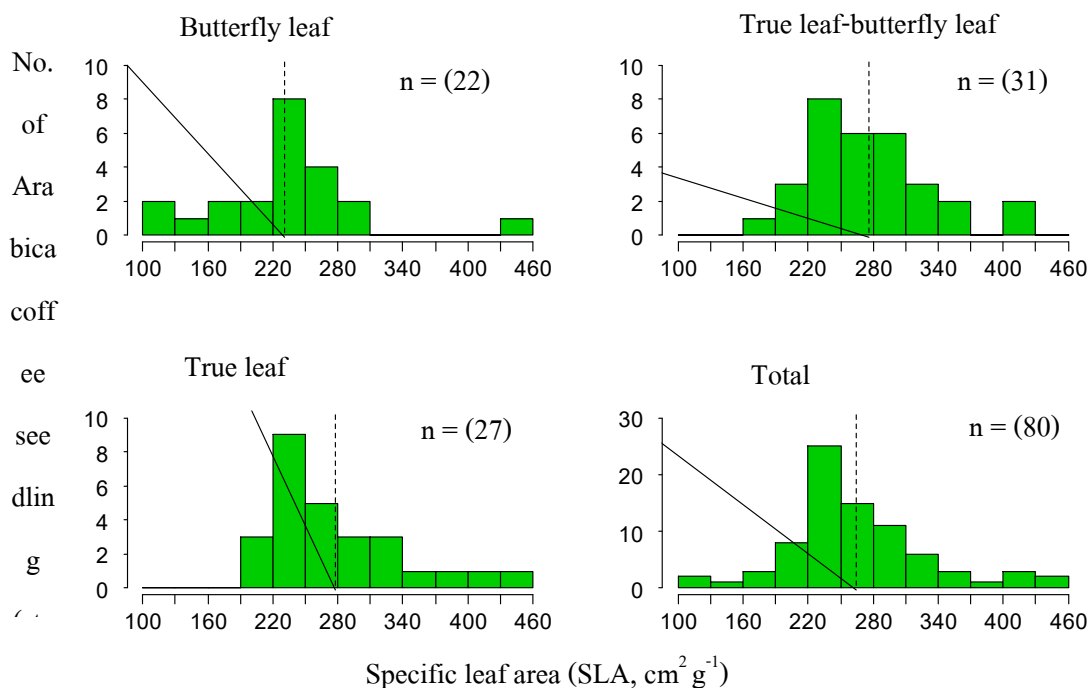


Figure 3 Variation of specific leaf area of Arabica coffee seedling three stages

ความยาวราก มีการกระจายตัวแบบไม่ปกติในกล้ากาแฟอาราบิก้าทั้ง 3 ระยะ เช่นเดียวกับลักษณะขนาดความโตที่ระดับคอรากที่มีการกระจายตัวแบบไม่ปกติในกล้ากาแฟทั้ง 3 ระยะ น้ำหนักแห้งต้น ของกล้ากาแฟอาราบิก้าในระยะ

ใบสีเขียว มีการกระจายแบบปกติ ส่วนระยะใบสีเขียว-ใบจริง และระยะใบจริงมีการกระจายแบบไม่ปกติ ลักษณะน้ำหนักแห้งราก มีการกระจายแบบไม่ปกติในกล้ากาแฟอาราบิก้าทั้ง 3 ระยะ ลักษณะความเขียวใบ ของกล้ากาแฟอาราบิก้าใน

ระยะใบสีเขียว มีการกระจายแบบปกติ ส่วนของระยะใบสีเขียว-ใบจริง และระยะใบจริงมีการกระจายแบบไม่ปกติ ลักษณะพื้นที่ใบเฉพาะ มีการกระจายตัวแบบไม่ปกติในกล้ากาแฟอาราบิก้า ทั้ง 3 ระยะ ขณะที่ความสูงต้น น้ำหนักแห้งต้น และความเขียวใบของกล้ากาแฟอาราบิก้าในระยะใบสีเขียว ที่มีการกระจายแบบปกติ (Table 3)

จากการทดสอบการกระจายตัวของลักษณะทางสัณฐานวิทยาของกล้ากาแฟ ว่ามีลักษณะสัณฐานบางลักษณะในบางระยะมีการกระจายแบบปกติ ซึ่งเป็นสัดส่วนที่น้อยได้แก่ และเมื่อพิจารณาลักษณะสัณฐานวิทยาในกล้ากาแฟอาราบิก้าแต่ละระยะที่มีกระจายแบบไม่ปกติ พบว่ามีสัดส่วนที่มากกว่าซึ่งอาจเกิดจากการปรับตัวทางด้านสัณฐานวิทยาของใบ เนื่องจากใบที่อยู่ในร่มเงามีขนาดใหญ่กว่าใบที่อยู่ในสภาพกลางแจ้ง เป็นผลมาจากการเพิ่มพื้นที่ใบในการรับแสงเพิ่มมากขึ้นภายใต้สภาวะจำกัด (Franck and Vaast, 2009) จากรายงานของ Alemu and Boke (2017) ที่ศึกษากล้ากาแฟอาราบิก้าพันธุ์พื้นเมืองที่ปลูกในพื้นที่แตกต่างกันแต่มีสภาพแวดล้อมคล้ายคลึงกัน นั้นมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาได้แก่ ความสูงต้น ความยาวใบ จำนวนใบและพื้นที่ใบ แตกต่างกันตามแต่ละสายพันธุ์ โดยพบว่าความสูงของกล้ามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับความกว้างของใบ และ ความยาวใบของกล้ากาแฟอาราบิก้ามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับความกว้างของใบ Kufa and Burkhardt (2015) รายงานว่ากล้ากาแฟอาราบิก้าในสภาพกลางแจ้ง ส่งผลให้พื้นที่ใบเฉพาะ (SLA) และสัดส่วนระหว่างมวลใบแห้งทั้งหมดกับมวล

แห้งทั้งหมดของต้นกล้า หรือ Leaf mass ratio (LMR) ลดลงอย่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับกล้ากาแฟอาราบิก้าในสภาพร่มเงา แสดงให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นของมวลของใบ แทนที่การเจริญเติบโตในส่วนอื่น ๆ เนื่องจากมีความต่างทางสายพันธุ์ แต่หากเป็นพันธุ์เดียวกันแล้วมีความแตกต่างอาจเกิดเนื่องจากการปรับตัวของกล้ากาแฟเอง หรือมีความเชื่อมโยงจากต้นแม่ (Phylogenetic and microenvironment)

4. เปอร์เซ็นต์ความเป็นร่มเงา

จากการเก็บข้อมูลด้านเปอร์เซ็นต์ร่มเงาที่ส่องถึงบนเรือนยอดต้นกล้า บนเรือนยอดกาแฟต้นแม่และในทรงพุ่มกาแฟต้นแม่ และทำการทดสอบด้วยวิธี Kruskal-Wallis Test พบว่าเปอร์เซ็นต์ร่มเงามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (Figure 4) โดยบนเรือนยอดต้นกล้ามีเปอร์เซ็นต์ร่มเงาเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ ในทรงพุ่มกาแฟต้นแม่ และบนเรือนยอดกาแฟต้นแม่ ตามลำดับ โดยมีเปอร์เซ็นต์ร่มเงาเฉลี่ยที่ 99.38, 98.88 และ 95.49 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยเมื่อพิจารณาถึงค่าสูงสุดของทั้ง 3 จุดการวัดแล้ว พบว่ามีค่าสูงสุด 99.60, 99.64 และ 99.71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และค่าต่ำสุด 99.08, 80.78 และ 97.83 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Figure 4) สอดคล้องกับ Chiarawipa and Sirikantayakul (2015) ที่กล่าวว่าสภาพกลางแจ้งมีค่าความเข้มแสงอยู่ในช่วง $953.47 - 1,355.73 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ซึ่งสูงกว่าสภาพร่มเงาบริเวณทรงพุ่มของต้นกาแฟโรบัสตาตลอดทั้งวัน โดยมีเปอร์เซ็นต์ร่มเงาสูงกว่าอยู่ในช่วง 78.61 – 90.82 เปอร์เซ็นต์

Table 3 The result of normality test by Shapiro-Wilk normality test. Abbreviates indicated for shoot length (SL), root length (RL), basal diameter (D_0), stem dry weight (STW), root dry weight (RDW), leaf greenness value (LGV), and specific leaf area (SLA), respectively.

		Shapiro-Wilk normality test						
Seedling stages		SL	RL	D_0	SDW	RDW	LGV	SLA
		(cm)	(cm)	(mm)	(g)	(g)		(cm ² g ⁻¹)
Butterfly leaf	W	0.9858	0.92472	0.96288	0.97756	0.98514	0.88657	0.88657
	P-value	0.5678	0.00026	0.02703	0.2039	0.5286	0.01616	0.01616
	Sig.	ns	***	*	ns	ns	*	*
True leaf- butterfly leaf	W	0.92698	0.91446	0.93118	0.93031	0.94955	0.92659	0.92659
	P-value	0.0004	0.0001	0.00063	0.00057	0.005477	0.03544	0.03544
	Sig.	***	***	***	***	***	*	*
True leaf	W	0.94764	0.88482	0.93165	0.85918	0.96915	0.90727	0.90727
	P-value	0.003711	5.45×10^{-6}	0.00055	6.58×10^{-7}	0.06394	0.01969	0.01969
	Sig.	**	***	***	***	*	*	*
Total	W	0.94502	0.93664	0.95023	0.79482	0.93849	0.94619	0.94619
	P-value	1.81×10^{-7}	3.04×10^{-8}	5.93×10^{-7}	2.20×10^{-6}	4.45×10^{-8}	0.002099	0.002099
	Sig.	***	***	***	***	***	**	**

Remark; Significantly level; * $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.001$

W = Shapiro-Wilk normality test

ซึ่ง Thaisantad *et al.* (2000) กล่าวว่า ระดับความรุนแรงของอาการเกิดโรคต่าง ๆ ของกาแฟที่ปลูกในสภาพกลางแจ้งนั้นมีระดับความรุนแรงที่สูงกว่ากาแฟที่ปลูกในสภาพร่มเงา เนื่องจากระยะห่างของต้นกาแฟเชิงเดี่ยวที่เป็นชนิดเดียวกันและชิดกันมาก โดยกาแฟที่ปลูกในสภาพร่มเงาสูงมากกว่าสภาพกลางแจ้งและร่มเงापานกลางจะพบศัตรู ได้แก่ ใบจุดสาหร่าย และแมลงกัดใบและมีอาการขาดธาตุแมกนีเซียมไม่ต่างจากที่ร่มเงापานกลาง แต่อย่างไรก็ตามระดับความรุนแรงของอาการเกิดโรคต่าง ๆ ของกาแฟที่ปลูก

ในสภาพกลางแจ้งนั้นมีระดับความรุนแรงที่สูงกว่ากาแฟที่ปลูกในสภาพร่มเงา ซึ่ง Soto-Pinto *et al.* (2000) ได้ศึกษาเกี่ยวกับลักษณะทางนิเวศวิทยาของกาแฟที่ปลูกในสภาพร่มเงाप้าพบว่าเปอร์เซ็นต์ร่มเงาและความหนาแน่นของต้นกาแฟส่งผลโดยตรงต่อผลผลิตของกาแฟที่ดีที่สุดในช่วงของเปอร์เซ็นต์ร่มเงาที่ 40-50 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้การปลูกกาแฟได้เรือนยอดที่มีปริมาณความเข้มของแสงไม่มากยังส่งผลต่อการเติบโต และผลผลิตของกาแฟได้ดีกว่าพื้นที่ปลูกเชิงเดี่ยว (Sungpalee *et al.*, 2017)

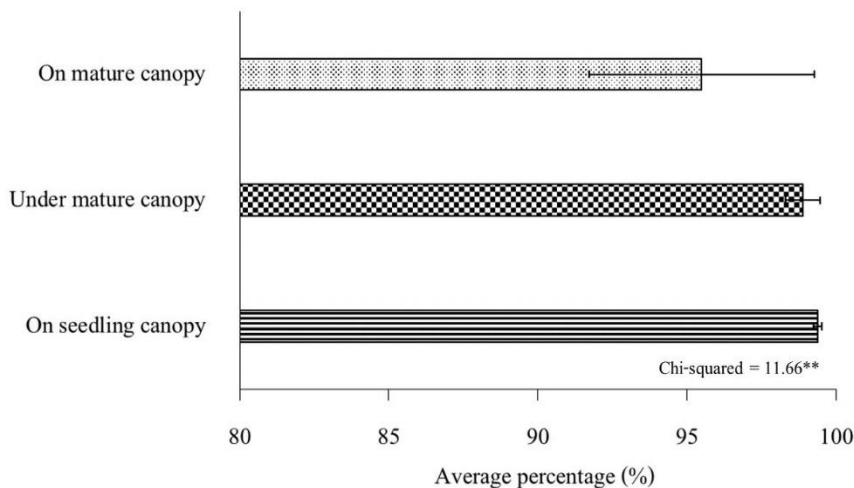


Figure 4 Percentage of shade in study area (** $p < 0.01$)

5. การเปรียบเทียบการกระจายระหว่างกลุ่ม

ตัวอย่างกล้ากาแฟอาราบิก้า 3 ระยะ

จากการทดสอบการกระจายระหว่างกลุ่ม ตัวอย่างกล้ากาแฟอาราบิก้าในแต่ละระยะ ด้วยวิธี Two-Sample Kolmogorov-Smirnov test สามารถจับกลุ่มเพื่อทดสอบการกระจายจากระยะกล้าได้จำนวน 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) ระยะใบผีเสื้อ และใบผีเสื้อ-ใบจริง 2) ระยะใบผีเสื้อ และระยะใบจริง และ 3) ใบผีเสื้อ-ใบจริง และระยะใบจริง พบว่าความสูง ต้น ความยาวราก ขนาดความโตที่ระดับคอราก น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักรากแห้ง และความเขียว ใบ ไม่มีการกระจายแบบเดียวกันในทุกๆของกลุ่มตัวอย่าง ผลการทดสอบทำให้ทราบว่าในแต่ละช่วงการเติบโตของระยะกล้าทั้ง 3 ระยะมีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกัน ยกเว้นพื้นที่ใบเฉพาะ (Specific leaf area, SLA) ที่พบว่ามีการกระจายแบบเดียวกันในกล้ากาแฟอาราบิก้าทั้ง 3 ระยะ นั่นคือเมื่อกล้ากาแฟเจริญไปในแต่ละระยะ พื้นที่ใบเฉพาะไม่มีการเปลี่ยนแปลงไป (Table 4)

อย่างไรก็ตาม Suteekanjanonthai and Chiarawipa (2017) ได้ศึกษาผลของการให้ปุ๋ยต่อ

ลักษณะพื้นฐานและสรีรวิทยาของใบกาแฟ พบว่าส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกันระหว่างปริมาณปุ๋ย โดยเฉพาะค่าพื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งใบ ส่วน Worku and Astatkie (2010) รายงานว่าสภาพความเครียดจากการขาดน้ำของกล้ากาแฟอาราบิก้าส่งผลต่อพื้นที่ใบเฉพาะ (SLA) ลดลง ในขณะที่น้ำหนักแห้งรวมและความสูงต้นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ Chiarawipa and Sirikantayakul (2015) กล่าวว่าลักษณะของแผ่นใบของต้นกาแฟโรบัสต้าในสภาพร่มเงามีลักษณะสีเขียวเข้ม และมีใบขนาดใหญ่ แต่กลับมีน้ำหนักน้อยกว่าสภาพกลางแจ้ง นอกจากนี้ในสภาพร่มเงาใบกาแฟมีการปรับตัวด้านลักษณะพื้นฐานวิทยาของใบ เช่น แผ่นใบบางลงเพื่อลดการบังแสงในทรงพุ่ม หรือการขยายขนาดแผ่นใบเพื่อให้สามารถได้รับแสงเพิ่มขึ้น รวมถึงการปรับเอนเอียงเข้าหาแสงและขยายขนาดพื้นที่ใบที่เพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับรายงานของ Willey (2016) ที่แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ใบเฉพาะ (SLA) นั้นเป็นดัชนีบ่งบอกถึงลักษณะการเรียงตัวที่สามารถบ่งบอกถึงความหนาบางและความหนาแน่นของใบ

Table 4 Comparing distribution between sample groups of Arabica seedling in three stages by Two-Sample Kolmogorov-Smirnov tests (D).

Variables	Seedling stages	Two-Sample Kolmogorov-Smirnov test			
		D	P-value	Sig.	Alpha
Shoot length (cm.)	B & TB	0.65863	2.30×10^{-14}	***	0.001
	B & T	0.92000	2.20×10^{-16}	***	0.001
	TB & T	0.49973	1.89×10^{-8}	***	0.001
Root length (cm)	B & TB	0.58265	2.47×10^{-11}	***	0.001
	B & T	0.64000	9.12×10^{-14}	***	0.001
	TB & T	0.28493	0.004925	**	0.01
Stem diameter; D ₀ (mm)	B & TB	0.53187	1.63×10^{-14}	***	0.001
	B & T	0.24000	0.026600	*	0.05
	TB & T	0.40457	1.10×10^{-5}	***	0.001
Stem dry weight (g)	B & TB	0.66155	1.73×10^{-14}	***	0.001
	B & T	0.78667	2.20×10^{-16}	***	0.001
	TB & T	0.30155	0.002394	**	0.01
Root dry weight (g)	B & TB	0.74301	2.20×10^{-16}	***	0.001
	B & T	0.85333	2.20×10^{-16}	***	0.001
	TB & T	0.40785	9.04×10^{-6}	***	0.001
Leaf greenness values	B & TB	0.48858	4.27×10^{-8}	***	0.001
	B & T	0.61333	1.12×10^{-12}	***	0.001
	TB & T	0.36603	9.91×10^{-5}	***	0.001
Specific Leaf Area (cm ² g ⁻¹)	B & TB	0.34604	0.091750	ns	-
	B & T	0.32492	0.117200	ns	-
	TB & T	0.14934	0.904400	ns	-

Remark: B = Butterfly leaf, TB = True leaf-butterfly leaf, T = True leaf

* p < 0.01, ** p < 0.05, *** p < 0.001

ที่มีผลต่อการกระจายและการส่องผ่านของแสงในทรงพุ่มของพืชซึ่งอาจส่งผลต่อผลผลิตของกาแฟเมื่อกล้ากาแฟอาราบิก้าพัฒนามาเป็นต้นที่สามารถให้ผลผลิต ส่วน Debela and Struik

(2011) รายงานว่า กาแฟที่ปลูกในสภาพร่มเงาพบว่ามีความหนาแน่นของผลและคุณภาพของเมล็ดดีกว่ากาแฟที่ปลูกในสภาพกลางแจ้ง เนื่องจากการปลูกกาแฟในสภาพร่มเงานั้นส่งผลให้ขนาด

เมล็ดกาแฟมีขนาดใหญ่ และมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น ซึ่งเกิดจากผลกระทบของ แสง อุณหภูมิ และระยะเวลาในการสุกของเมล็ดกาแฟ รวมถึงลักษณะทางชีวเคมีของกาแฟที่ปลูกในสภาพร่มเงานั้น ส่งผลให้มีปริมาณคาเฟอีน (Caffeine) และกรดคลอโรจีนิก (Chlorogenic acid) ตลอดจนคุณภาพทางด้านการชิม ที่มีแนวโน้มสูงกว่ากาแฟที่ปลูกในสภาพกลางแจ้ง ทั้งนี้ลักษณะพื้นฐานข้างต้นที่มีความแตกต่างกันทั้ง 3 ระยะอาจส่งผลต่อการพัฒนาเป็นระยะไม้รุ่น (sapling) และแม้ไม้ที่สามารถให้ผลผลิตของปริมาณเมล็ดกาแฟได้ดีในอนาคตโดยเฉพาะขนาดความโต และความสูงของลำกาแฟที่มีความแตกต่างกันในข้างต้น

สรุป

ลักษณะพื้นฐานวิทยาบางประการของลำกาแฟอาราบิก้า 3 ระยะการเติบโต มีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกัน โดยลำกาแฟในระยะใบสีเขียวมีการกระจายตัวแบบปกติทางด้านความสูงต้น ลักษณะน้ำหนักต้นแห้ง และลักษณะน้ำหนักรากแห้ง ส่วนลำกาแฟอาราบิก้าในระยะใบสีเขียว-ใบจริง และระยะใบจริง พบว่ามีการกระจายตัวแบบไม่ปกติในทุกลักษณะพื้นฐานวิทยาที่ทำการศึกษามีเพียงลักษณะของพื้นที่ใบเฉพาะเท่านั้นที่มีการกระจายแบบเดียวกันในลำไม้ทั้ง 3 ระยะ

จากการทดสอบความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ร่มเงา พบว่าเปอร์เซ็นต์ร่มเงามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งโดยบนเรือนยอดต้นกล้า มีเปอร์เซ็นต์ร่มเงาเฉลี่ยสูงสุด และจากการทดสอบการกระจายระหว่างกลุ่มของลำกาแฟอาราบิก้าในแต่ละระยะ พบว่าเกือบทุก

ลักษณะพื้นฐานที่ศึกษาไม่มีการกระจายแบบเดียวกันในทุกคู่ของกลุ่มตัวอย่าง แสดงว่าในแต่ละช่วงการเติบโตของระยะกล้าทั้ง 3 ระยะมีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามส่วนของพื้นที่ใบเฉพาะนั้น พบว่ามีการกระจายแบบเดียวกันในลำกาแฟอาราบิก้าทั้ง 3 ระยะ กล่าวคือเมื่อลำกาแฟเจริญไปในแต่ละระยะพื้นที่ใบเฉพาะไม่มีการเปลี่ยนแปลงไป ผลการศึกษานี้ทำให้ทราบว่า การปลูกกาแฟอาราบิก้าในระบบวนเกษตรภายใต้สภาพป่าดิบเขาระดับต่ำ ส่งผลให้กล้าไม้มีลักษณะพื้นฐานวิทยียบางประการที่มีความแตกต่างกันออกไป ซึ่งไม่แตกต่างจากภายใต้สภาพการปลูกเชิงเดี่ยว

ดังนั้น การส่งเสริมปลูกกาแฟด้วยระบบวนเกษตรภายใต้ป่าดิบเขามีผลต่อการเติบโตและการตั้งตัวเพื่อเป็นต้นแม่กาแฟที่มีประสิทธิภาพไม่น้อยกว่าการปลูกกาแฟเชิงเดี่ยว นอกจากนี้ยังเป็นการอนุรักษ์พื้นที่ป่าอีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

- Alemu, I. D. and D. S. Boke. 2017. Morphological Characterization of Coffee (*Coffea arabica* L.) Landraces at Seedling Stage Collected from GUJI Zones. **Bangladesh Journal of Plant Breeding and Genetics** 30(2): 9-18.
- Angkasith, P. 2002. **Coffee production status and potential of organic Arabica coffee in Thailand.** Available source: <http://www.fao.org/3/x6938e/x6938e05.htm#bm5.4>, April, 17, 2020.
- Bosselmann, S. K., K. Dons, T. Oberthur, C. S. Olsen, A. Raebild and H. Usma. 2009. The influence of shade trees on coffee quality in small holder

- coffee agroforestry systems in Southern Colombia. **Agriculture, Ecosystems and Environment** 129:253–260.
- Chiarawipa, R. and C. Sirikantayakul. 2015. Phenotypic plasticity in Robusta coffee trees in a mixed orchard system. **Agricultural Science Journal** 46(Supply 3): 433-436. (*in Thai*)
- Debela, A. and P.C. Struik. 2011. Effects of Shade on Growth, Production and Quality of Coffee (*Coffea arabica*) in Ethiopia. **Journal of Horticulture and Forestry** 3(11): 336-341.
- Franck, N. and P. Vaast. 2009. Limitation of coffee leaf photosynthesis by stomatal conductance and light availability under different shade levels. **Trees** 23(4):761–769.
- Highland Coffee Research and Training Center. 1994. **Highland Arabica coffee production**. Chiang Mai University, Chiang Mai province.
- Kufa, T. and J. Burkhardt. 2015. Physiological Growth Response in Seedlings of Arabica Coffee Genotypes under Contrasting Nursery Microenvironments. **Plant** 3(5): 47-56.
- Nesper, M., C. Kueffer, S. Krishnan, C. G. Kushalappa, and J. Ghazoul. 2017. Shade tree diversity enhances coffee production and quality in agroforestry systems in the Western Ghats. **Agriculture, Ecosystems and Environment** 247: 172–181.
- Soto-Pinto, L., L. Perfectob, J. Castillo-Hernandez and J. Caballero-Nieto. 2000. Shade effect on coffee production at the northern Tzeltal zone of the state of Chiapas, Mexico. **Agriculture, Ecosystems and Environment** 80: 61–69.
- Sungpalee, W., P. Techanant, S. Hermhuk. C. Atnaseo, N. Insalud and K. Sri-ngernyuang. 2017. Variation in Arabica coffee bean sizes under different planting patterns, Wawee Sub-district, Mae Suai District, Chiang Rai Province. **Khon Kaen Agriculture Journal** 45 (supply 1): 1,281-1,086.
- Suteekanjanonthai, P. and R. Chiarawipa. 2017. Changes in morpho-physiological characteristics of Robusta coffee leaves under full sun and shaded conditions. pp. 97-103. *In Proceedings of 55th Kasetsart University Annual Conference: Plants*. 31 January - 3 February 2017. Kasetsart University, Bangkok. (*in Thai*)
- Suteekanjanonthai, P., R. Chiarawipa, B. Somboonsuke and C. Sirikantayakul. 2017. Effects of Chemical and Organic Fertilizer Application on Vegetative Growth of Robusta Coffee Saplings in a Rubber Plantation. **Songklanakarin Journal of Plant Science** 4(4): 25-31. (*in Thai*)
- Thaisantad, N., T. Promwong, N. Yimyam, W. Boonma and P. Kham-on. 2000. Incidence of Coffee pests in open and shaded system. **Journal of Agriculture** 16(1): 65-77. (*in Thai*)
- Willey, N. 2016. **Environmental Plant Physiology**. Garland Science, New York.
- Worku, M. and T. Astatkie. 2010. Growth responses of arabica coffee (*Coffea arabica* L.) varieties to soil moisture deficit at the seedling stage at Jimma, Southwest Ethiopia. **Journal of Food Agriculture and Environment** 8(1): 195-200.
- Yimyam, N. 2000. Appropriate plat density per unit area of Arabica coffee. **Journal of Agriculture** 16(2): 158-169. (*in Thai*)

นิพนธ์ต้นฉบับ

การประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าบริเวณพื้นที่ชิงเผา
ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันออก จังหวัดตาก

สิริวัฒน์ หวังดี¹ วรงค์ สุขเสวต¹ อังอร ไชยยศ² ปิยะ ภิญโญ³ และ ประทีป ด้วงแกล^{1*}

รับต้นฉบับ: 20 เมษายน 2563

ฉบับแก้ไข: 31 พฤษภาคม 2563

รับลงพิมพ์: 4 มิถุนายน 2563

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและติดตามการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนของหญ้าก่อนและหลังชิงเผาในช่วงอายุที่แตกต่างกัน ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันออก ด้วยวิธีการสุ่มจุดวางแปลงถาวรขนาด 1×1 เมตร จำนวน 260 แปลง เพื่อเก็บมวลชีวภาพเหนือดินทั้งหมด ผลการศึกษา พบว่าปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของพืชรวมก่อนการชิงเผาในพื้นที่อายุน้อยกว่า 2 อายุ 4 และ 12 เดือน เท่ากับ (mean±SE) 134.68±15.03, 205.15±17.70 และ 398.81±29.70 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของพืชรวมภายหลังการเผามีมวลชีวภาพลดลงและมีความแตกต่างกันระหว่างชั้นอายุอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยหญ้าที่มีอายุน้อย (2 และ 4 เดือน) มีมวลชีวภาพเหนือพื้นดินต่ำกว่าหญ้าที่มีอายุมาก (12 เดือน) อย่างชัดเจน มีค่าเท่ากับ 1.17±0.14, 1.59±0.17 และ 3.03±0.26 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ แตกต่างจากสัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C:N ratio) เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน และปริมาณโปรตีนหยาบ ที่พบว่าในพื้นที่หญ้าอายุน้อย (2, 3 และ 4 เดือน) มีค่าสูงกว่าหญ้าอายุมาก (12 เดือน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แสดงให้เห็นว่า หญ้าที่มีอายุน้อยกว่า 4 เดือน ภายหลังการชิงเผามีคุณค่าด้านโภชนาการแก่สัตว์ป่าได้ดีกว่าหญ้าอายุ 12 เดือน ดังนั้น การวางแผนการจัดการชิงเผาอย่างเป็นระบบในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าจึงมีความจำเป็นต้องดำเนินการเพื่อเพิ่มศักยภาพการรองรับของพื้นที่ในการประชากรสัตว์ป่าโดยเฉพาะแหล่งอาหารต่อไป

คำสำคัญ: ทุ่งหญ้าเขตร้อน, มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้า, สัดส่วนคาร์บอนและไนโตรเจนของหญ้า, การจัดการทุ่งหญ้า

¹ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

²สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด นนทบุรี

³เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันออก อำเภออุ้มผาง ตาก

*ผู้รับผิดชอบหลัก: E-mail: prateep.du@ku.ac.th

ORIGINAL ARTICLE

**Estimating Aboveground Biomass of Grass in Prescribed Burning Areas
at Eastern Thung Yai Naresuan Wildlife Sanctuary, Tak Province**

Siriwat Wangdee¹, Warong Suksavate ¹, Aingorn Chaiyes², Piya Pinyo³, and Prateep Duengkae^{1*}

Received: 20 April 2020

Revised: 31 May 2020

Accepted: 4 June 2020

ABSTRACT

The objective of this study aimed to compare the aboveground biomass (ABG) and the proportion of carbon and nitrogen of grasses between before and after prescribed burning treatment at different ages in the grassland at Thung Yai Naresuan Eastern Wildlife Sanctuary. Sample plots, 1 m × 1 m, for collecting ABG were randomly set up with total 260 plots. The results showed that the total amount before prescribed burning of ABG of the plants in the area less than 2 and 4 months and 12 months (mean ± SE) were 134.68 ± 15.03, 205.15 ± 17.70 and 398.81 ± 29.70 g.m⁻², respectively. The ABG of all plants after burnt was decreased and significantly different ($p < 0.05$) between grass ages. The younger grass ages (2 and 4 months) had low ABG than older grass age (12 months) which value was 1.17±0.14, 1.59±0.17 and 3.03±0.26 ton.ha⁻¹, respectively. Contrasting results were found in the ratio of carbon and nitrogen (C: N ratio), percentage of nitrogen and the amount of coarse protein. They had significantly different ($p < 0.05$) between grass ages which younger grass ages (2, 3 and 4 months) had higher value than old age (12 months). Indicating younger grass ages with less than 4 months after burnt had more nutritious value for wildlife than older aged (12 months). Thus, prescribe burning system should establish in the wildlife sanctuaries to promote the carrying capacity for sustainable wildlife management, particular food resources.

Keywords: tropical grassland, aboveground biomass of grass, C:N ratio of grass, grassland management

¹ Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok, 10900 Thailand

² School of Agriculture and Cooperatives, Sukhothai Thammathirat Open University, Nonthaburi, 11120 Thailand

³ Eastern Thung Yai Naresuan Wildlife Sanctuary, Tak province, 63170 Thailand

*Corresponding author: E-mail: prateep.du@ku.ac.th

บทนำ

หญ้าเป็นพืชปีเดียว (annual plant) หรืออาจเป็นพืชหลายปี สังเกตได้จากวัฏจักรชีวิตที่แสดงออกทางสัณฐานวิทยา หากเป็นพืชปีเดียวจะมีวัฏจักรชีวิตเกิดขึ้นสมบูรณ์ภายใน 1 ปี แล้วตายภายหลังจากที่ออกดอกและติดผล ส่วนหญ้าที่เป็นพืชหลายปีมีการสร้างหน่อใหม่ทุกปี มีการออกดอกติดผลไม่พร้อมกัน เนื่องจากแต่ละต้นมีอายุไม่เท่ากัน (Ngernsangsuay, 2017) ในพื้นที่ที่ส่วนใหญ่มีพืชวงศ์หญ้า หรือคล้ายหญ้ากระจายอยู่ตามธรรมชาติเรียกว่า “ทุ่งหญ้า” (Wright, 2001) ประมาณกันว่าหนึ่งในสี่ของพื้นที่ดินบนโลกเป็นทุ่งหญ้า (Thadsi, 2004) ทุ่งหญ้ายังเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สามารถเกิดขึ้นทดแทนและรักษาให้คงอยู่ได้เช่นเดียวกับทรัพยากรป่าไม้ แต่แตกต่างกันตรงที่ป่าไม้นั้นเกี่ยวข้องกับต้นไม้ใหญ่ ส่วนทุ่งหญ้าเกี่ยวข้องกับหญ้าและพืชขนาดเล็กที่อยู่ตามป่า ที่สัตว์ป่ากินเป็นอาหารได้ (Ruangpanich, 2015) และหญ่ายังมีความทนทานต่อการถูกแทะเล็มสูง (Chaiyarat, 2015) นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งอาหารสัตว์ป่าแล้ว หญายังมีส่วนช่วยอนุรักษ์ดินและน้ำด้วยเช่นกัน (Thasri, 2005)

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันออก เป็นส่วนหนึ่งของพื้นที่มรดกโลกทุ่งใหญ่-ห้วยขาแข้ง มีพื้นที่ทุ่งหญ้าเป็นแหล่งอาหารที่สมบูรณ์สำหรับสัตว์ป่ากินพืช โดยพื้นที่ทุ่งหญ้าส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นทุ่งหญ้าเขตร้อนที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ในอดีต (Marod and Kutintara, 2009) สำหรับการจัดการประชากร

สัตว์ป่าจำเป็นต้องอาศัยปัจจัยพื้นฐานหลายประเภท เช่น แหล่งน้ำ ที่หลบภัย และแหล่งอาหาร (Marod, 2012) ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันออก มีการจัดการแหล่งน้ำและพื้นที่หลบภัยให้เหมาะสมต่อประชากรสัตว์ป่าตลอดทั้งปี แต่แหล่งอาหารยังไม่ได้รับการจัดการให้เหมาะสมกับประชากรสัตว์ป่าที่มีในพื้นที่ การจัดการแหล่งอาหารเพื่อสัตว์ป่าจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะอาหารเป็นปัจจัยสำคัญที่สัตว์ป่าต้องการ เนื่องจากสัตว์ป่าที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ที่อาหารอุดมสมบูรณ์มักมีร่างกายสมบูรณ์แข็งแรง และอัตราการขยายพันธุ์เพิ่มมากขึ้น (Suksawang and Nuthong, 2017)

การชิงเผาเป็นวิธีหนึ่งของการเผาตามกำหนด (Prescribe burning) เป็นการใช้ประโยชน์จากไฟเพื่อการจัดการป่าไม้ เป็นการเผาในช่วงก่อนถึงฤดูไฟป่า และมีการควบคุมและดูแล (Akkhakarakar *et al.*, 1996) ทำให้เกิดความร้อนแรงและมีผลกระทบต่อธรรมชาติน้อยลง (Towne and Craine, 2014) การใช้ไฟป่าในการจัดการทุ่งหญ้าเพื่อให้เกิดหญ้าระดับเพียงพอต่อประชากรสัตว์กินพืชในพื้นที่เป็นวิธีที่สะดวก ใช้จำนวนคนและงบประมาณในการจัดการน้อย โดยไฟจากการชิงเผามีผลกับการกระจายของพืชและวัฏจักรคาร์บอน (Bowman *et al.*, 2009) นอกจากนี้ยังเป็นตัวช่วยในการคัดเลือกชนิดพืชให้คงอยู่ในระบบนิเวศที่มักเกิดไฟป่าเป็นประจำ (Bond and Keeley, 2005) ในระบบนิเวศทุ่งหญ้าไฟป่า นับเป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อการคงอยู่ของทุ่งหญ้า และเป็นการย่นระยะเวลาการหมุนเวียนสารอาหารภายในระบบนิเวศ (Akkharakkhar,

2003) ตามรายงานของ Nakmuenwai (2002) ระบุว่าหากไม่มีการเกิดไฟป่าไหม้ทุ่งหญ้าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันออกเป็นเวลานานสังคมพืชจะเปลี่ยนแปลงขั้นทดแทนไปเป็นป่าที่มีลักษณะคล้ายกับพื้นที่ป่าโดยรอบ ส่งผลให้พื้นที่ทุ่งหญ้าซึ่งเป็นแหล่งอาหารของสัตว์ป่าที่ค่อย ๆ ลดลง และมีผลไปถึงศักยภาพการรองรับประชากรของสัตว์ป่าในพื้นที่แห่งนี้ลดลงไปด้วย อย่างไรก็ตาม ในการจัดการระบบนิเวศทุ่งหญ้าแห่งนี้ด้วยไฟป่าให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดและมีความยั่งยืนจึงจำเป็นต้องอย่างยิ่งที่ต้องมีความรู้ความเข้าใจในระบบนิเวศทุ่งหญ้าที่มีการตอบสนองต่อไฟป่าอย่างไรเพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงผลกระทบด้านลบที่จะเกิดขึ้นในภายหลัง (Driscoll *et al.*, 2010) ดังนั้น จึงควรมีการจัดการชิงเผาทุ่งหญ้าที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดสมดุลต่อระบบนิเวศโดยรวม จึงนำมาสู่วัตถุประสงค์ในการศึกษานี้คือ เพื่อประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและติดตามการเปลี่ยนแปลงมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ่าก่อนและหลังการชิงเผาบริเวณพื้นที่ทุ่งหญ้า ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันออก จังหวัดตาก

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่ศึกษา

เขตรักษาพันธุ์ทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันออก ตั้งอยู่ในตำบลแม่ละมั่ง อำเภออุ้มผาง จังหวัดตาก มีพื้นที่ทั้งหมด 948,438 ไร่ (Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, 2017) การศึกษานี้คัดเลือกพื้นที่ที่เป็นบริเวณพื้นที่ทุ่งหญ้าซึ่งคิดเป็น

ร้อยละ 1.82 ของพื้นที่ทั้งหมด หรือคิดเป็น 17,261.57 ไร่ (2,761.85 เฮกตาร์)

2. การเก็บข้อมูล

การประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ่าบริเวณพื้นที่ชิงเผา ทำได้โดยแบ่งพื้นที่ทุ่งหญ่าออกเป็น 6 พื้นที่ และกำหนดจุดสำรวจในทุ่งหญ่าทั้ง 6 พื้นที่นั้น ทำการสุ่มวางแปลงให้ครอบคลุมปัจจัยที่มีผลต่อพื้นที่มากที่สุด ได้แก่ ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ทิศด้านลาด ลักษณะดิน และระยะห่างจากขอบป่า ทำการบันทึกค่าพิกัดของจุดสำรวจ โดยใช้ระบบพิกัด Universal Transverse Mercator (UTM) WGS84

ในแต่ละจุดสำรวจดำเนินการวางแปลงถาวรเป็นแปลงขนาด 1×1 เมตร จำนวน 4 แปลงตามทิศเหนือ-ใต้ และตะวันออก-ตะวันตก ห่างออกไปจากจุดสำรวจทิศละ 10 เมตร ในการเก็บข้อมูลใช้กรอบรูปสี่เหลี่ยม ขนาด 1×1 เมตร ที่ได้แบ่งเป็นช่องขนาด 10×10 เซนติเมตร จำนวน 100 ช่อง วัดการกระจายของหญ่าในแปลงตามการปรากฏในแต่ละช่อง และสุ่มวัดความสูงของหญ่าในช่องที่ 2, 9, 15, 22, 29, 36, 42, 49, 55, 62, 69, 76, 82, 89 และ 95 ตามลำดับ หลังจากทีวัดความสูงของหญ่าแล้วทำการถ่ายภาพในแนวตั้งฉากและแนวนอนกับแปลง เมื่อถ่ายภาพเสร็จแล้วทำการสุ่มเก็บตัวอย่างพืชสองแปลงในทิศตรงข้ามกัน โดยการเก็บทั้งหมดในแปลงย่อย และทำการแยกเป็นกลุ่มหญ่าและกลุ่มที่ไม่ใช่หญ่าตัดพืชในแปลงแบบชิดดินเพื่อให้ได้พืชตัวอย่างทั้งหมดในแปลง นำตัวอย่างพืชที่ได้ใส่แผงอัดพรรณไม้ โดยแยกพืชตามลักษณะนิสัย (habit) ตามรูปแบบของ Office of the Forest Herbarium

(2014) ได้แก่ ไม้พุ่ม (Shrub) ไม้ล้มลุก (Forb) และหญ้า (Grass) เพื่อนำมาตากให้แห้ง เมื่อตัวอย่างพืชแห้งแล้วนำเฉพาะหญ้ายอกจากแ่งอัดพรรณไม้มาตัดเป็นชิ้นความยาวประมาณ 3-5 เซนติเมตร และนำไปอบให้แห้ง ในตู้อบที่อุณหภูมิ 80 องศา เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (Sirimakron and Sukmasuang, 2009)

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำหญ้ายาที่อบแห้งแล้วมาชั่งน้ำหนักและสับตัวอย่างหญ้ายาเพื่อส่งไปวิเคราะห์สัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C:N ratio) ที่โครงการพัฒนาวิชาการดิน ปุ๋ย และสิ่งแวดล้อม ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อเก็บข้อมูลก่อนชิงเผาในพื้นที่ดังกล่าวเสร็จตามกำหนดแล้วจึงเริ่มทำการชิงเผาหญ้ายาที่มีอายุ 1 ปี ตามพื้นที่ที่กำหนดไว้ เพื่อติดตามข้อมูลหลังชิงเผาของหญ้ายาที่มีอายุระหว่าง 2 ถึง 4 เดือน โดยติดตามจากแปลงถาวรที่วางไว้ก่อนชิงเผา พร้อมทั้งคำนวณค่าสถิติเชิงพรรณนาของปริมาณมวลชีวภาพ สัดส่วนคาร์บอน และใช้ค่ามาตรฐาน 6.24 คูณกับไนโตรเจนเป็นค่าโปรตีนหยาบ (Crude protein) ในแต่ละช่วงอายุของหญ้ายา (Magomya *et al.*, 2014) วิเคราะห์ข้อมูลโดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและค่าเฉลี่ยของสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนทั้งก่อนและหลังชิงเผาในแต่ละช่วงอายุของหญ้ายา โดยใช้ One-way Anova และ Post Hoc Tests เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างคู่ และการ

พิจารณาความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P < 0.05$)

ผลและวิจารณ์

1. ปริมาณมวลชีวภาพ

ผลการศึกษาพบว่าก่อนชิงเผาปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของพืชรวมในทุ่งหญ้ายามีอายุ 2, 4 และ 12 เดือน โดยใช้แปลงตัวอย่างจำนวน 68, 44 และ 148 แปลง ตามลำดับ มีค่าเท่ากับ 134.68 ± 15.03 , 205.15 ± 17.70 และ 398.81 ± 29.70 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ โดยสามารถจำแนกปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินตามวิสัยในแต่ละชั้นอายุ คือ 2, 4 และ 12 เดือน สำหรับไม้พุ่ม มีค่าเท่ากับ 2.92 ± 1.80 , 14.62 ± 7.23 และ 27.74 ± 8.53 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ วิสัยไม้ล้มลุก มีค่าเท่ากับ 14.97 ± 5.55 , 30.42 ± 6.44 และ 63.46 ± 8.43 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ และหญ้ามียามีค่าเท่ากับ 116.82 ± 13.64 , 159.08 ± 17.05 และ 302.47 ± 25.49 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ (Table 1 and Figure 1) เมื่อกำหนดให้พืชก่อนชิงเผาทั้งหมดมีอายุเป็น 12 เดือน แสดงให้เห็นว่าหลังการชิงเผาปริมาณของมวลชีวภาพพืชลดลงสอดคล้องกับรายงานของ Rideout-Hanzak *et al.* (2019) นอกจากนี้ Sirimakron and Sukmasuang (2009) ได้รายงานผลของไฟจากการเผาตามกำหนดต่อการใช้ถิ่นที่อาศัยของสัตว์กินพืชขนาดใหญ่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง และพบว่าหลังจากการเผามีปริมาณมวลชีวภาพของกล้าไม้ และหญาลดลงเช่นเดียวกัน

Table 1 Descriptive information of aboveground biomass content.

	Age (month)	N	Mean	Std. Error	95% confidence interval for mean	
					Lower Bound	Upper Bound
Total (g.m⁻²)	2	68	134.67	15.03	104.66	164.67
	4	44	205.15	17.70	169.46	240.84
	12	148	398.82	29.70	340.13	457.50
	Total	260	296.96	19.08	259.39	334.52
Shrub (g.m⁻²)	2	67	2.92	1.80	-0.68	6.52
	4	44	14.62	7.23	0.04	29.20
	12	148	27.74	8.53	10.89	44.60
	Total	259	19.09	5.08	9.09	29.10
Forb (g.m⁻²)	2	68	14.97	5.55	3.90	26.04
	4	44	30.42	6.44	17.44	43.40
	12	148	63.46	8.43	46.81	80.12
	Total	260	45.19	5.29	34.77	55.61
Grass (g.m⁻²)	2	68	116.82	13.64	89.61	114.04
	4	44	159.08	17.05	124.70	193.45
	12	148	302.47	25.49	252.09	352.85
	Total	260	229.65	16.08	129.99	261.31

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณของมวลชีวภาพเหนือพื้นดินก่อนและหลังเผาพบว่าพืชรวม ไม้ล้มลุก และหญ้ามีปริมาณมวลชีวภาพแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนไม้พุ่มมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เนื่องจากในพื้นที่ทุ่งหญ้ามักเกิดไฟป่าขึ้นเป็นประจำทำให้พืชที่เป็นไม้พุ่มในพื้นที่ที่มีการปรับตัวทนไฟให้เข้ากับระบบนิเวศ ทำให้ไฟป่าส่งผลกระทบต่อพืชน้อยลง (Keeley *et al.*, 2011)

ผลจากการเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณของมวลชีวภาพเหนือพื้นดินก่อนและหลังชิงเผาในแต่ละช่วงอายุ โดยเปรียบเทียบระหว่างช่วงอายุ 2 , 4 และ 12 เดือน พบว่ามวลชีวภาพพืชรวม ไม้ล้มลุก และหญ้า ที่มีอายุหลังชิงเผาน้อยกว่า 2 และ 4 เดือน มีความแตกต่างจากอายุ 12 เดือนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ไม้พุ่มที่อายุหลังชิงเผา 2 เดือน มีปริมาณมวลชีวภาพแตกต่างจากอายุ 12 เดือนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) พืชรวม ไม้พุ่ม ไม้ล้มลุก และ

หญ้า ที่มีอายุหลังเผา 2 เดือนมีปริมาณมวลชีวภาพแตกต่างจากอายุ 4 เดือน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนไม้พุ่มที่มีอายุหลังเผา 4 เดือน

มีปริมาณมวลชีวภาพแตกต่างจากอายุ 2 เดือน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

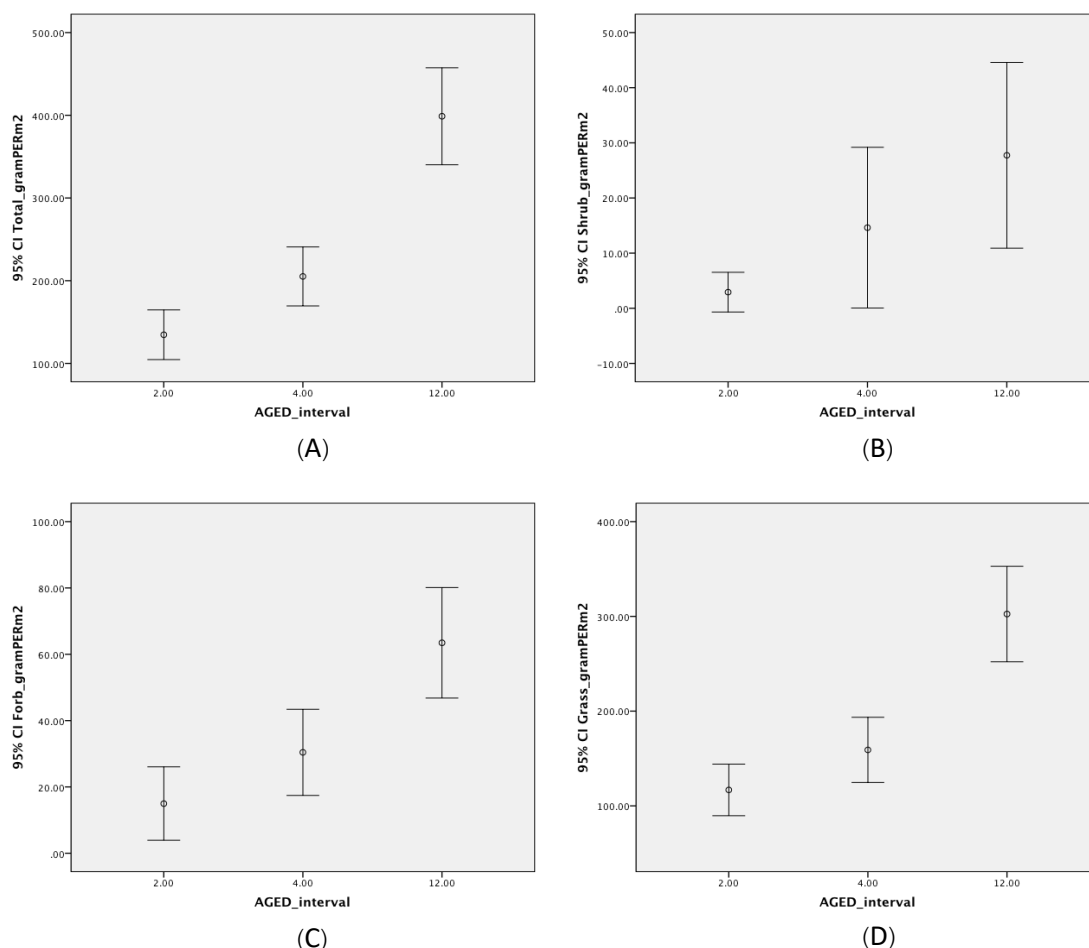


Figure 1 Aboveground biomass amount of plants habits according to age 2, 4 and 12 months; Where (A) the amount of biomass of the total plant (B) the amount of biomass of the shrub (C) the amount of biomass of the forb and (D) the amount of biomass of the grass.

เมื่อทราบปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าโดยเฉลี่ยที่ได้จากแปลงตัวอย่างในแต่ละพื้นที่แล้ว สามารถคำนวณปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าอายุ 2, 4 และ 12 เดือนต่อพื้นที่ได้ดังนี้ หญ้าที่มีอายุน้อยกว่า 2 เดือนมีปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน 1.17 ± 0.14 ตันต่อเฮกตาร์ (คิดเป็นปริมาณหญ้าทั้งหมดของพื้นที่

เท่ากับ $3,226.49 \pm 376.60$ ตัน) หญ้าที่มีอายุ 4 เดือนมีปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน 1.59 ± 0.17 ตันต่อเฮกตาร์ (คิดเป็นปริมาณหญ้าทั้งหมดของพื้นที่เท่ากับ $4,393.48 \pm 470.77$ ตัน) และหญ้าอายุ 12 เดือน มีปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน 3.03 ± 0.26 ตันต่อเฮกตาร์ (คิดเป็นปริมาณหญ้าทั้งหมดของพื้นที่เท่ากับ $8,353.78 \pm 704.10$ ตัน)

2. สัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน

ผลการศึกษาสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนในหญ้าตัวอย่างที่สุ่มมาจากหญ้าภายหลังการชิงเผาที่มีอายุ 2, 3, 4 และ 12 เดือน พบว่ามีสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนเท่ากับ 36.90 ± 4.20 , 43.77 ± 4.27 , 43.77 ± 4.27 และ 107.73 ± 8.47 ตามลำดับ มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนเท่ากับ 44.92 ± 1.18 , 44.70 ± 0.34 , 44.70 ± 0.34 และ 47.17 ± 0.71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนเท่ากับ 1.27 ± 0.13 , 1.05 ± 0.09 , 1.05 ± 0.09 และ 0.45 ± 0.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีโปรตีนหยาบเท่ากับ 7.91 ± 0.79 , 6.55 ± 0.56 , 6.55 ± 0.56 และ 2.81 ± 0.23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 2 and Figure 2)

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างของสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ระหว่างก่อนและหลังชิงเผา พบว่าสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน และปริมาณโปรตีนหยาบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนเปอร์เซ็นต์ของคาร์บอนมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจน เห็นได้ว่าหญ้าหลังชิงเผาที่ขึ้นมาใหม่มีปริมาณของไนโตรเจนสูงเกินกว่าสองเท่าก่อนทำการเผา แสดงให้เห็นว่าหญ้าหลังชิงเผามีปริมาณโปรตีนที่สูงมากกว่าหญ้าง่อนชิงเผา จึงทำให้สัตว์ป่ามีการเข้ามาใช้ประโยชน์พื้นที่หลังจากการชิงเผา มากกว่าการพื้นที่ที่ไม่มีการเผา ดังนั้น ไฟที่เกิดขึ้นนั้นส่งผลเชิงเพิ่มคุณภาพของอาหารให้กับพื้นที่ทุ่งหญ้าที่เป็นแหล่งอาหารสำคัญของสัตว์ป่า (Gates *et al.*, 2017)

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ระหว่างก่อนและหลังชิงเผา โดยเปรียบเทียบที่ช่วงอายุ 2, 3, 4 และ 12 เดือน พบว่าสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน และโปรตีนหยาบในหญ้าง่อนเผาที่มีอายุ 2, 3 และ 4 เดือน มีความแตกต่างจากหญ้างอายุ 12 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนเปอร์เซ็นต์ของคาร์บอนของหญ้าง่อนและหลังจากการชิงเผามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากข้อมูลปริมาณของหญ้างทั้งหมดในพื้นที่ และข้อมูลสัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน สามารถคิดคำนวณปริมาณของคาร์บอน ไนโตรเจน และโปรตีนหยาบในหญ้างหลังชิงเผาทั้งหมดของพื้นที่ แต่ละช่วงอายุ (1, 2 และ 12 เดือน) ได้ดังนี้ หญ้างอายุ 1 เดือน มีปริมาณมวลชีวภาพทั้งหมด 698.40 ตัน จำแนกเป็นปริมาณคาร์บอน ไนโตรเจน และโปรตีนหยาบเท่ากับ 313.72 ± 8.24 , 8.87 ± 0.91 และ 55.44 ± 5.69 ตัน ตามลำดับ หญ้างอายุ 2 เดือน มีปริมาณมวลชีวภาพทั้งหมด 4,004.37 ตัน จำแนกเป็นปริมาณคาร์บอน ไนโตรเจน และโปรตีนหยาบเท่ากับ $1,789.95 \pm 13.62$, 42.05 ± 3.60 และ 262.79 ± 22.53 ตัน ตามลำดับ ส่วนหญ้างที่มีอายุ 12 เดือน มีปริมาณมวลชีวภาพทั้งหมด 8,353.78 ตัน จำแนกเป็นปริมาณคาร์บอน ไนโตรเจน และโปรตีนหยาบเท่ากับ $3,940.48 \pm 59.31$, 37.59 ± 3.34 และ 234.95 ± 20.89 ตัน ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าหญ้างอายุมาก (12 เดือน) ภายหลังการชิงเผามีปริมาณมวลชีวภาพและคาร์บอนเพิ่มสูงมากกว่าขณะที่ยังอายุน้อย (1 และ 2 เดือน)

เมื่อพิจารณาในเชิงคุณภาพที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสัตว์กินพืชพบว่าปริมาณไนโตรเจน และโปรตีนของหญ้าทั้งพื้นที่ที่มีปริมาณสูงกว่าในหญ้าที่มีอายุ 12 เดือน จึงนับว่าเป็นเหตุผลสำคัญประการหนึ่งที่ใช้ในสนับสนุน

การจัดการเชิงเผาทุ่งหญ้าแห่งนี้เพื่อเป็นการเพิ่มศักยภาพในการรองรับประชากรสัตว์ป่าในเชิงคุณภาพของพืชอาหารสัตว์ป่า เมื่อเปรียบเทียบกับ การปล่อยให้หญ้าแห่งนี้เจริญเติบโตไปตามธรรมชาติโดยไม่มีการจัดการเชิงเผาใด ๆ เลย

Table 2 Descriptive data of carbon and nitrogen ratios.

	Age (month)	N	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
					Lower Bound	Upper Bound
C N ratio	2	5	36.91	4.20	25.25	48.57
	3	4	43.77	4.27	30.18	57.36
	4	4	43.77	4.27	30.18	57.36
	12	5	107.73	8.47	84.22	131.25
	Total	18	64.16	9.63	43.36	84.97
C (%)	2	5	44.92	1.18	41.64	48.20
	3	4	44.70	0.34	43.63	45.77
	4	4	44.70	0.34	43.63	45.77
	12	5	47.17	0.71	45.21	49.14
	Total	18	45.66	0.56	44.45	46.87
N (%)	2	5	1.27	0.13	0.92	1.62
	3	4	1.05	0.09	0.76	1.33
	4	4	1.05	0.09	0.76	1.33
	12	5	0.45	0.04	0.35	0.55
	Total	18	0.91	0.11	0.67	1.15
Crude protein	2	5	7.91	0.79	5.73	10.10
	3	4	6.55	0.56	4.76	8.34
	4	4	6.55	0.56	4.76	8.34
	12	5	2.81	0.23	2.17	3.46
	Total	18	5.70	0.69	4.21	7.19

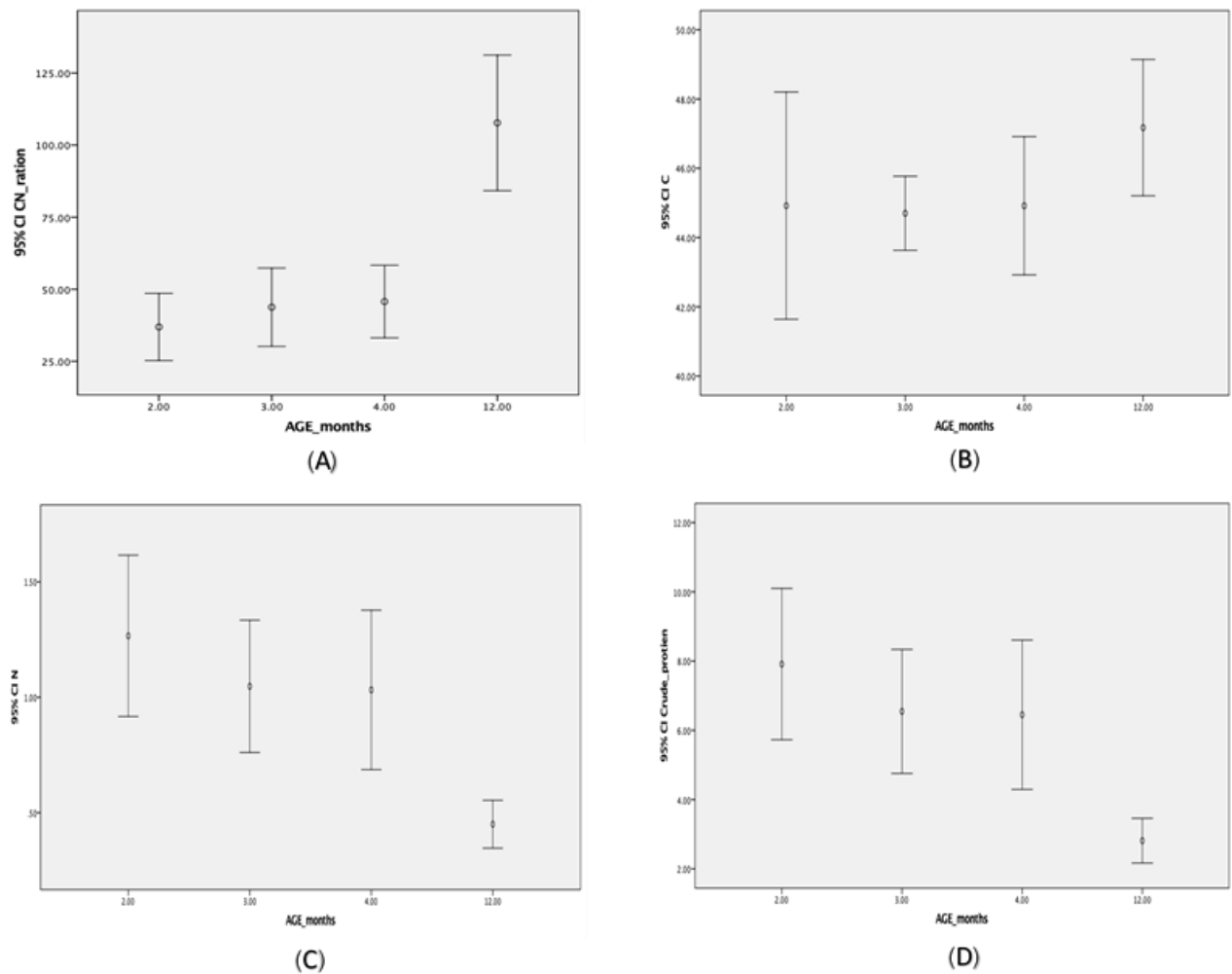


Figure 2 The amount of carbon and nitrogen proportion in grass according to age 2, 3, 4 and 12 months; Where (A) the amount of carbon and nitrogen proportion (B) the amount of carbon (C) the amount of nitrogen and (D) the amount of crude protein.

สรุป

ปริมาณมวลชีวภาพภายหลังการชิงเผาของพืชรวม ไม้ล้มลุก และหญ้า มีปริมาณลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนไม้พุ่มมีปริมาณมวลชีวภาพลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยพบว่าก่อนและหลังชิงเผา สัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ปริมาณโปรตีนหยาบมีความแตกต่าง

กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อพิจารณาโดยรวมทั้งพื้นที่ หญ้าที่อายุ 12 เดือนมีปริมาณมวลชีวภาพและคาร์บอนสูงกว่าหญ้าอายุ 1 และ 2 เดือน แต่กลับพบว่าปริมาณไนโตรเจน และโปรตีนของหญ้าทั้งพื้นที่ ที่มีปริมาณสูงกว่าในหญ้าที่มีอายุ 12 เดือน ดังนั้นการชิงเผาทุ่งหญ้าในพื้นที่แห่งนี้จึงเป็นหนึ่งในการจัดการถิ่นอาศัยของสัตว์ป่าในแง่การเพิ่มศักยภาพในการรองรับประชากรสัตว์ป่าในเชิงคุณภาพของพืชอาหารสัตว์ป่า

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับทุนสนับสนุนส่วนหนึ่งจากโครงการ The Strengthening Capacity and Incentives for Wildlife Conservation in the Western Forest Complex Project ที่มีแหล่งทุนจาก Global Environment Facility (GEF) และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันออก จังหวัดตาก ที่อำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลภาคสนามและที่พักขอขอบคุณพี่น้องวนศาสตร์ทุกคนที่มีส่วนช่วยในการเก็บข้อมูลการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Akkharakkhar, S. 2003. **Situation and Management of World Forest Fires**. Forest Fire Prevention and Control Bureau Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok. (*in Thai*)

Akkhakarakar, S., A. Untamed, B. Maneerat, W. Pananakapitak and N. Songporn. 1996. **Forest Fire Control in Thailand**. Forest fire and natural disaster management Office of Prevention and Suppression. Department of Forestry, Bangkok. (*in Thai*)

Bond, W.J. and J.E. Keeley. 2005. Fire as a Global 'Herbivore': The Ecology and Evolution of Flammable Ecosystems. **TRENDS in Ecology and Evolution** 20(7): 387-394.

Bowman, D.M., J.K. Balch, P. Artaxo, W.J. Bond, J.M. Carlson, M.A. Cochrane, C.M. D'Antonio, R.S. DeFries, J.C. Doyle, S.P. Harrison, F.H. Johnston, J.E. Keeley, M.A.

Krawchuk, C.A. Kull, J.B. Marston, M.A. Moritz, I.C. Prentice, C.I. Roos, A.C. Scott, T.W. Swetnam, G.R. van der Werf and S.J. Pyne. 2009. Fire in the Earth System. **Science** 324: 481-484.

Chaiyarat, R. 2015. **Wildlife ecology and management**. Charansanitwongpim, Bangkok. (*in Thai*)

Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation. 2017. **Wild Sanctuary in Thailand**. Promotion and Publication Department Bureau of Wildlife Conservation, Bangkok. (*in Thai*)

Driscoll, D.A., D.B. Lindenmayer, A.F. Bennett, M. Bode, R.A. Bradstock, G.J. Cary, M.F. Clarke, N. Dexter, R. Fensham, G. Friend, M. Gill, S. James, G.A. Kay, D.A. Keith, C.M. Gregor, J. Russell-Smith, D. Salt, J.E.M. Watson, R.J. Williams and A. York. 2010. Fire Management for Biodiversity Conservation: Key Research Questions and our Capacity to Answer them. **Biological Conservation** 143(9): 1928-1939.

Gates, E.A., L.T. Vermeire, C.B. Marlow and R.C. Waterman. 2017. Fire and Season of Postfire Defoliation Effects on Biomass, Composition, and Cover in Mixed-Grass Prairie. **Rangeland Ecology & Management** 70(4): 430-436.

Keeley, J.E., J.G. Pausas, P.W. Rundel, W.J. Bond and R.A. Bradstock. 2011. Fire as an Evolutionary Pressure Shaping Plant Traits. **Trends in Plant Science** 16(8): 406-411.

- Magomya, A.M, D. Kubmarawa, J.A. Ndahiand and G.G. Yebpella. 2014. Determination of Plant Proteins via the Kjeldahl method and Amino acid Analysis: A Comparative Study. **International Journal of Scientific & Technology Research** 3(4): 68-72.
- Marod, D. 2012. **Applied Forest Ecology**. Kasetsart University, Bangkok. (*in Thai*)
- Marod, D. and U. Kutintara. 2009. **Forest Ecology**. Siam Printing Company, Bangkok. (*in Thai*)
- Nakmuenwai, P. 2002. **Application of Geographic Information Systems and Remote Sensing to Study Substitution of Plant Communities in Thung Yai Naresuan East Wildlife Sanctuary**. Master Thesis, Kasetsart University. (*in Thai*)
- Ngernsanguey, C. 2017. **Grass Family**. Kasetsart University Press, Bangkok. (*in Thai*)
- Office of the Forest Herbarium. (2014). **Tem Smitinand's Thai Plant Names**, revised edition 2014. Office of the Forest Herbarium, Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok.
- Rideout-Hanzak, S., D.B. Wester, C.M. Britton and H. Whitlaw. 2019. Biomass Not Linked to Perennial Grass Mortality Following Severe Wildfire in the Southern High Plains. **Rangeland Ecology and Management** 64(1): 47-55.
- Ruangpanich, N. 2015. **Range Science**. 5th edition. Forest Textbook Printing Fund, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok. (*in Thai*)
- Sirimakron, R. and R. Sukmasuang 2009. Effects of prescribed burning on habitat use of large herbivores in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, Uthai Thani province. **Journal of wildlife in Thailand** 16(1): 94-107. (*in Thai*)
- Suksawang, S. and T. Nuthong. 2017. **Science and Art of Wildlife Resource Management in Protected Areas**. Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok. (*in Thai*)
- Thadsi, S. 2004. **Tropical Forage Plant**, Kasetsart University Press, Bangkok. (*in Thai*)
- Thasri, S. 2005. **Forage Grass and Native Grass in Thailand**. 1st edition, Kasetsart University Press, Bangkok. (*in Thai*)
- Towne, E.G. and J.M. Craine. 2014. Ecological Consequences of Shifting the Timing of Burning Tallgrass Prairie. **PLOS ONE** 9(7): e103423.
- Wright, A. 2001. **Field and Laboratory Methods for Grassland and Animal Production Research**. Edited by Mannetje, L. and R. M. Jones. Wallingford, UK: CABI Publishing.

นิพนธ์ต้นฉบับ

การกระจายของพรรณพืชและซากพืช ในพื้นที่ป่าเต็งรังพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ – แพร่ เฉลิมพระเกียรติ

จิราพร ปักเขตานั่ง¹ รัชनावรรณ จอมป้อ¹
อรรถกฤษณ์ เชื้อกรด¹ สุณิสสา ต้มกลิ่น¹ และ ต่อลาภ คำโย^{1*}

รับต้นฉบับ: 6 เมษายน 2563

ฉบับแก้ไข: 4 มิถุนายน 2563

รับลงพิมพ์: 8 มิถุนายน 2563

บทคัดย่อ

การกระจายของพรรณพืชและซากพืชมีความสำคัญต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่ป่าสูง การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการทราบองค์ประกอบพรรณพืช ค่าเชิงปริมาณของไม้ต้นและไม้หนุ่ม รวมถึงปริมาณและการกระจายของมวลชีวภาพซากพืชในป่าเต็งรัง มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ โดยวางจุดสำรวจจำนวน 32 จุด ให้กระจายทั่วพื้นที่ นำข้อมูลที่ได้ไปทำแผนที่การกระจายความหนาแน่น พื้นที่หน้าตัด และมวลชีวภาพของซากพืช ผลการศึกษาพบชนิดไม้ใหญ่ จำนวน 17 วงศ์ 23 สกุล 26 ชนิด วงศ์ที่พบชนิดมากที่สุด คือ วงศ์ไม้ยาง (*Dipterocarpaceae*) ความหนาแน่นและพื้นที่หน้าตัดรวมเท่ากับ 68.64 ต้นต่อเฮกแตร์ และ 19.94 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ชนิดไม้เด่นในระดับไม้ใหญ่ คือ เต็ง (*Shorea obtusa*) ยางเหียง (*Dipterocarpus obtusifolius*) ยางพลวง (*Dipterocarpus tuberculatus*) รัง (*Shorea siamensis*) และมะม่วงหาวมะนาว (*Buchanania lanzan*) ส่วนไม้หนุ่มพบจำนวนชนิดไม้เท่ากับ 13 ชนิด 11 สกุล 10 วงศ์ ความหนาแน่นและพื้นที่หน้าตัดรวมเท่ากับ 45.49 ต้นต่อเฮกแตร์ และ 12.44 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ ชนิดไม้เด่นยังคงเป็นกลุ่มชนิดเดียวกับไม้ใหญ่ โดยมีเพิ่มเข้ามาหนึ่งชนิด คือ เหมือดแอ (*Memecylon edule*) มวลชีวภาพของเศษซากพืชทั้งหมดบริเวณพื้นที่ป่าเต็งรัง มีค่าเท่ากับ 0.007 ต้นต่อเฮกแตร์ การกระจายของความหนาแน่นของไม้ใหญ่และไม้หนุ่มแสดงในพื้นที่ในระดับมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 3.30 และ 7.99 ตามลำดับ สอดคล้องกับแผนที่การกระจายของพื้นที่หน้าตัดของไม้ต้นและไม้หนุ่มในระดับมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 9.17 และ 2.36 ตามลำดับ ส่วนแผนที่พื้นที่การกระจายของเศษซากพืชในระดับมากที่สุดเท่ากับ ร้อยละ 5.80 ของพื้นที่ แสดงให้เห็นว่ามวลชีวภาพซากพืชในพื้นที่ป่าของมหาวิทยาลัยขอนแก่นข้างต่ำเป็นไปตามความหนาแน่นของไม้ต้นและไม้หนุ่ม

คำสำคัญ: การกระจายของพันธุ์พืชและซากพืช ป่าเต็งรัง มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ

¹ สาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดแพร่ 54140

*ผู้รับผิดชอบบทความ: E-mail: torlar66@yahoo.com

ORIGINAL ARTICLE

Plant and Litter Distribution in Deciduous Dipterocarp Forest at Maejo University - Phrae Campus

Jiraporn Pakketanang¹ Ratchanawan Jompo¹

Attakrit Chuakot¹ Sunisa Tomklan¹ and Torlarp Kamyo^{1*}

Received: 6 April 2020

Revised: 4 June 2020

Accepted: 8 June 2020

ABSTRACT

Plant and litter distribution are very important for soil properties in the forest. This study aimed to clarify the species composition and quantitative data of tree and sapling, particular, biomass of litters in deciduous dipterocarp forest, DDF, Maejo University Phrae campus. The sample plots, total 32 plots, were set up which distributed the whole forest area. Then, all information was created into the quantitative characteristic map based on GIS. The result shows that 17 families, 23 genus and 26 species of tree. The important family was Dipterocarpaceae. Tree density and basal area in DDF were 68.64 individuals.ha⁻¹ and 19.94 m².ha⁻¹. The dominance tree species was *Shorea obtusa*, *Dipterocarpus obtusifolius*, *Dipterocarpus tuberculatus*, *Shorea siamensis* and *Buchanania lanzan*. While, 13 families 11 genus and 10 species of sapling were found. Sapling density and basal area were 45.49 individual.ha⁻¹ and 12.44 m².ha⁻¹, respectively. The dominance sapling species was almost the same species as tree which the additional species was *Memecylon edule*. The biomass of litter was 0.007 ton.ha⁻¹. The highest tree and sapling density distribution area were 3.30 and 7.99 percent of total area, respectively. The highest tree and sapling basal area distribution area were 9.17 and 2.36 percent of total area, respectively. While, the highest biomass of litter distribution area was 5.80 percent of total area. Indicating the biomass of litters had very low due to the low of tree and sapling density in the university forest.

Keyword: plant and litter distribution, deciduous dipterocarp forest, Maejo University Phrae Campus

¹ Department of Agroforestry, Maejo University Phrae Campus, Phrae 54140, Thailand

Corresponding author: E-mail: torlarp66@yahoo.com

คำนำ

ป่าเต็งรัง (Deciduous dipterocarp forest) มีลักษณะเป็นป่าโปร่งประกอบด้วยต้นไม้ผลัดใบ ขนาดกลางและขนาดเล็กขึ้นกระจัดกระจาย มีความหนาแน่นค่อนข้างต่ำ เรือนยอดเปิดไม่ค่อย แน่นทึบ พื้นที่ส่วนใหญ่จึงมีหญ้าและไม้เถาเครือจำพวกไผ่เพ็ก (*Vietnamosasa pusilla*) ไผ่โจด (*Vietnamosasa ciliate*) ขึ้นทั่วไป บางพื้นที่อาจพบลูกไม้หรือลำไม้ค่อนข้างหนาแน่น ส่วนใหญ่มีไฟป่าเกิดขึ้นเป็นประจำทุกปี (Sukwong, 2019) ทำให้ลูกไม้บางส่วนถูกไฟไหม้ตายทุกปี ต้องรอจนกว่าลูกไม้นั้น ๆ สะสมอาหารไว้ในรากเพียงพอจึงจะเติบโตขึ้นฟื้นคืนมาตามไฟป่าได้ บางพื้นที่ที่เป็นที่ราบมีดินค่อนข้างลึกลับไม่ค่อยมีขนาดสูงใหญ่ขึ้นเป็นกลุ่ม ๆ คล้ายป่าผสมผลัดใบ (Mixed deciduous forest) ป่าเต็งรังที่มีสภาพค่อนข้างแคระแกร็น พบกระจายบนภูเขาภาคเหนือที่มีดินดินตามไหล่เขาและสันเขาบริเวณที่แห้งแล้งมากที่สุดจะพบไม้รังขึ้นเกือบเป็นกลุ่มเดียวกันล้วน ส่วนไม้เต็งมักขึ้นปะปนกับพรรณไม้อื่น ๆ พรรณไม้เด่นส่วนใหญ่ เป็นกลุ่มไม้วงศ์ยางผลัดใบ (Deciduous species in Dipterocarpaceae) ที่สำคัญคือ เต็ง (*Shorea obtusa*) รัง (*Shorea siamensis*) ยางกราด (*Dipterocarpus intricatus*) ยางเหียง (*Dipterocarpus obtusifolius*) และยางพลวง (*Dipterocarpus tuberculatus*) (Santisuk, 2007) โดยป่าเต็งรังในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ – แพร่เฉลิมพระเกียรติ นับเป็นป่าที่ชุมชนได้มีการใช้ประโยชน์มากมาย อีกทั้งเป็นแหล่งผลิตพืชอาหารมากมายหลายอย่าง ทำให้สามารถดึงดูดคนแมลง และสัตว์กินพืชต่าง ๆ เข้ามาอาศัย (Maejo

University Phare Campus, 2019) ดังนั้นข้อมูลลักษณะการกระจายของไม้ใหญ่ ไม้หนุ่ม และซากพืช จึงเป็นสิ่งสำคัญในการจัดการพื้นที่เพื่อความยั่งยืนของป่า ทำให้จำเป็นต้องหาวิธีการสำรวจ เพื่อให้ทราบถึงฐานข้อมูลการกระจายของไม้ใหญ่ ไม้หนุ่ม และซากพืชในพื้นที่ป่า

มวลชีวภาพ (Biomass) หมายถึง มวลของพืชสีเขียวที่สร้างขึ้นมาจากกระบวนการสังเคราะห์แสง การวัดมวลชีวภาพนิยมวัดเป็นน้ำหนักแห้ง (dry weight) อาจวัดเป็นน้ำหนักต่อหน่วยของพืช เช่น ต่อดิน หรือต่อหน่วยของพื้นที่ ซึ่งอาจหมายถึงมวลชีวภาพของพืชทั้งป่าหรือทั้งสังคมพืช (Sahunalu, 1999)

ซากพืช (litter) ได้แก่ ใบไม้ กิ่งไม้ ดอก ผล ไม้ไผ่ผลผลิตเดียวที่ระบบนิเวศป่าไม้สร้างขึ้น แต่ซากพืชเหล่านี้มีความสำคัญต่อการหมุนเวียนธาตุอาหารในป่าไม้เป็นอย่างมาก เนื่องจากซากพืชเหล่านี้ เมื่อตกลงสู่พื้นดินและถูกย่อยสลายกลายเป็นสารอินทรีย์ที่พืชและจุลินทรีย์ในดินสามารถนำกลับไปใช้ในการเจริญเติบโตและสะสมอยู่ในชั้นดินต่อไป (Hanphattanakit, 2014) ซึ่งจะเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญสำหรับสิ่งมีชีวิตจำพวกไส้เดือน แบคทีเรีย และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กอื่น ๆ ซากพืชที่ร่วงหล่น (Litterfall) และอินทรีย์วัตถุของดินช่วยพัฒนาโครงสร้างของดินและการรวมกลุ่มของดิน (Aggregation) ซึ่งจะทำให้การซึมผ่านของน้ำดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับดินที่ปราศจากสิ่งปกคลุม นอกจากนี้อินทรีย์วัตถุยังช่วยเพิ่มความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (Cation exchange capacity) และลดการกร่อนของดิน (Soil erosion) ซากพืชที่ร่วงหล่นยังช่วยให้อุณหภูมิที่ผิวดินคงที่อีกด้วย (Bollen et.al., 1974) เศษซากใบไม้

จัดเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการหมุนเวียนสารอาหารในระบบนิเวศป่า โดยถูกถ่ายทอดจากบนพื้นดินสู่ใต้พื้นดิน การผลิตเศษซากใบไม้ขึ้นอยู่กับสังคมพืชในแต่ละพื้นที่ ฤดูกาล สภาพภูมิศาสตร์ รวมไปถึงปัจจัยทางกายภาพและเคมีต่าง ๆ (Ananthakrishnan, 1996)

ดังนั้น วัตถุประสงค์ในการศึกษารังนี้ เพื่อให้ทราบถึงการกระจายของไม้ใหญ่ (tree) และไม้หนุม (Sapling) และรวมถึงซากพืช (Litter) ในพื้นที่ป่าเต็งรัง เพื่อที่จะได้ทราบลักษณะการกระจายของมวลชีวภาพที่ได้จากการเก็บเศษกิ่งไม้และใบไม้ที่ร่วงหล่นของซากต้นไม้ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดการป่าเต็งรังในพื้นที่ให้เกิดประโยชน์อย่างยั่งยืนต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ขอบเขตการศึกษา

ศึกษาในพื้นที่ป่าเต็งรัง ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ -แพร่ เฉลิมพระเกียรติ อำเภอร้องกวาง

จังหวัดแพร่ มีเนื้อที่ 1,041 ไร่ สภาพภูมิอากาศ มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีอยู่ระหว่าง 9.2 - 43.0 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปีอยู่ระหว่าง 1,009.8 - 1,550 มิลลิเมตร มีความสูงของพื้นที่ 236 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง (Ninkaew and Asanok, 2015)

2. วิธีการศึกษา

วางแผนตัวอย่างขนาด 10 เมตร × 10 เมตร จำนวน 32 จุดสำรวจ กระจายอยู่ทั่วพื้นที่หลังจากนั้นแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 4 เมตร x 4 เมตร และขนาด 1 เมตร x 1 เมตร บริเวณมุมแปลงทุก ๆ แปลงย่อยเพื่อเก็บข้อมูลเส้นผ่าศูนย์กลาง (Diameter at breast height, DBH) และความสูงของไม้ในสองระดับคือ ไม้ใหญ่ (ไม้ที่มี DBH ≥ 4.5 cm และสูงเกิน 1.30 m) และไม้หนุม (ไม้ที่มี DBH < 4.5 cm และสูงเกิน 1.30 m) ในแปลง 10 เมตร × 10 เมตร และ 4 เมตร × 4 เมตร ตามลำดับ

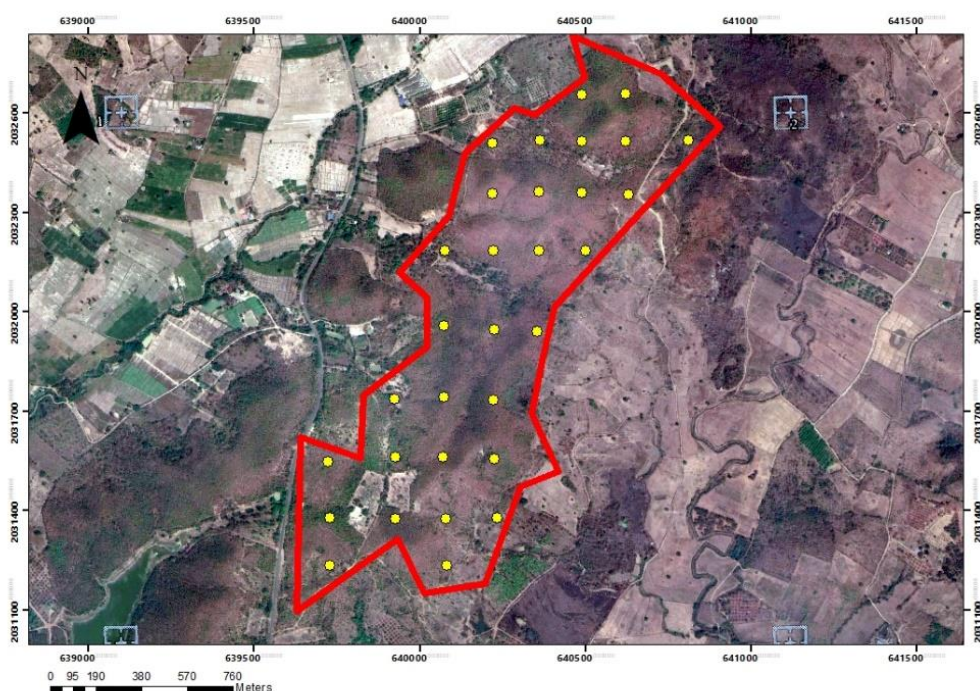


Figure 1 Sample points, ●, for data collection in the study area.

พร้อมทั้งเก็บตัวอย่างซากพืช ในที่นี้คือส่วนของใบ และกิ่งในแปลงย่อย 1 เมตร × 1 เมตร หลังจากนั้น จัดทำแผนที่การกระจายความหนาแน่น พื้นที่หน้าตัด และมวลชีวภาพของอินทรีย์วัตถุในพื้นที่ศึกษา โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic information system, GIS) เข้ามาช่วย เพื่อให้ทราบการกระจายของมวลชีวภาพซากพืชตามการกระจายของพันธุ์ไม้ทั้งไม้ต้นและไม้หนุ่ม

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 โครงสร้างและองค์ประกอบพรรณพืช

คำนวณหาความหนาแน่น (density, D) ความถี่ (frequency, F) และพื้นที่หน้าตัด (basal area, Ba) ทั้งไม้ต้นและไม้หนุ่ม (Kutintara, 1999)

$$\text{ความหนาแน่น (D)} = \frac{\text{จำนวนต้นทั้งหมดที่ปรากฏ}}{\text{พื้นที่สำรวจทั้งหมด}}$$

$$\text{ความถี่ (F)} = \frac{\text{จำนวนแปลงที่พบชนิดไม้}}{\text{จำนวนแปลงที่สำรวจทั้งหมด}} \times 100$$

$$\text{พื้นที่หน้าตัด (Ba, m}^2\text{)} = (22/7) \times \text{DBH}^2 / (4 \times 10^{-7})$$

3.2 มวลชีวภาพของซากพืช

คำนวณมวลชีวภาพหรือน้ำหนักแห้งของส่วนต่าง ๆ ของซากพืชจากเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ได้จากการหาความชื้นในส่วนต่าง ๆ ของซากพืช ได้แก่ ใบ และกิ่ง ให้เป็นมวลชีวภาพซากพืช (กิโลกรัมต่อเฮกแตร์) (Sukwong, 2016.) ดังนี้

$$\text{Biomass} = \frac{(100 \times \text{FW})}{(\text{MC} + 100)}$$

เมื่อ FW = น้ำหนักสด (fresh weight, kg)

MC = เปอร์เซ็นต์ความชื้น (moisture content, %)

$$\text{โดย MC (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักสด}}{\text{น้ำหนักแห้ง}} \times 100$$

3.3 การกระจายของพรรณไม้และซากพืช

นำเข้าข้อมูลพิกัดตำแหน่งของชนิดไม้และซากพืชจากแปลงทดลองทั้งหมด (Figure 1) โดยใช้เครื่องสำรวจพิกัดดาวเทียม (Global Positioning System, GPS) นำมาประยุกต์กับเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์การซ้อนทับ (overlay) การแบ่งกลุ่มข้อมูล (Classification) และการประมาณค่าช่วง (Interpolation) ด้วยโปรแกรม ArcGis 10.6 (Mamah, 2013) โดยคำนวณความหนาแน่นและซากพืชในแต่ละจุดสำรวจเพื่อนำมาทำการกระจายข้อมูลและสร้างแผนที่การกระจายของความหนาแน่นของไม้ใหญ่ ไม้หนุ่ม และปริมาณซากพืชในพื้นที่ศึกษา

ผลและวิจารณ์

1. โครงสร้างและองค์ประกอบพรรณไม้

ชนิดไม้ทั้งหมดภายในป่าเต็งรัง (Deciduous dipterocarp forest, DDF) พบ 26 ชนิด 23 สกุล 17 วงศ์ วงศ์เด่นด้านจำนวนชนิดที่พบมากที่สุด คือ วงศ์ไม้ยาง (Dipterocarpaceae) และเมื่อพิจารณาตามขนาดของพรรณไม้ ได้ผลดังนี้

ไม้ใหญ่ พบ 24 ชนิด 21 สกุล 15 วงศ์ ชนิดไม้ที่มีความหนาแน่นสูงสุด 5 อันดับแรก คือ เต็ง (*Shorea obtusa*) ยางเหียง (*Dipterocarpus obtusifolius*) ยางพลวง (*Dipterocarpus tuberculatus*) รัง (*Shorea siamensis*) และมะม่วงหาวแมงวัน (*Buchanania lanzan*) มีค่าเท่ากับ 1,096.88, 421.88, 387.50, 312.50 และ 118.75 ต้น

ต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ส่วนความถี่ของชนิดไม้ที่มีค่าสูงสุด คือ เต็ง รัง ยางเหียง ยางพลวง และมะม่วงหาวแมงวัน มีค่าเท่ากับ 96.88, 71.88, 59.38, 46.88 และ 40.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 1) จากผลการศึกษาพบว่าความหลากหลายชนิดของไม้ต้นของพื้นที่เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่อนุรักษ์ที่มีสภาพพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการขึ้นอยู่ของชนิดไม้ในป่าเต็งรังพื้นที่อื่น ๆ ที่มีค่าสูงกว่าเกือบสองเท่าตัว จากรายงานการศึกษาองค์ประกอบของพรรณพืชในป่าเต็งรังพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติขุนแม่กวงของ Kachina *et.al.* (2019) ที่พบชนิดไม้

47 ชนิด 41 สกุล 25 วงศ์ หรือจากรายงานของ Asanok and Taweek (2562) ในพื้นที่ป่าเต็งรังบริเวณลุ่มน้ำแม่คำมี ที่พบชนิดไม้ถึง 42 ชนิด 35 สกุล 15 วงศ์ การที่พบความหลากหลายชนิดในพื้นที่ศึกษาน้อยกว่าป่าเต็งรังที่อื่น ๆ ของประเทศอาจเกิดจากการที่ยังคงมีการรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์ของชุมชนโดยรอบเพื่อการใช้ประโยชน์ไม้และผลิตผลรองป่า รวมทั้งดินเป็นหินลูกรังและมีความแห้งแล้งสูงมากทำให้การสืบต่อพันธุ์ของชนิดไม้เกิดขึ้นได้น้อยมาก

Table 1 Top ten tree species in the frequency and density in DDF at the Maejo University Phrae campus

No.	Species	Family	Frequency (%)	Density (individual.ha ⁻¹)
1	<i>Shorea obtusa</i>	Dipterocarpaceae	96.88	1128.125
2	<i>Shorea siamensis</i>	Dipterocarpaceae	71.88	390.625
3	<i>Dipterocarpus obtusifolius</i>	Dipterocarpaceae	59.38	431.25
4	<i>Dipterocarpus tuberculatus</i>	Dipterocarpaceae	46.88	315.625
5	<i>Buchanania lanzan</i>	Anacardiaceae	40.63	118.75
6	<i>Aporosa villosa</i>	Symploceae	25.00	37.50
7	<i>Canarium subulatum</i>	Burseraceae	21.88	59.375
8	<i>Vitex peduncularis</i>	Lamiaceae	15.63	40.625
9	<i>Gluta usitata</i>	Anacardiaceae	15.63	18.75
10	<i>Catunaregam tomentosa</i>	Rubiaceae	3.13	21.875
	Other (14 species)		32.72	121.88

ไม้หนุ่ม พบ 13 ชนิด 11 สกุล 10 วงศ์ ชนิดที่มีความหนาแน่นสูงสุด คือ เต็ง (*Shorea obtusa*) รัง (*Shorea siamensis*) เห มี อ ด แอ (*Memecylon edule*) ยางพลวง (*Dipterocarpus tuberculatus*) และมะม่วงหาวแมงวัน (*Buchanania*

lanzan) มีค่าเท่ากับ 200.00, 93.75 87.50, 50.00 และ 31.25 ต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ (Table 2) ซึ่งความหนาแน่นของไม้เด่นในระดับไม้รุ่นต่ำกว่าไม้ใหญ่มาก แสดงว่าการรักษาโครงสร้างป่าและการสืบต่อพันธุ์ไม่เป็นปกติตามธรรมชาติ คือ มีไม้

ขนาดเล็กจำนวนน้อยในพื้นที่ป่าไม้พร้อมเจริญ
ทดแทนเป็นไม้ใหญ่ในอนาคต (Marod *et al.*, 2018)
และต้องหาวิธีการที่สามารถรักษาโครงสร้างป่า
และการสืบต่อพันธุ์ให้เป็นปกติตามธรรมชาติ คือ 1

ส่งเสริมหรือเข้าไปจัดการให้มีไม้ขนาดเล็กจำนวน
มากที่พร้อมเจริญทดแทนเป็นไม้ใหญ่ในอนาคต
(Nakthanom and Thinkampheang, 2018)

Table 2 Top ten sapling species in the frequency and density in DDF at the Maejo University Phrae campus

No.	Species	Family	Frequency (%)	Density (individual.ha ⁻¹)
1	<i>Shorea obtusa</i>	Dipterocarpaceae	40.62	100.00
2	<i>Shorea siamensis</i>	Dipterocarpaceae	28.12	46.87
3	<i>Memecylon edule</i>	Melastomataceae	9.37	43.70
4	<i>Dipterocarpus tuberculatus</i>	Dipterocarpaceae	15.62	25.00
5	<i>Buchanania lanzan</i>	Anacardiaceae	12.50	15.62
6	<i>Dipterocarpus obtusifolius</i>	Dipterocarpaceae	6.25	12.50
7	<i>Dillenia obovata</i>	Dilleniaceae	6.25	9.37
8	<i>Aporosa villosa</i>	Symplocaceae	9.37	9.37
9	<i>Catunaregam tomentosa</i>	Rubiaceae	6.25	6.25
10	<i>Cratoxylum formosum</i>	Hypericaceae	9.37	6.25
	Other (3 species)		9.36	9.36

2. การกระจายความหนาแน่นของชนิดไม้

ผลการศึกษการกระจายความ
หนาแน่นของไม้ใหญ่ ในป่าเต็งรัง พบมีความ
หนาแน่นอยู่ระหว่าง 128.27 - 815.63 ต้นต่อเฮก
แตร์ สามารถแบ่งออกเป็น 5 ช่วง โดยช่วงที่มีการ
กระจายความหนาแน่นของไม้ใหญ่ที่ครอบคลุม
พื้นที่ได้มากที่สุด คือ ช่วงความหนาแน่นในระดับ
ปานกลาง (403.21 – 540.68 ต้นต่อเฮกแตร์) มีการ
ครอบครองพื้นที่ร้อยละ 35.98 ของพื้นที่ศึกษา
และช่วงที่มีความหนาแน่นของไม้ใหญ่ที่พบการ
ครอบครองพื้นที่น้อยที่สุด คือ ความหนาแน่นใน
ระดับมากที่สุด (678.16 – 815.63 ต้นต่อเฮกแตร์)

(Figure 2A) แสดงว่าศักยภาพของพื้นที่ที่มีความ
เหมาะสมสำหรับไม้ใหญ่ในพื้นที่มีอยู่ค่อนข้าง
น้อย เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นดินที่มีลูกรัง
ผสมมากและกระจายอยู่ทั่วทั้งพื้นที่ อย่างไรก็ตาม
ชนิดไม้สำคัญที่ถือว่าเป็นไม้เด่นในป่าเต็งรัง เช่น
เต็ง รัง ยางพลวง เป็นต้น ยังคงสามารถพบเห็น
การกระจายได้ทั่วไป (Table 3)

การกระจายความหนาแน่นของไม้หนุม พบ
มีความหนาแน่นระหว่าง 0 -1,199.94 ต้นต่อเฮกแตร์
โดยช่วงความหนาแน่นของไม้หนุมที่กระจาย
ครอบคลุมพื้นที่มากที่สุด คือ ช่วงความหนาแน่นใน
ระดับน้อยมาก (0 – 239.99 ต้นต่อเฮกแตร์) ซึ่งมีพื้นที่

ครอบครองร้อยละ 39.02 ของพื้นที่ศึกษา และช่วงความหนาแน่นที่มีการกระจายครอบคลุมพื้นที่ได้น้อยที่สุด คือ ความหนาแน่นในระดับมาก (719.97 – 959.69 ต้นต่อเฮกเตอร์) (Table 4) อย่างไรก็ตามพื้นที่ร้อยละ 72 ของพื้นที่ทั้งหมด เป็นพื้นที่การกระจายของความหนาแน่นในระดับน้อยและน้อยที่สุดของไม้หนุมในพื้นที่ป่าเต็งรัง (Figure 2B) แสดงให้เห็นว่าการตั้งตัวในระดับไม้หนุมมีน้อยมากและยากที่จะสามารถรักษาโครงสร้างและการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติได้ในอนาคต

ชนิดไม้เต็ง ถือได้ว่าเป็นไม้เด่นในพื้นที่เนื่องจากมีความหนาแน่นมากที่สุด ทั้งในระดับไม้ใหญ่และไม้หนุม มีค่าเท่ากับ 57.76 ต้นต่อเฮกเตอร์ และ 5.12 ต้นต่อเฮกเตอร์ ตามลำดับ อย่างไรก็ตามการกระจายของต้นเต็งแม้ว่าสามารถพบกระจายอยู่ทั่วพื้นที่ แต่การกระจายของไม้ใหญ่และไม้หนุมเป็นไปในลักษณะแปรผกผันกัน (Figure 3 A and B) เนื่องจากไม้หนุมไม่สามารถตั้งตัวและเจริญเติบโตได้ในพื้นที่ไม้ใหญ่

Table 3 The distribution area of tree density in the DDF was shown.

Density (individual.ha ⁻¹)	Area (ha)	Area (%)
Highest (678.16 – 815.63)	2.81	3.30
High (540.68 – 678.16)	17.70	20.80
Moderate (403.21 – 540.68)	30.63	35.98
Low (265.47 – 403.21)	23.47	27.57
Very low (128.27 – 265.74)	10.65	12.51

Table 4 The distribution area of sapling density in the DDF was shown.

Density (individual.ha ⁻¹)	Area (ha)	Area (%)
Highest (959.69 - 1,199.94)	6.80	7.99
High (719.97 - 959.69)	4.33	5.32
Moderate (479.98 - 719.97)	12.56	14.69
Low (239.99 - 479.98)	28.18	33.10
Very low (0 – 239.99)	33.22	39.02

3. การกระจายของพื้นที่หน้าตัด

การกระจายของพื้นที่หน้าตัดไม้ทุกชนิดในระดับไม้ใหญ่ พบว่ามีพื้นที่หน้าตัดระหว่าง 0.69 - 6.02 ตารางเมตรต่อเฮกเตอร์ สามารถแบ่ง

ออกเป็น 5 ช่วง ซึ่งพื้นที่หน้าตัดระดับปานกลาง (2.82 – 3.89 ตารางเมตรต่อเฮกเตอร์) มีพื้นที่ครอบคลุมมากที่สุด เท่ากับร้อยละ 36.27 ของพื้นที่ศึกษา ขณะที่พื้นที่หน้าตัดระดับมากที่สุด

(4.95 – 6.02 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์) มีพื้นที่การกระจายน้อยที่สุด เท่ากับร้อยละ 6.45 ของพื้นที่ศึกษา (Table 5) แสดงว่าพื้นที่ป่าส่วนใหญ่เป็นไม้ที่มีขนาดเล็กเนื่องจากในอดีตนั้นป่าเต็งรังบริเวณนี้เคยมีการใช้ประโยชน์จากการตัดไม้เพื่อใช้ใน

ครัวเรือน สภาพป่าปัจจุบันมีการทดแทนตามธรรมชาติ หรือเรียกว่า เป็นป่าเต็งรังรุ่นสอง ซึ่งมีแต่ต้นไม้ขนาดเล็กทำให้การกระจายของพื้นที่หน้าตัดไม้ใหญ่อยู่ในระดับปานกลางค่อนข้างมาก (0.69 - 3.89 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์)

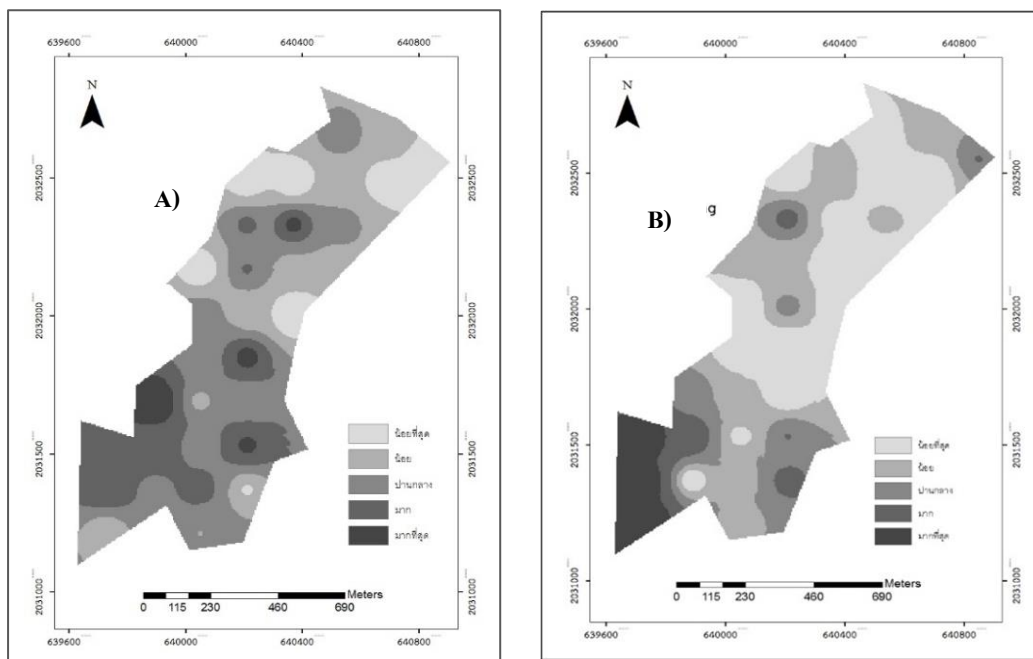


Figure 2 The distribution density of tree (A) and sapling (B) in the DDF was shown.

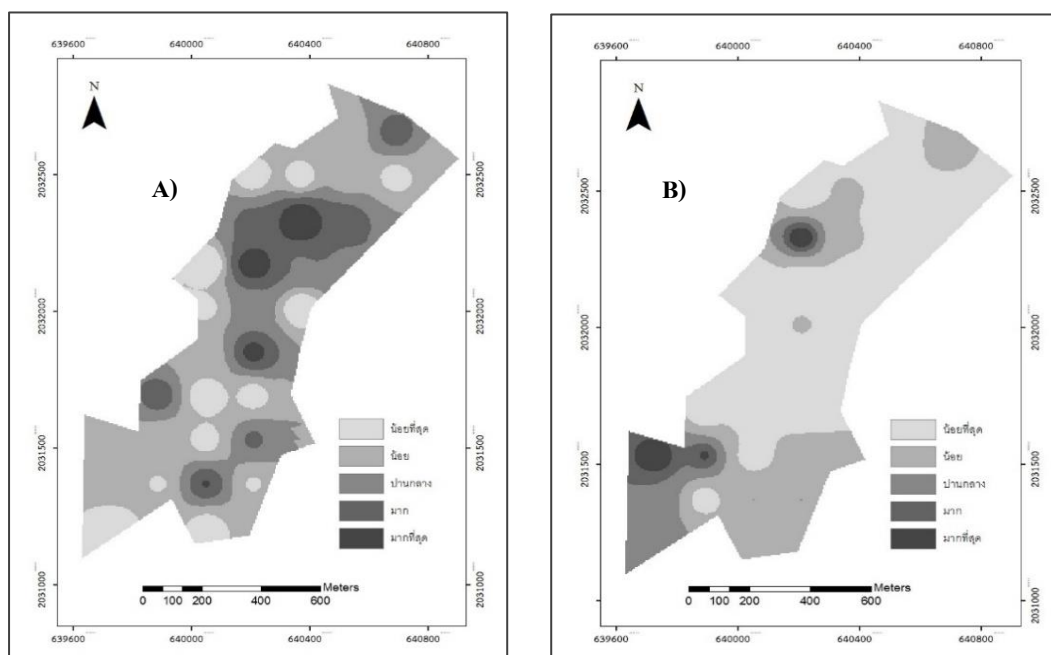


Figure 3 The distribution density of tree (A) and sapling (B) of *Shorea obtusa* in the DDF was shown.

แสดงให้เห็นว่าการกระจายของพื้นที่หน้าตัดมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของต้นไม้ โดยที่

พื้นที่หน้าตัดที่มีปริมาณมากพบกระจายในบริเวณพื้นที่ที่มีต้นไม้ขึ้นอยู่หนาแน่นมาก (Figure 4 A)

Table 5 Basal area of tree distribution in Dry Dipterocarp Forest

	Basal area ($\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$)	Area (ha)	Area (%)
Highest	(4.95 – 6.02)	5.49	6.45
High	(3.89 – 4.95)	18.00	21.08
Moderate	(2.82 – 3.89)	30.88	36.27
Low	(1.76 – 2.82)	23.14	27.18
Very low	(0.69 – 1.76)	7.81	9.17

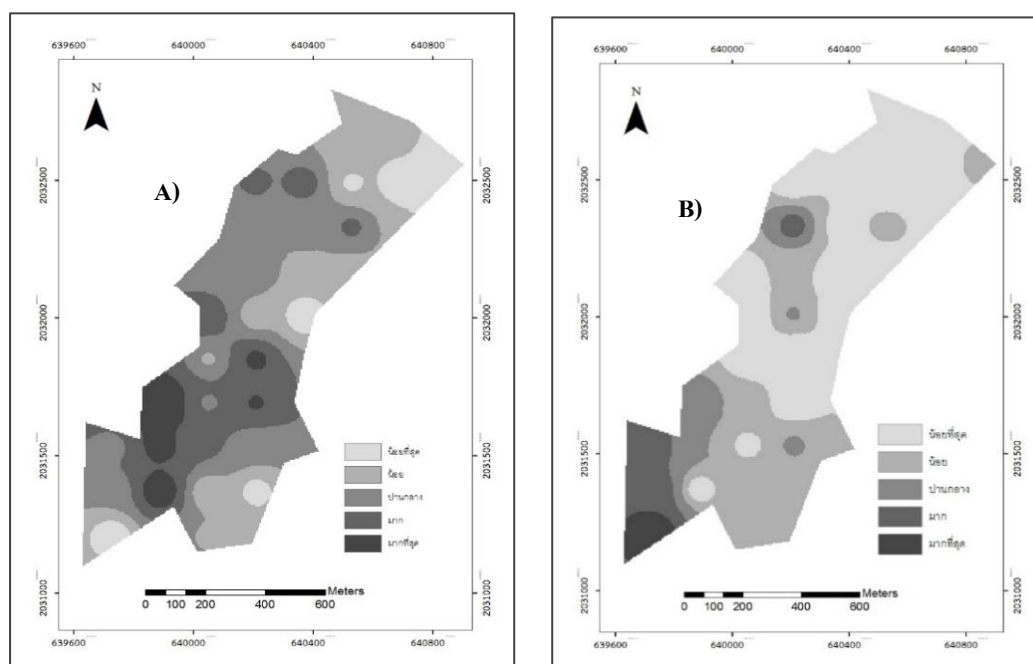


Figure 4 Basal area distribution of tree (A) and sapling (B) in DDF was shown.

การกระจายพื้นที่หน้าตัดของชนิดไม้ในระดับไม้หนุ่ม พบว่ามีพื้นที่หน้าตัดอยู่ระหว่าง 0 -1.46 ตารางเมตรต่อเฮกเตอร์ โดยที่พื้นที่หน้าตัดระดับน้อยมาก (0.00 – 0.29 ตารางเมตรต่อเฮกเตอร์) มีพื้นที่ครอบคลุมมากที่สุด ร้อยละ 49.57 ของพื้นที่ศึกษา แตกต่างจากพื้นที่หน้าตัดระดับ

มากที่สุด (1.17 – 1.46 ตารางเมตรต่อเฮกเตอร์) ที่มีพื้นที่ครอบคลุมน้อยที่สุด ร้อยละ 2.36 ของพื้นที่ศึกษา (Table 6)

ชนิดไม้เต็ง ยังคงเป็นไม้ที่มีขนาดใหญ่ พื้นที่หน้าตัดสูงสุด ทั้งระดับไม้ใหญ่และไม้หนุ่ม มีค่าเท่ากับ 24.43 ตารางเมตรต่อเฮกเตอร์ และ

0.004 ตารางเมตรต่อเฮกเตอร์ ตามลำดับ ไม้เต็งสามารถกระจายอยู่ได้ทั่วทั้งพื้นที่ป่าเต็งรัง แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ป่าเต็งรังบริเวณมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่-เฉลิมพระเกียรติ เป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมต่อการตั้งตัวของไม้เต็ง (Figure 5) เนื่องจากส่วนใหญ่พื้นที่ที่มีความแห้งแล้งสูง และดินที่ส่วนใหญ่เป็นดินลูกรัง ทำให้พรรณไม้ชนิดอื่นสืบต่อพันธุ์ได้ยากเมื่อเทียบกับไม้เต็ง ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมต่อการตั้งตัวของพรรณพืชจึงนับว่าเป็นปัจจัยสำคัญในการนำมาใช้ในการวางแผนการจัดการฟื้นฟูป่าบริเวณนี้เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการทางนิเวศวิทยา (ecological niche) ของพืชในแต่ละชนิดอย่างเหมาะสม โดยเฉพาะการปรับสภาพดินก่อนการปลูกฟื้นฟู

เพื่อที่จะให้ต้นไม้ชนิดอื่น ๆ สามารถขึ้นร่วมกันได้ในพื้นที่อย่างมีความเหมาะสม

จากการศึกษาของ Ninkaew and Asanok (2015) โครงสร้างสังคมพืชและการประเมินการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ป่าธรรมชาติมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่-เฉลิมพระเกียรติ พบขนาดพื้นที่หน้าตัดและความหนาแน่นของหมู่ไม้มีค่าเท่ากับ 19.56 ตารางเมตรต่อเฮกเตอร์ และ 82.48 ต้นต่อเฮกเตอร์ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่าการศึกษาค้างนี้ เนื่องจากการศึกษาค้างนี้มีการวางแผนแบบเป็นระบบทำให้การกระจายของแปลงทดลองในพื้นที่ศึกษาที่บางบริเวณเป็นพื้นที่ที่มีหินลูกรังอยู่เป็นจำนวนมากทำให้ไม้ที่ขึ้นอยู่ในบริเวณนั้นเจริญเติบโตได้ค่อนข้างยาก

Table 6 Basal area distribution of sapling in DDF was shown.

Basal area (m ² .ha ⁻¹)	Area (ha)	Area (%)
Highest (1.17 – 1.46)	2.01	2.36
High (0.87 – 1.17)	5.78	6.79
Moderate (0.58 – 0.87)	7.32	8.60
Low (0.29 – 0.58)	27.92	32.79
Very low (0.00 - 0.29)	42.20	49.57

4. การกระจายของมวลชีวภาพซากพืช

ผลการศึกษาการกระจายมวลชีวภาพของซากพืช (ใบและกิ่ง) พบมวลชีวภาพทั้งหมด 0.007 ต้นต่อเฮกเตอร์ จำแนกเป็นมวลชีวภาพของใบและกิ่ง เท่ากับ 0.002 และ 0.005 ต้นต่อเฮกเตอร์ตามลำดับ พบได้ทั่วไปในพื้นที่และมีปริมาณมากทางทิศใต้ของพื้นที่ศึกษา (Figure 6) การกระจายของมวลชีวภาพซากใบและกิ่งในช่วงที่พบค่าสูง

ที่สุด มีพื้นที่ปกคลุมร้อยละ 3.25 และ 2.55 ตามลำดับ (Table 7 and 8) ซึ่งมีค่าน้อยกว่าการรายงานของ Phaowongsa (1976) ที่ศึกษาปริมาณการร่วงหล่นของซากพืชในป่าเต็งรัง บริเวณสถานีวิจัยสะแกราช พบว่ามีปริมาณซากพืชเฉลี่ย 0.013 ต้นต่อเฮกเตอร์ เนื่องจากไม้ที่อยู่ในพื้นที่มีความหนาแน่นและพื้นที่หน้าตัดต่ำจึงทำให้มีปริมาณเศษซากพืชที่ร่วงหล่นมีน้อยตามไปด้วย

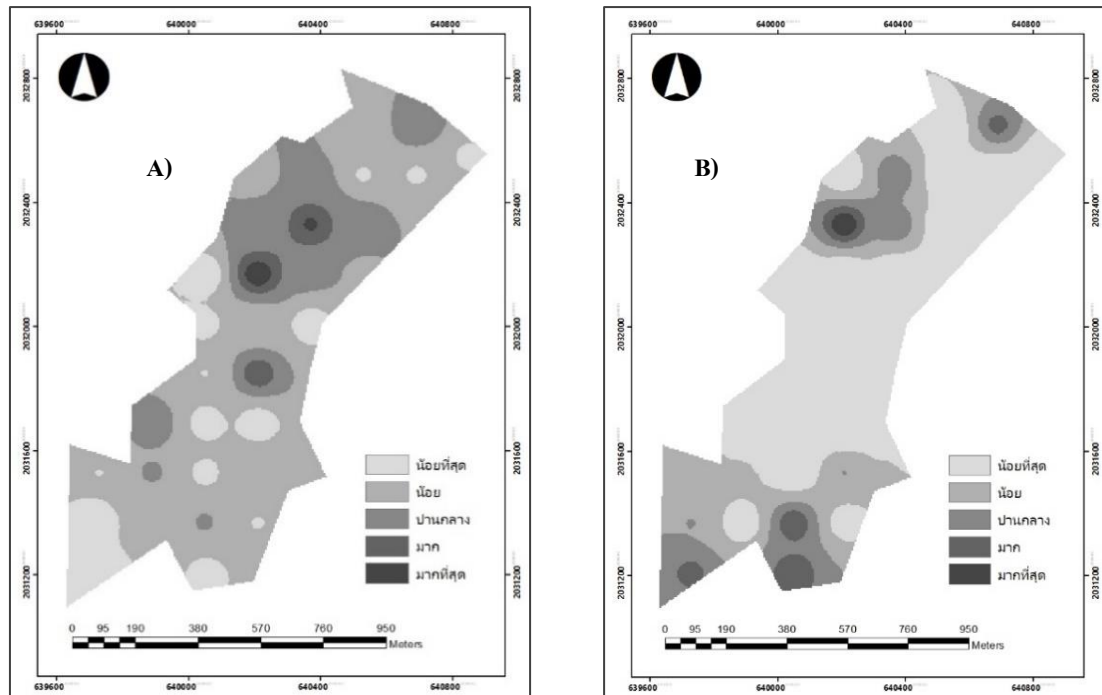


Figure 5 Basal area distribution of *Shorea obtusa* in DDF. A) and B) indicate tree and sapling, respectively.

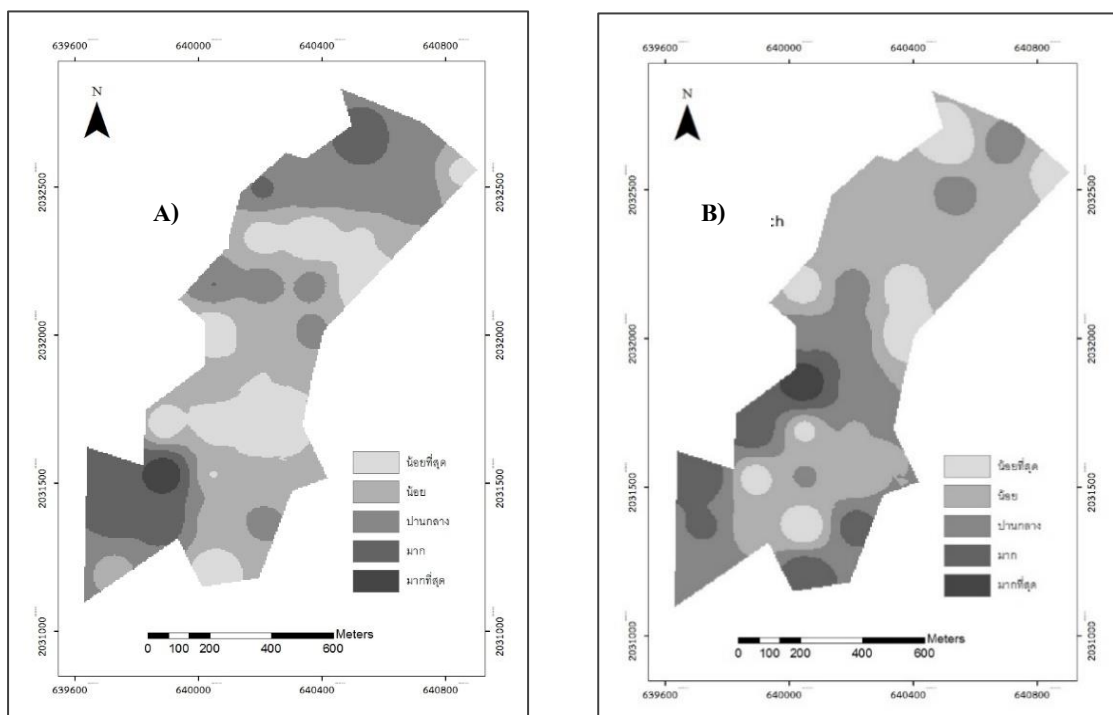


Figure 6 Biomass distribution map of litter in the DDF was shown. A) and B) indicate leaf and branches, respectively.

Table 7 Biomass distribution of litter (leaves) in DDF was shown.

Biomass (kg.ha ⁻¹)	Area (ha)	Area (%)
Highest (65.52 – 81.35)	2.77	3.25
High (49.69 – 65.52)	10.37	12.17
Moderate (33.87 – 49.69)	20.23	23.74
Low (18.05 – 33.87)	9.75	11.44
Very low (< 2.22 – 18.05)	42.11	49.41

Table 8 Biomass distribution of litter (branches) in DDF was shown.

Biomass (kg / ha)	Area (ha)	Area (%)
Highest (41.57 – 49.92)	2.17	2.55
High (33.22 – 41.57)	13.50	15.83
Moderate (24.87 – 33.22)	15.92	18.67
Low (16.52 – 24.87)	26.50	31.08
Very low (< 8.17 -16.52)	27.17	31.87

สรุป

พื้นที่ป่าเต็งรัง มหาวิทยาลัยแม่โจ้ – แพร่ เฉลิมพระเกียรติ พบชนิดไม้ทั้งในระดับไม้ใหญ่ และไม้ร่น จำนวน 26 ชนิด 23 สกุล 17 วงศ์ วงศ์ที่พบมากที่สุด คือ วงศ์ไม้มาย (Dipterocarpaceae) ความหนาแน่นของไม้ใหญ่มีค่าสูงกว่าไม้ร่น และเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับพื้นที่หน้าตัด โดยการร่วงหล่นของซากพืชในป่าเต็งรังทำให้มีมวลชีวภาพซากพืชบริเวณพื้นป่าทั้งหมดเท่ากับ 0.007 ตันต่อเฮกตาร์ และกระจายอยู่ทั่วพื้นที่ป่าเต็งรังโดยพบมากบริเวณที่มีต้นไม้ขึ้นอยู่หนาแน่นของพื้นที่ การประมวลผลข้อมูลเชิงพื้นที่ทั้งการกระจายของชนิดไม้และมวลชีวภาพซากพืช ในรูปของแผนที่การกระจายทำให้สามารถนำไปใช้ในการดำเนินงานในเชิง

บูรณาการเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์และการฟื้นฟูป่าเต็งรังได้อย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นในอนาคต อีกทั้งองค์ความรู้ที่ได้รับยังใช้เป็นฐานข้อมูลทรัพยากรความหลากหลายพรรณพืชเพื่อการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนของชุมชนบริเวณรอบมหาวิทยาลัย ในอนาคต

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษาวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุอาหารจากซากพืช รวมถึงข้อมูลปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการร่วงหล่นของซากพืชในระยะยาว เพื่อติดตามความผันแปรของปริมาณธาตุอาหารจากซากพืชภายในระบบนิเวศป่าเต็งรัง ซึ่งจะทำให้ทราบการฟื้นตัวของระบบนิเวศตามธรรมชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- Ananthakrishnan, T. N. 1996. **Forest litter insect communities: biology and chemical ecology**. USA: Science Publishers.
- Asanok, L. and R. Taweek. 2019. Plant Functional Trait Composition in the Edge of Deciduous Dipterocarp Forest and Mixed Deciduous Forest at Mae Khum Mee Watershed, Phrae Province. **Thai Forest Ecological Research Journal** 3(2) : 1-8. (*in Thai*)
- Bollen, W.B, Logan, A. N. and Kathleen L. S. 1974. Effect of Cacodylic Acid and MSMA on Microbes in Forest Floor and Soil. *Weed Science* 22(6) : 557-662
- Hanphattanakit, P. 2014. The review of litterfall production and decomposition method in carbon cycle and effect to CO₂ emission in tropical forest. **Srinakharinwirot University (Journal of Science and Technology)** 6 (12): 134-146. (*in Thai*)
- Kachina, P., S. Kamyong and T. Thichan. 2019. Biomass amounts and species composition in dry dipterocarp forest, Khun Mea Kuang National Reserved Forest, Chiang Mai Province. **Thai Forest Ecological Research Journal** 3(2): 9-16. (*in Thai*)
- Kutintara, A. 1999. **Fundamental of Ecology for Forestry**. Department of Forest biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok. (*in Thai*).
- Maejo University Phare Campus. 2019. **Surveying diversity of plants in conservation areas in Maejo University Phare Campus**. Available source: <http://www2.phrae.mju.ac.th/cms/rspg/index.php>, November 3, 2019. (*in Thai*)
- Mamah, I. 2013. Application of Geographic Information System in Groundwater Resources Development. **Princess of Naradhiwas University Journal** 5(1): 124-138. (*in Thai*)
- Marod, D., S. Thinkampaeng, J. Thongsawee, W. Phumphuang, T. Kohkerd, S. Hermhuk, and A. Nakthanom. 2018. Forest Structure and Species composition in the Dry Evergreen Forest at Wang Nam Khiao Forestry Student Training and Research Station, Nakhon Ratchasima Province. **Thai Forest Ecological Research Journal** 2(1): 45-54. (*in Thai*)
- Nakthanom, A. and S. Thinkampheang. 2018. Forest Structure and Species Composition in Forest Restoration under Demonstrated Farm of the Royal Patronage of Her Majesty Queen Sirikit (Forestry), Ang Thong Province. **Thai Forest Ecological Research Journal** 2(2): 18-24. (*in Thai*)
- Ninkaew, S. and L. Asanok. 2015. Vegetation structure and Carbon Storage Evaluation in Natural Forest at Maejo University Phrae Campus. pp. 108-114, *In Thai Forest Ecological Research Network 5th Conference: Natural resource costs : values, development and conservation*. 12-14 December, 2015. Kasetsart University, Bangkok. (*in Thai*)
- Phaowongsa, S. 1976. **Litterfall and Nutrient content of litter in dry dipterocarp forest**. Thesis, Kasetsart University, Bangkok. (*in Thai*)
- Sahunalu P. 1999. **Advanced Silviculture**. Faculty of forestry. Department of forestry. Kasetsart University, Bangkok. (*in Thai*)
- Santisuk T. 2007. **Forest of Thailand**. Forest Herbarium, Department of National Park

- Wildlife and Plant Conservation. Aronkanpim, Bangkok. (*in Thai*)
- Sukwong S. 2019. **Ecology of Forest Fires in Thailand.** Available source: <http://www.cfeast5.com/articles/41930519/index.php>, January 10, 2020. (*in Thai*)
- Sukwong S. 2016. **Carbon Stock of Trees.** Available source: <https://www.greenglobeinstitute.com/Upload/CarbonCreditReference/Carbon%20Measurement%20Training.pdf>, January 5, 2020. (*in Thai*)
- Teinhirun S. 2010. **Community self- help guide Biodiversity.** Forest Biodiversity Agency. The Agricultural Cooperative Federation of Thailand. Limited. September 2010. (*in Thai*)

วารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย

วารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย (Thai Forest Ecological Research Journal, TFERJ) ISSN 2586-9566 จัดทำโดย ศูนย์ประสานงานเครือข่ายวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ประเทศไทย (Thai Forest Ecological Research Network, T-FERN) ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้รับความจากผู้เขียนทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัยฯ รวมทั้งภายนอกประเทศ บทความที่เสนอเพื่อขอรับการพิจารณาอาจเขียนได้ทั้งภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ แต่บทความต้องมีความเป็นสองภาษา และเอกสารอ้างอิงต้องเป็นภาษาอังกฤษ นโยบายการจัดพิมพ์ของวารสารฯ เพื่อเป็นสื่อกลางเผยแพร่ผลงานวิจัยวิทยาศาสตร์พื้นฐานและการประยุกต์ทางป่าไม้ ได้แก่ นิเวศวิทยาป่าไม้ การจัดการป่าไม้ วนวัฒนวิทยา ความหลากหลายทางชีวภาพ ความสัมพันธ์เชิงระบบ และลักษณะทางสัณฐานและทางกายภาพของพืชและสัตว์ป่า วารสารฯ จัดพิมพ์ปีละ 2 ฉบับ โดยมีกำหนดออกในเดือนมิถุนายน และ เดือนธันวาคม

คำแนะนำสำหรับผู้เขียน

การส่งต้นฉบับ ต้นฉบับต้องไม่เคยลงตีพิมพ์และไม่ได้อยู่ระหว่างกระบวนการพิจารณาตีพิมพ์ในวารสารหรือสิ่งตีพิมพ์อื่นใด ผลงานจัดอยู่ในงานเขียนประเภทใดประเภทหนึ่ง ดังต่อไปนี้ (1) **บทความวิจัย หรือต้นฉบับ (research/original article)** เป็นการเสนอผลงานวิจัยแบบสมบูรณ์ที่ผู้เขียนได้ดำเนินการวิจัยด้วยตนเอง (2) **บทความสั้น (short communications)** เป็นงานวิจัยที่น่าสนใจหรือการค้นพบสิ่งใหม่แต่มีเนื้อหาสมบูรณ์น้อยกว่าบทความวิจัย และ (3) **บทความวิชาการ (review article)** เป็นบทความทางวิชาการที่นำเสนอสาระซึ่งผ่านการวิเคราะห์หรือประมวลจากการตรวจเอกสาร ทั้งนี้เรื่องที่เป็นบทความวิจัย และบทความสื่อสารอย่างสั้นจะได้รับพิจารณาให้ลงตีพิมพ์ก่อนเรื่องที่เป็นบทความวิชาการ

การเตรียมต้นฉบับ

ต้นฉบับ

ต้นฉบับเขียนเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ ผ่านการตรวจทานการใช้ภาษาและคำสะกดต่าง ๆ อย่างถี่ถ้วน ความยาวไม่เกิน 15 หน้ากระดาษ A4 (รวมรูปภาพและตาราง) โดยมีระยะห่างบรรทัดเป็นสอง (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. ใส่หมายเลขหน้า บริเวณด้านล่าง จัดกึ่งกลางหน้ากระดาษ
5. ใส่หมายเลขบรรทัดในแต่ละหน้า

รายละเอียดของเนื้อหา

หน้าแรก (Title page) เป็นหน้าที่แยกออกจากเนื้อหาอื่น ๆ ประกอบด้วย

1. **ชื่อเรื่อง** เรื่องที่เขียนเป็นภาษาไทย ให้ระบุชื่อเรื่องทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ชื่อเรื่องควรกระชับและตรงกับเนื้อเรื่อง จัดให้อยู่กึ่งกลางหน้ากระดาษ
2. **ชื่อผู้เขียน** ให้ระบุชื่อเต็มทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ โดยไม่ต้องระบุเพศ ศ หรือ ตำแหน่ง

3. สถานที่ทำงานของผู้เขียน ให้ระบุสถานที่ทำงานและที่อยู่ของผู้เขียนทุกท่าน (ทั้งภาษาไทยและอังกฤษ) พร้อมระบุ ผู้รับผิดชอบหลัก (Corresponding author) พร้อมทั้ง E-mail address ด้วย

เนื้อหา ประกอบด้วยหัวข้อหลัก ดังนี้

1. บทคัดย่อ สรุปสาระสำคัญของผลงานไว้โดยครบถ้วน และมีความยาวไม่เกิน 300 คำ และ ต้องมีบทคัดย่อเป็นภาษาอังกฤษ (ABSTRACT) ด้วย (ภาษาไทยและตามด้วยภาษาอังกฤษ) ให้ระบุคำสำคัญ (Keywords) จำนวนไม่เกิน 5 คำไว้ในตอนท้ายของบทคัดย่อ
2. คำนำ (INTRODUCTION) อธิบายความสำคัญของปัญหา การตรวจเอกสาร (literature review) เฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยเท่านั้น และวัตถุประสงค์ของงานวิจัย
3. อุปกรณ์และวิธีการ (MATERIALS AND METHODS) โดยเขียนให้กระชับและชัดเจน ไม่พรรณนาวิธีการวิเคราะห์ 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 การเรียบเรียงวารสารให้เรียบเรียงตามลำดับอักษรในภาษาไทย และตามด้วยภาษาอังกฤษ ก่อนส่งต้นฉบับควรตรวจทานเอกสารอ้างอิงในเนื้อหาและในท้ายบท ควรตรงกันและถูกต้องตามรูปแบบการเขียนเอกสารอ้างอิงดังตัวอย่าง (กรณี เอกสารอ้างอิงเป็นภาษาไทยต้องแปลให้เป็นภาษาอังกฤษเพื่ออ้างอิงในบทความ)
 - 7.1 การอ้างอิง (citation) ในเนื้อหาใช้ระบบ name-and-year system
 - 7.2 การเรียงลำดับ ต้องเรียงตามลำดับตัวอักษรชื่อผู้เขียน เอกสารทั้งหมดที่ถูกอ้างอิงในเนื้อหาต้องปรากฏในรายการเอกสารอ้างอิงท้ายบทความด้วย
 - 7.3 การเขียนเอกสารอ้างอิงภาษาอังกฤษให้ระบุนามสกุลของผู้เขียนก่อน และตามด้วยชื่ออื่นๆ ซึ่งย่อเฉพาะอักษรตัวแรก

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.

รายงานการประชุมสัมมนาทางวิชาการ

Nuyim, T. 2001. Potentiality of *Melaleuca cajuputi* Powell cultivation to develop for economic plantation purpose. pp. 167-175. In Proceedings of the 7th of silvicultural seminar: Silviculture for Commercial Plantations. 12 – 14 December, 2001. Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)

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

การส่งต้นฉบับ

ผู้เขียนต้องส่งไฟล์ต้นฉบับที่จัดเตรียมเนื้อหาตามรูปแบบของวารสาร ผ่านระบบวารสารออนไลน์ทางเว็บไซต์ [http:// www.tferj.forestku.com](http://www.tferj.forestku.com) ซึ่งผู้เขียนสามารถสมัคร (Register) เข้าใช้งานระบบได้โดย กรอกชื่อ-สกุล Email address พร้อมกำหนดรหัส (Password) จากนั้นส่งบทความ (manuscript submission) เพื่อเข้ารับการพิจารณาประกอบด้วย

1. ไฟล์ต้นฉบับในรูปแบบไฟล์ .doc หรือ .docx และไฟล์ .pdf
2. ไฟล์รูปภาพ (ถ้ามี) ซึ่งรูปแบบไฟล์ภาพที่ใช้เป็น .tif หรือ .jpeg เท่านั้น กำหนดให้ใช้ภาพขาวดำและภาพสีที่มีความละเอียดอย่างน้อย 300 dpi ขึ้นไป

3. ไฟล์แบบฟอร์มนำส่งบทความวิจัย (สามารถดาวน์โหลดได้ [http:// www.tferj.forestku.com](http://www.tferj.forestku.com)) และหากมีปัญหาในการใช้ระบบ กรุณาติดต่อมาที่ E-mail address: dokrak.m@ku.ac.th

4. ให้ผู้เขียนแนะนำชื่อและ Email ของผู้ทรงคุณวุฒิที่ผู้เขียนต้องการให้ทางวารสารพิจารณาคัดเลือกอย่างน้อย 3 ชื่อ ในระบบวารสารออนไลน์ด้วย ทั้งนี้การคัดเลือกผู้ทรงคุณวุฒิของทางวารสารนั้นอาจไม่ใช่รายชื่อที่ผู้เขียนนำเสนอ

****5. ให้รวบรวมไฟล์เอกสารดังกล่าวอยู่ในแฟ้มข้อมูลเดียวจากนั้นทำการบีบอัดไฟล์ หรือ zip file เพื่อแนบเอกสารนำส่งในระบบออนไลน์**

กระบวนการพิจารณาบทความ

เจ้าของบทความต้องเสนอชื่อ ที่อยู่และอีเมลล์ (E-mail address) ของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเชี่ยวชาญในสาขานั้น ๆ จำนวน 3 ท่าน มาพร้อมกับต้นฉบับบทความ ทั้งนี้ กองบรรณาธิการอาจจะพิจารณาเลือกผู้ทรงคุณวุฒิที่เจ้าของบทความแนะนำหรือไม่ก็ได้ ต้นฉบับที่ส่งมาตีพิมพ์จะนำเข้าสู่กระบวนการพิจารณาดังนี้

1. การพิจารณากลั่นกรองบทความ (Peer review) ทุกบทความจะได้รับการกลั่นกรองเบื้องต้นจากกองบรรณาธิการ เพื่อพิจารณาถึงความสำคัญของบทความ ความเหมาะสมต่อวารสาร รวมถึงคุณภาพของเนื้อหาทางด้านวิทยาศาสตร์และข้อมูลที่น่าสนใจ บทความที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานจะถูกปฏิเสธ (Reject) โดยไม่จำเป็นต้องส่งพิจารณาตรวจทาน ส่วนบทความที่ผ่านเกณฑ์เบื้องต้นจะถูกส่งให้ผู้ทรงคุณวุฒิ (Referee) ในแต่ละสาขาทำการ **พิจารณากลั่นกรอง (Peer review) ในระบบปกปิดอย่างน้อยสองท่าน (double blinded system) ต่อหนึ่งบทความ** ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิจะได้รับการทบทวนจากกองบรรณาธิการ และส่งต่อไปยังผู้เขียนเพื่อดำเนินการแก้ไขบทความตามคำแนะนำดังกล่าวและส่งผลงานที่ปรับแก้ไขแล้วมายังกองบรรณาธิการเพื่อการตัดสินใจขั้นสุดท้ายสำหรับการ ยอมรับ (Accept) หรือปฏิเสธ (Reject) บทความ การพิจารณาทบทวนบทความใช้เวลาประมาณ 3 เดือน นับจากวันที่ส่งบทความ หากเกินกว่ากำหนดนี้ผู้เขียนสามารถสอบถามยังกองบรรณาธิการเพื่อรับทราบเหตุผลได้

2. บทความที่ถูกปฏิเสธ (Rejected manuscripts) ทางกองบรรณาธิการจะส่งคืนเอกสารทั้งหมดรวมถึงข้อคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิให้กับผู้เขียนผ่านระบบรับส่งวารสารออนไลน์ เพื่อเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงและส่งผลงานไปตีพิมพ์วารสารอื่น ๆ ที่มีความเหมาะสม

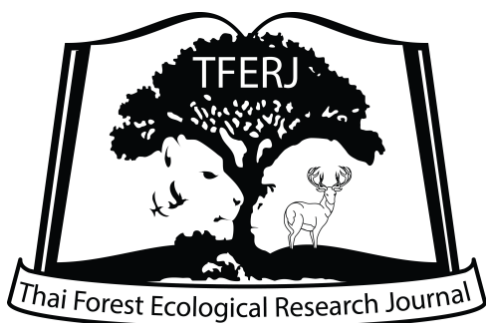
3. บทความที่ได้รับการยอมรับ (Accepted manuscripts) กองบรรณาธิการสงวนสิทธิ์ในการตรวจแก้ไขต้นฉบับที่จะส่งไปตีพิมพ์ทุกเรื่องตามที่เห็นสมควร โดยจัดส่งต้นฉบับที่แก้ไขแล้วให้ผู้เขียนเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง (draft proof) **ทั้งนี้จะต้องไม่มีการแก้ไขรายละเอียดใด ๆ ในส่วนของเนื้อหาและชื่อเจ้าของบทความ และหากไม่มีการติดต่อกลับภายในระยะเวลาที่กำหนด ทางกองบรรณาธิการถือว่าบทความนั้นถูกต้องและครบถ้วนแล้ว** จากนั้นจะทำการตีพิมพ์และเผยแพร่บทความผ่านทางเว็บไซต์ วารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย (<http://www.tferj.forestku.com>) ซึ่งผู้เขียนหรือผู้ที่สนใจสามารถ download ผลงานในรูปแบบ PDF ได้

จริยธรรมในการตีพิมพ์ผลงาน

บรรณาธิการและกองบรรณาธิการ วารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย มีความมุ่งมั่นที่จะรักษามาตรฐานการตีพิมพ์ผลงาน ตลอดจนหลักปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับการประเมินและการเผยแพร่ผลงานในวารสารฯ ด้วยเหตุนี้ผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่ายจึงต้องดำเนินการตามแนวทางจริยธรรม (Ethic) ในการตีพิมพ์ผลงานที่กำหนดไว้อย่างเคร่งครัด (<https://publicationethics.org/>) ทั้งในส่วนของบทบาทผู้เขียนในการเสนอบทความเพื่อรับการพิจารณา บทบาทผู้ทรงคุณวุฒิในการประเมินบทความ และรวมถึงบทบาทของบรรณาธิการและกองบรรณาธิการที่ต้องดำเนินการให้การพิจารณาดำเนินไปได้อย่างรวดเร็วและเป็นธรรมกับทุกบทความที่ส่งมารับการพิจารณาเพื่อตีพิมพ์ในวารสารฯ

ลิขสิทธิ์ของบทความ

บทความที่ส่งตีพิมพ์ในวารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย จะต้องเป็นบทความที่ไม่ลอกเลียนบทความอื่นที่ตีพิมพ์แล้ว และเป็นบทความที่ไม่เคยตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารใดมาก่อน ลิขสิทธิ์ของบทความต้นฉบับที่ได้รับการตีพิมพ์ ถือเป็นกรรมสิทธิ์ของ ศูนย์ประสานงานเครือข่ายวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ประเทศไทย ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ห้ามนำข้อความทั้งหมดหรือบางส่วนไปพิมพ์ซ้ำ เว้นเสียแต่จะได้ระบุการอ้างอิง (Citation) เป็นลายลักษณ์อักษร และความรับผิดชอบ เนื้อหาของต้นฉบับที่ปรากฏในวารสารนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย นั้น จะเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน ทั้งนี้จะไม่รวมความผิดพลาดที่เกิดจากเทคนิคการพิมพ์



วารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย

Thai Forest Ecological Research Journal

ปีที่ 4 ฉบับที่ 1: มกราคม – มิถุนายน 2563

Volume 4 Number 1: January – June 2020

ISSN 2586-9566

นิพนธ์ต้นฉบับ (Original article)

- ลักษณะเชิงหน้าที่ของพืชและปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการร่วงหล่นและการสะสมของซากพืช
พื้นที่ป่าดิบแล้ง บริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา 1
ปณิดา กาจันะ
- ความหลากหลายของชนิดไม้และปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการกระจายของสังคมพืชป่าผลัดใบ
ในป่าชุมชนบ้านแม่เชียงรายลุ่ม จังหวัดลำปาง 13
ศิริลักษณ์ ธรรมนุ Joosang Chung Hee Han พิพัฒน์ เกตุดี และ นพคุณ แก้วสิงห์
- ผลประโยชน์และมูลค่านิเวศบริการด้านการเป็นแหล่งผลิตของกลุ่มน้ำย่อยคลองท่าดี จังหวัดนครศรีธรรมราช 27
อาริษา เสมอสา สุรินทร์ อันพรม และ พสุธา สุนทรห้าว
- ลักษณะสัณฐานวิทยาบางประการของกล้ากาแฟอาราบิก้า 3 ระยะ ที่ปลูกภายใต้สภาพป่าดิบเขาระดับต่ำ ในเขต
พื้นที่โครงการฟาร์มตัวอย่างตามพระราชดำริบ้านขุนแตะ อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ 41
พิรพันธ์ ทองเปลว กฤษณะ ทองศรี
ธีรานนท์ ปาสุธรรม สุธีระ เหมฮึก เนตรนภา อินสลุค และ วิชญ์ภาส สังพาลี
- การประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าบริเวณพื้นที่ซึ่งเผา ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร
ด้านตะวันออก จังหวัดตาก 56
สิริวัฒน์ หวังดี วรงค์ สุขแสวด อิงอร ไชยยศ ปิยะ ภิญโญ และ ประทีป ด้วงแก
- การกระจายของพรรณพืชและซากพืช ในพื้นที่ป่าเต็งรังพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ – แพร่ เฉลิมพระเกียรติ 68
จิราพร ปักเขตานัง รัชนาวรรณ จอมป้อ อรรถกฤษณ์ เชื้อกรด สุณิสสา ต้มกลิ่น และ ต่อลาก คำโย