

นิพนธ์ต้นฉบับ

ลักษณะไม้ปลูกร่วมในระบบวนเกษตรกาแฟ ของพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่ป่าชุมชนแม่กวังอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงใหม่

ประครอง เชียงแรง<sup>1\*</sup> และ แหลมไทย อาษานอก<sup>2</sup>

รับต้นฉบับ: 21 กันยายน 2563

ฉบับแก้ไข: 27 ตุลาคม 2563

รับลงพิมพ์: 3 พฤศจิกายน 2563

บทคัดย่อ

การสำรวจองค์ความรู้เกี่ยวกับระบบวนเกษตรในพื้นที่สูงมีความจำเป็นสำหรับการจัดการพื้นที่ต้นน้ำให้คนสามารถอยู่กับป่าได้ ดังนั้นการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจำแนกรูปแบบวนเกษตรกาแฟและเปรียบเทียบลักษณะโครงสร้างสังคมพืชรวมถึงวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ของไม้ยืนต้นกับกาแฟราบิกา ในพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่ป่าชุมชนแม่กวังอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงใหม่ โดยการวางแผนตัวอย่างขนาด 20 เมตร x 20 เมตร จำนวน 15 แปลง ให้ครอบคลุมพื้นที่วนเกษตรกาแฟและป่าดิบเขาธรรมชาติ พร้อมกับเก็บข้อมูลองค์ประกอบชนิดพืชเพื่อวิเคราะห์ลักษณะ โครงสร้างสังคมพืช ผลการศึกษาพบว่า ระบบวนเกษตรกาแฟ ในพื้นที่ศึกษา สามารถแบ่งออกได้เป็นสองสังคมย่อย ได้แก่ ระบบวนเกษตรกาแฟปลูกร่วมไม้ป่า และระบบวนเกษตรกาแฟปลูกร่วมไม้ผล โดยระบบวนเกษตรกาแฟปลูกร่วมไม้ป่ามีลักษณะโครงสร้างและองค์ประกอบพรรณพืชใกล้เคียงกับป่าธรรมชาติมากกว่าระบบวนเกษตรกาแฟปลูกร่วมไม้ผล และพบว่าขนาดต้นไม้อายุที่อยู่ในพื้นที่เป็นปัจจัยจำกัดในการเติบโตของต้นกาแฟ ผลการศึกษาบ่งชี้ว่าการทำวนเกษตรกาแฟควรพิจารณาองค์ประกอบและความหลากหลายของไม้ต้นเป็นสำคัญ

คำสำคัญ: วนเกษตรที่สูง, ป่าต้นน้ำ, ป่าดิบเขา, กาแฟราบิกา

<sup>1</sup> สาขาวิชาการจัดการป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

<sup>2</sup> สาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

\*ผู้รับผิดชอบบทความ: E-mail: toktok1150@hotmail.com

ORIGINAL ARTICLE

**Tree Planting Characteristics in Coffee–Agroforestry System  
of The Royal – initiated Khun Mae Kuang Forest Area Development Project, Chiang Mai Province**

**Prakrong Chiangrang<sup>1\*</sup> and Lamthai Asanok<sup>2</sup>**

Received: 21 September 2020

Revised: 27 October 2020

Accepted: 3 November 2020

---

**ABSTRACT**

The knowledge of highland agroforestry systems is essential for head watershed management for people living with the forest. This study investigated the Coffee – Agroforestry System (CAS) and comparing plant community characteristics, and also the relationship between tree composition and coffee were analyzed. The 20 m x 20 m permanent plots were established on CAS and old growth montane forest were 15 plots in total. Species composition was collected for analyzed the plant community structure. Results show that, the CAS classified into two sub-communities; coffee agroforestry with wild species (CAW) and coffee agroforestry with fruit species (CAF). The CAW showed community characteristic similar with the natural forest than the CAF sub-community, and also the large trees were limited coffee growth in the study sites. These results suggested the important for the CAS practices should considered up on species composition and diversity of tree.

**Keywords:** Highland-agroforestry, Head watershed forest, Montane forest, Arabica Coffee

---

<sup>1</sup> Department of Forest Management, Maejo University, Phrae Campus, Phrae, 54140 Thailand

<sup>2</sup> Department of Agroforestry, Maejo University, Phrae Campus, Phrae, 54140 Thailand

\* **Corresponding author:** E-mail: toktok1150@hotmail.com

## บทนำ

วนเกษตรเป็นรูปแบบการจัดการการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างยั่งยืน โดยการผสมผสานระหว่างการเกษตร ป่าไม้ และปศุสัตว์ ในพื้นที่เดียวกันอย่างลงตัว เพื่อประโยชน์ทางด้านนิเวศวิทยาและเศรษฐกิจ เพื่อให้ได้ผลผลิตและผลประโยชน์สูงสุด ปัจจุบันระบบวนเกษตรได้รับความสนใจมากขึ้น เนื่องจากการทำการเกษตรให้มีลักษณะคล้ายคลึงกับป่าและทำหน้าที่ในการอนุรักษ์ดินและน้ำได้เช่นเดียวกับป่าธรรมชาติ (Nair, 1993) ปัจจุบันได้มีการทำวนเกษตรกันอย่างกว้างขวางทั่วโลก โดยเฉพาะประเทศที่กำลังพัฒนาในเขตร้อน ได้แก่ แอฟริกา ประเทศลาตินอเมริกา แอฟริกา และ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (World Agroforestry, 2019) ประเทศไทยนับเป็นอีกประเทศหนึ่งที่ทำวนเกษตรกันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะในแถบทางภาคเหนือของประเทศ จากรายงานของ Preechapanya et al. (1985) ได้แบ่งระบบวนเกษตรในภาคเหนือของประเทศไทยออกเป็น 30 ระบบ เช่น ป่าเมี่ยง ข้าวไร่หมุนเวียน ข้าวไร่ผสมไม้ยืนต้น ข้าวโพดผสมไม้ยืนต้น สวนบ้าน และกาแฟผสมไม้ยืนต้น เป็นต้น สำหรับระบบวนเกษตรกาแฟในภาคเหนือของประเทศไทยส่วนใหญ่มักเป็นการปลูกกาแฟอาราบิกา (*Coffea arabica*) ผสมกับไม้ยืนต้น เช่น กระจิน นางพญาเสือโคร่ง หรือไม้ผลอื่น ๆ (Preechapanya et al., 1985) หรือบางครั้งอาจมีการปลูกแทรกเข้าไปในพื้นที่ป่า เช่น ป่าดิบเขาระดับต่ำ เป็นต้น (Thongplew et al., 2020) สาเหตุที่นิยมปลูกกาแฟอาราบิกาในทางภาคเหนือขึ้นเนื่องจากกาแฟ

ชนิดนี้เจริญเติบโตในอุณหภูมิระหว่าง 15-22 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝน เฉลี่ยรายปีประมาณ 1,500 - 2,300 มิลลิเมตร และสามารถขึ้นได้ดีที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง ตั้งแต่ 700-1,765 เมตร (Inkhwaen and Meeboonlum, 2013) ดังนั้นการจัดการปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับกาแฟอาราบิกาโดยเฉพาะด้านอุณหภูมิและปริมาณแสงจึงสามารถกระทำได้ด้วยการปลูกต้นไม้ให้ร่มเงาหรือการปลูกแบบวนเกษตรกาแฟ ซึ่งสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตและกำจัดวัชพืชได้เป็นอย่างดี (Bosselmann et al., 2009; Boreux et al., 2016) นอกจากนี้การปลูกกาแฟอาราบิกาในสภาพป่าธรรมชาติ ยังสามารถให้ผลผลิตและคุณภาพของกาแฟที่ดีกว่าการปลูกกาแฟในสภาพกลางแจ้ง เพราะทำให้เมล็ดกาแฟมีระยะเวลาการสะสมอาหารได้มากขึ้นและสุกช้ากว่าการปลูกในสภาพกลางแจ้ง (Nesper, 2017) นอกจากนี้สภาพป่าธรรมชาติยังส่งผลต่อการปรับตัวทางลักษณะสัณฐานวิทยาของกล้ากาแฟ (Thongplew et al., 2020) และส่งผลให้ใบกาแฟมีความสามารถสังเคราะห์แสงในที่แสงน้อยได้ดีกว่ากลางแจ้ง (Thaisantad et al., 2000) อย่างไรก็ตามปัจจุบันแม้ว่าจะมีงานวิจัยเกี่ยวกับวนเกษตรกาแฟอยู่เป็นจำนวนมาก แต่ส่วนใหญ่มีมุมมองเน้นไปที่ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของต้นกาแฟ เช่น การศึกษาของ Sungpalee et al. (2017) Dechkruth and Naphrom (2017) และ Thongplew et al. (2020) ในขณะที่การศึกษาดังกล่าวความหลากหลายและลักษณะองค์ประกอบของหมู่ไม้ปลูกร่วมในระบบวนเกษตรกาแฟยังมีการศึกษาอยู่น้อยในประเทศไทย

โครงการพัฒนาพื้นที่ป่าขุนแม่กวังอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอคอยสะเกิด จังหวัดเชียงใหม่ จัดตั้งขึ้น ในปี พ.ศ. 2535 โดยพระบาทสมเด็จพระมหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร มีพระราชดำรินำองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษา ทดลอง วิจัย ของศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ เพื่อการอนุรักษ์และพัฒนาพื้นที่ป่าขุนแม่กวัง ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่าต้นน้ำแม่กวังและถูกปกคลุมด้วยป่าดิบเขาระดับต่ำ และพื้นที่ดังกล่าวยังมีประชาชนอาศัยอยู่จำนวนมากถึง 6 ตำบล (The Royal – initiated Khun Mae Kuang Forest Area Development Project, 2013) ดังนั้นการที่จะให้ผู้คนเหล่านี้อาศัยอยู่กับป่าได้ทางโครงการพัฒนาพื้นที่ป่าขุนแม่กวังอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จึงได้มีแนวทางแก้ไขปัญหาการบุกรุกพื้นที่ทำกินในพื้นที่ต้นน้ำ โดยการส่งเสริมให้ประชาชนทำกินในระบบวนเกษตรกาแฟ โดยเน้นไปที่การปลูกกาแฟอาราบิก้าแทรกเข้าไปในพื้นที่ป่าที่มีการแบ่งเขตให้ทำกินเรียบร้อยแล้ว ปรากฏว่าการปฏิบัติตามแนวทางนี้ได้ผลเป็นอย่างดีทำให้ประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่มีอาชีพและรายได้ที่มั่นคง อย่างไรก็ตามเนื่องจากการปลูกกาแฟแทรกเข้าไปในพื้นที่ป่าเท่ากับเป็นการเปลี่ยนแปลงสภาพโครงสร้างป่าดั้งเดิม แต่ก็ยังไม่มีการศึกษาถึงลักษณะองค์ประกอบของไม้ปลูกร่วมในระบบวนเกษตรกาแฟในพื้นที่ดังกล่าวจนถึงปัจจุบัน

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาความหลากหลายและลักษณะองค์ประกอบไม้ปลูกร่วมในระบบ วนเกษตรกาแฟ บริเวณโครงการพัฒนาพื้นที่ป่าขุนแม่กวังอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอคอยสะเกิด จังหวัดเชียงใหม่

โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจำแนกลักษณะไม้ปลูกร่วมวนเกษตรกาแฟร่วมกับป่าธรรมชาติดั้งเดิม และมีการศึกษาความหลากหลายของพรรณพืชในแต่ละสังคม รวมถึงการหาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต้นกาแฟและลักษณะไม้ต้นที่ปลูกร่วมในระบบวนเกษตรกาแฟ ทั้งนี้เพื่อการนำองค์ความรู้ดังกล่าวไปประยุกต์ใช้เพื่อจัดการพื้นที่ที่มีการทำการเกษตรที่สูงในระบบวนเกษตรกาแฟให้มีความยั่งยืนต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการ

### สถานที่ศึกษา

งานวิจัยนี้ดำเนินการในพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่ป่าขุนแม่กวังอันเนื่องมาจากพระราชดำริ มีเนื้อที่ประมาณ 345,000 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่ตำบลเทพเสด็จ ตำบลป่าเมี่ยง ตำบลเชิงคอย ตำบลวงเหนือ ตำบลแม่โป่ง อำเภอคอยสะเกิด จังหวัดเชียงใหม่ และตำบลห้วยแก้ว อำเภอแม่อน จังหวัดเชียงใหม่ ระดับความสูงของพื้นที่อยู่ระหว่าง 800 ถึง 1,500 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีมีค่าเท่ากับ 1,100 ถึง 1,200 มิลลิเมตร อุณหภูมิเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 25.4 องศาเซลเซียส ปกคลุมด้วยสังคมพืชป่าดิบเขาระดับต่ำ และชุมชนในพื้นที่ที่มีการทำการเกษตรแบบวนเกษตรกาแฟเป็นส่วนใหญ่ (The Royal – initiated Khun Mae Kuang Forest Area Development Project, 2013)

### การคัดเลือกพื้นที่และการเก็บข้อมูล

คัดเลือกพื้นที่บริเวณแปลงระบบวนเกษตรกาแฟ โดยการเก็บตัวอย่างแบบเจาะจง

(purposive sampling) คือกำหนดให้เป็นแปลงปลูกกาแฟอาราบิก้า ที่มีอายุ 6 ปี มีการตัดแต่งกิ่งมาแล้วประมาณ 150 วัน เพราะเป็นระยะก่อนออกดอกติดผล โดยการสอบถามจากเจ้าของแปลงพร้อมกับคัดเลือกพื้นที่ป่าดิบเขาดั้งเดิมในบริเวณใกล้เคียงกับแปลงระบบวนเกษตรกาแฟ โดยกำหนดให้ห่างจากชายขอบป่าประมาณ 50 เมตรเพื่อวางแปลงถาวร ทั้งนี้ในการคัดเลือกพื้นที่วางแปลงตัวอย่าง กำหนดให้พื้นที่ทั้งสองคือแปลงวนเกษตรกาแฟและป่าธรรมชาติ ต้องมีลักษณะภูมิประเทศคล้ายคลึงกัน หลังจากนั้นทำการวางแปลงตัวอย่างถาวร ขนาด 20 เมตร x 20 เมตร จำนวนทั้งสิ้น 15 แปลง โดยวางแปลงในพื้นที่แปลงระบบวนเกษตรกาแฟในพื้นที่ 3 หมู่บ้าน ๆ ละ 4 แปลง รวมจำนวน 12 แปลง โดยเลือกหมู่บ้านที่มีการปลูกกาแฟแบบวนเกษตรมากที่สุด วางแปลงในพื้นที่ป่าดิบเขาธรรมชาติหมู่บ้านละ 1 แปลง รวมจำนวน 3 แปลง จากนั้นแต่ละแปลงตัวอย่างทำการแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 10 เมตร x 10 เมตร (รวม 60 แปลงย่อย หรือ 0.6 เฮกแตร์)

ทำการเก็บข้อมูลด้านองค์ประกอบของชนิดพรรณพืช ได้แก่ ความหลากหลายชนิด ขนาดพื้นที่หน้าตัด และความหนาแน่น ของไม้ยืนต้นทุก ๆ แปลงย่อย โดยการบันทึกข้อมูลไม้ต้น (tree) คือ ไม้ที่มีขนาดความโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกที่ 1.30 เมตร มากกว่าหรือเท่ากับ 4.5 เซนติเมตร ของทุกชนิดที่ปรากฏในแปลงตัวอย่าง พร้อมกับทำการจำแนกชนิดตาม (Poona and Suddee, 2014) และทำการนับจำนวนต้นกาแฟ (Number of individuals) ทั้งหมดในแต่ละแปลงตัวอย่าง ขนาด 10 เมตร x 10 เมตร ภายในแต่ละแปลงตัวอย่างขนาด 20 เมตร x 20 เมตร พร้อมทั้ง

สุ่มวัดขนาดความโตคอรากและวัดความสูงต้นกาแฟ จำนวน 10 ต้นต่อแปลงย่อย

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ทำการจัดกลุ่มหมู่ไม้ (cluster analysis) โดยใช้ค่าความหนาแน่นของไม้ต้นในแต่ละแปลงตัวอย่างขนาด 20 เมตร x 20 เมตร ทั้งในแปลงวนเกษตรกาแฟและป่าธรรมชาติมาใช้จำแนกสังคม (Community classification) โดยประยุกต์ใช้หลักความคล้ายคลึงของ Sorensen (1948) ในการหาค่าความแตกต่างของสังคมพืช (dissimilarity) และใช้หลักการรวมกลุ่มตามวิธีของ Ward (Kent and Coker, 1994)

2. วิเคราะห์ค่าทางสังคมของไม้ใหญ่ โดยวิเคราะห์ดัชนีค่าความสำคัญของชนิดไม้ (importance value index, IVI) ได้จากการหาความหนาแน่น (density, D: ต้น/เฮกแตร์) ความเด่นด้านพื้นที่หน้าตัด (dominance, Do: ตร.ม./เฮกแตร์) และความถี่ (frequency, F: เปอร์เซ็นต์) เพื่อหาค่าความสัมพันธ์ของทั้งสามค่าดังกล่าว ซึ่งผลรวมของค่าสัมพันธ์ทั้งสามค่าเท่ากับดัชนีค่าความสำคัญของชนิดไม้ (IVI) พร้อมทั้งวิเคราะห์ดัชนีความหลากหลายชนิดของ Shannon-Wiener index ( $H'$ ) ได้จากสมการ

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

$p_i$  = สัดส่วนของจำนวนชนิดที่  $i$  ( $n_i$ ) ต่อผลรวมของจำนวนทั้งหมดทุกชนิดในสังคม (N)

เมื่อ  $i = 1, 2, 3, \dots, s$

S = จำนวนชนิดไม้ทั้งหมด

3. เปรียบเทียบลักษณะการเจริญเติบโตของต้นกาแฟในแต่ละสังคมพืช โดยการเปรียบเทียบความแปรปรวนของขนาดความโตคอราก ความสูงของต้นกาแฟ และ ปริมาณต้นกาแฟ โดยใช้สถิติ *t*-test

4. หาความสัมพันธ์ของลักษณะต้นกาแฟและปริมาณของไม้ยืนต้นที่ปรากฏในแปลงตัวอย่างโดยการวิเคราะห์ด้วยวิธี Generalize Linear Mixed Model (GLMM) โดยกำหนดให้ปัจจัยที่เป็นตัวแปรต้น คือ ลักษณะของต้นกาแฟอราบิกา ได้แก่ จำนวนต้น ความโตคอราก และความสูง ส่วนตัวแปรตามคือลักษณะของไม้ยืนต้น ได้แก่ จำนวนต้น และขนาดพื้นที่หน้าตัดของไม้ใหญ่ ที่ปรากฏภายในแปลงตัวอย่างขนาด 20 เมตร x 20 เมตร และกำหนดให้แต่ละสังคมพืชที่ได้จากการจัดกลุ่มเป็นค่าตัวแปรปัจจัยการสุ่ม (random factor) ทั้งนี้ทำการคัดเลือกแบบจำลองของ GLMM ด้วยการกำหนดค่า Akaike information criterion (AIC) ต่ำสุด ด้วยฟังก์ชัน StepAIC ของ Packages MuMIn โดยโปรแกรม R version 3.4.1

## ผลและวิจารณ์

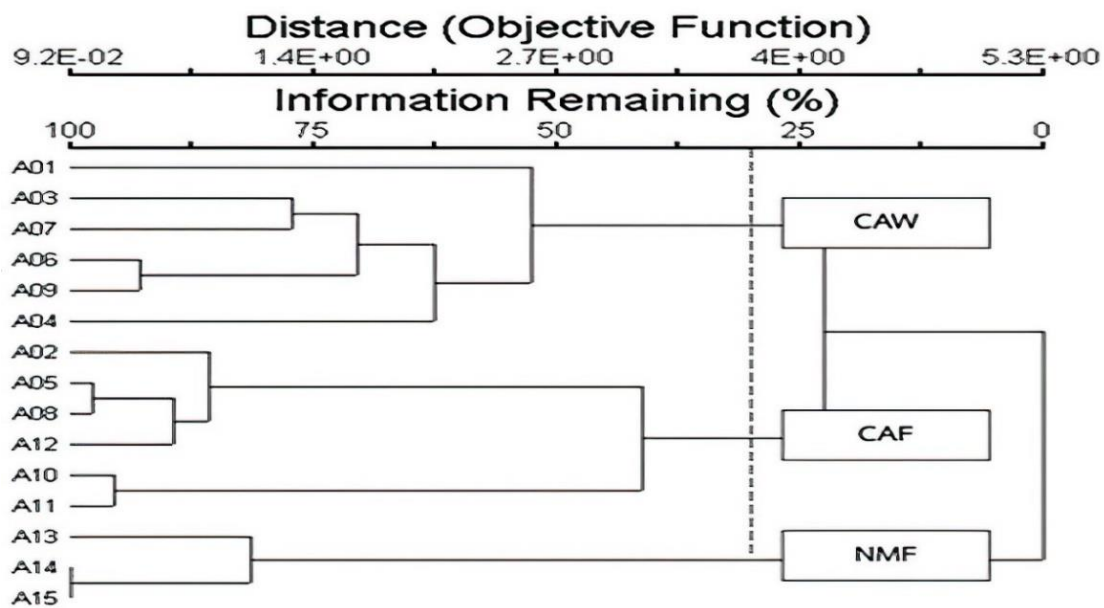
### การจำแนกระบบวนเกษตรกาแฟ

การจำแนกระบบวนเกษตรกาแฟ ในบริเวณโครงการพัฒนาพื้นที่ป่าขุนแม่กวังอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงใหม่ โดยการจัดกลุ่มสังคมพืชด้วยเทคนิค cluster analysis ตามวิธีของ Ward's method ด้วยการจัดกลุ่มตามค่าสัมประสิทธิ์ความคล้ายคลึงของ Sorensen ที่ระดับความคล้ายคลึง 30 เปอร์เซ็นต์ สามารถ

แบ่งเป็นรูปแบบวนเกษตรกาแฟ ได้ 2 รูปแบบ คือ ระบบวนเกษตรกาแฟปลูกร่วมไม้ป่า (coffee agroforestry with wild species; CAW) และระบบวนเกษตรกาแฟปลูกร่วมไม้ผล (coffee agroforestry with fruit species; CAF) และ สังคมพืชป่าธรรมชาติ คือ สังคมพืชป่าดิบเขาในระดับต่ำ (natural lower montane forest; NMF) (Figure 1)

### โครงสร้างและองค์ประกอบพรรณพืช

พบว่า ทั้งสามสังคมพืชมีลักษณะทางองค์ประกอบชนิดที่ค่อนข้างจะแตกต่างกันอย่างชัดเจน (Table 1) ได้แก่ ระบบวนเกษตรกาแฟปลูกร่วมไม้ป่า ประกอบด้วยพรรณไม้ 44 ชนิด มีขนาดพื้นที่หน้าตัดของไม้ใหญ่ และความหนาแน่นของหมู่ไม้เท่ากับ 24.25 ตร.ม./เฮกแตร์ และ 491 ต้น/เฮกแตร์ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิดเท่ากับ 3.49 (Table 1) และเมื่อประเมินความเด่นของชนิดไม้ในสังคมโดยใช้ค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) พบว่าชนิดไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงสุด 5 ลำดับแรก ได้แก่ ยมหอม (*Toona ciliata*) ทะโล้ (*Schima wallichii*) สะท้อนรอก (*Elaeocarpus tectorius*) กล้ายฤาษี (*Diospyros glandulosa*) และพะบัง (*Mischocarpus pentapetalus*) มีค่าดัชนีความสำคัญ เท่ากับ 27.08, 24.87, 19.04, 15.14, และ 44.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 2) ในขณะที่ ระบบวนเกษตรกาแฟปลูกร่วมไม้ผล ประกอบด้วยพรรณไม้ 39 ชนิด มีขนาดพื้นที่หน้าตัดของไม้ใหญ่ และความหนาแน่นของหมู่ไม้เท่ากับ 41.89 ตร.ม./เฮกแตร์ และ 558 ต้น/เฮกแตร์ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด เท่ากับ 2.79 (Table 1)



**Figure 1** Plant community clustering in coffee-agroforestry system along the study site including coffee agroforestry with wild species (CAW), coffee agroforestry with fruit species (CAF), and natural lower montane forest (NMF)

**Table 1** Plant community characteristics of coffee- agroforestry system; coffee agroforestry with wild species (CAW), coffee agroforestry with fruit species (CAF), and natural lower montane forest (NMF) across the study site including; number of species (N), Shannon-Weiner diversity index ( $H'$ ), community basal area (Ba,  $m^2 ha^{-1}$ ), and stem density of tree (stems  $ha^{-1}$ )

Community characters	Plant community		
	CAW	CAF	NMF
<b>N</b>	44	39	45
<b><math>H'</math></b>	3.49	2.79	3.45
<b>Ba</b>	24.25	41.89	39.60
<b>D</b>	491	558	883

เมื่อประเมินความเด่นของชนิดไม้ในสังคมโดยใช้ค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) พบว่าชนิดไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงสุด 5 ลำดับแรก คือ กร่าง (*Ficus altissima*) พลับ (*Diospyros areolata*) ชาเมียง (*Camellia sinensis*) แคะหัวหมู (*Markhamia stipulata*) และกล้วยฤๅษี (*Diospyros glandulosa*) มีค่าดัชนีความสำคัญเท่ากับ 58.24, 39.99, 30.96, 21.20, และ 11.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 2) ส่วนสังคมพืชป่าดิบเขาธรรมชาติ ประกอบด้วยพรรณไม้ 45 ชนิด มีขนาดพื้นที่หน้าตัดของไม้ใหญ่ และความหนาแน่นของหนุมไม้ เท่ากับ 39.60 ตร.ม./เฮกแตร์ และ 883 ต้น/เฮกแตร์ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด เท่ากับ 3.45 (Table 1) และเมื่อประเมินความเด่นของชนิดไม้ในสังคม โดยใช้ค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) พบว่าชนิดไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงสุด 5 ลำดับแรก ได้แก่ ห่าอาว (*Cananga brandisiana*) เงาะหนู (*Nauclea subdita*) โมมิง (*Canarium strictum*) ก่อคำ (*Lithocarpus lucidus*) และ จำปีป่า (*Magnolia baillonii*) มีค่าดัชนีความสำคัญ เท่ากับ 22.43, 22.04, 19.00, 17.60, และ 14.86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 2) เห็นได้ว่าระบบวนเกษตรกาแฟปลูกร่วมไม้ป่ามีค่าดัชนีความหลากหลายของ Shannon สูงสุดและมีค่าใกล้เคียงกับป่าดิบเขาธรรมชาติ แสดงว่าการทำวนเกษตรในรูปแบบนี้สามารถรักษาความหลากหลายไว้ได้

ดังนั้นการปลูกกาแฟแทรกเข้าไปในพื้นที่ป่า อาจทำลายเฉพาะ โครงสร้างไม้พื้นล่าง แต่ยังคงสภาพป่าในชั้นเรือนยอดได้เหมือนสังคมดั้งเดิม (Klein et al., 2003) ซึ่งการทำวนเกษตรในรูปแบบนี้สามารถช่วยส่งเสริมให้เกิดการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพได้ทั้งพืชและสัตว์ป่า เช่น

สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็ก (Caudill et al., 2014) การทำให้เกิดสมดุลทางนิเวศของสัตว์ผู้ล่า และเหยื่อในเชิงพื้นที่โดยเฉพาะสัตว์ในกลุ่มแมลง (Perfecto and Vandermeer, 2008) หรือแม้แต่การส่งเสริมให้เกิดการกักเก็บคาร์บอนในหนุมไม้มากขึ้น (Hager, 2012) ในขณะที่ระบบวนเกษตรกาแฟปลูกร่วมไม้ผล แสดงค่าดัชนีความหลากหลายต่ำสุดทั้งที่มีขนาดพื้นที่หน้าตัดมากที่สุด อาจเป็นเพราะไม้ผลได้รับการดูแลอย่างดีจึงทำให้มีลำต้นขนาดใหญ่ แต่อย่างไรก็ตามในการปลูกไม้ผลจำเป็นต้องดูแลและจัดการพื้นที่อย่างประณีต (intensive) เช่น การกำจัดวัชพืชและการเปิดพื้นที่เพื่อเพิ่มผลผลิต จึงเป็นเหตุให้มีความหลากหลายน้อยลงจากป่าธรรมชาติดั้งเดิม (Silprasit et al., 2016) อีกทั้งในการทำวนเกษตรในรูปแบบนี้ เกษตรกรอาจมุ่งเน้นไปการปลูกไม้ผลยืนต้นแทนที่ชนิดไม้ดั้งเดิม จึงเป็นสาเหตุให้ทำลายโครงสร้างป่าดิบเขาระดับต่ำดั้งเดิมได้ (van Oijen et al., 2010)

### ปริมาณและลักษณะต้นกาแฟ

จากการเปรียบเทียบลักษณะของต้นกาแฟอราบิกา ในระบบวนเกษตรกาแฟปลูกร่วมไม้ป่า และ ระบบวนเกษตรกาแฟปลูกร่วมไม้ผล พบว่า ขนาดความโตคอรากของต้นกาแฟไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ความสูงของต้นกาแฟในระบบวนเกษตรกาแฟปลูกร่วมไม้ผลมีความสูงมากกว่าต้นกาแฟในระบบวนเกษตรกาแฟปลูกร่วมไม้ป่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) คือ 3.43 เมตร และ 2.94 เมตร ตามลำดับ (Table 3)



**Table 2** The five ranking of important value index (IVI) of tree including; the relative dominant of basal area (RDo), relative stem density (RD), and relative frequency (RF) of plant community of coffee agroforestry with wild species (CAW), coffee agroforestry with fruit species (CAF), and natural lower montane forest (NMF) across the study site.

Plant community	RDo	RD	RF	IVI
<b>Coffee-agroforestry with wild species (CAW)</b>				
<i>Toona ciliata</i>	13.69	5.93	7.46	27.08
<i>Schima wallichii</i>	11.07	9.32	4.48	24.87
<i>Elaeocarpus tectorius</i>	9.48	5.08	4.48	19.04
<i>Diospyros glandulosa</i>	3.28	5.93	5.97	15.18
<i>Mischocarpus pentapetalus</i>	4.88	5.08	4.48	14.44
<b>Coffee-agroforestry with fruit species (CAF)</b>				
<i>Ficus altissima</i>	55.71	0.75	1.79	58.24
<i>Diospyros areolata</i>	2.70	28.36	8.93	39.99
<i>Camellia sinensis</i>	0.85	19.40	10.71	30.96
<i>Markhamia stipulata</i>	10.62	5.22	5.36	21.20
<i>Diospyros glandulosa</i>	2.02	3.73	5.36	11.11
<b>Natural lower montane forest (NMF)</b>				
<i>Cananga brandisiana</i>	5.55	12.26	4.62	22.43
<i>Nauclea subdita</i>	7.99	9.43	4.62	22.04
<i>Canarium strictum</i>	8.73	5.66	4.62	19.00
<i>Lithocarpus lucidus</i>	8.27	4.72	4.62	17.60
<i>Magnolia baillonii</i>	8.95	2.83	3.08	14.86

**Table 3** Comparing of coffee characteristics in the coffee agroforestry with wild species (CAW) and coffee agroforestry with fruit species (CAF) community by *t*-test.

Coffee characteristics	CAW	CAF	<i>p</i> -value
Root collar (cm.)	8.31±1.50	8.49±2.25	0.675
Height (m)	2.94±0.72	3.43±1.15	0.026
Number of individual (individual per 100 m <sup>2</sup> )	30.75±8.36	37.25±3.54	0.000

เมื่อพิจารณาความหนาแน่นของหมู่ไม้ยืนต้น พบว่าในระบบวนเกษตรกาแฟปลูกร่วมไม้ผล มีค่าความความหนาแน่นของหมู่ไม้มากกว่าระบบวนเกษตรกาแฟปลูกร่วมไม้ป่า (Table 1) เป็นไปได้ว่าความหนาแน่นของหมู่ไม้ทำให้แสงส่องผ่านลงมายังพื้นป่าของระบบวนเกษตรกาแฟปลูกร่วมไม้ผลมีน้อยจึงทำให้ต้นกาแฟเจริญเติบโตด้านความสูงเพื่อหาแสงได้มากกว่าในพื้นที่ระบบวนเกษตรกาแฟปลูกร่วมไม้ป่า สอดคล้องกับการศึกษาของ Boreux et al. (2016) ที่ระบุว่า การเพิ่มปริมาณร่มจากเรือนยอดไม้สามารถช่วยให้ต้นกาแฟสามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าจำนวนต้นกาแฟในระบบวนเกษตรกาแฟปลูกร่วมไม้ผลมีจำนวนมากกว่าระบบวนเกษตรกาแฟปลูกร่วมไม้ป่า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.001$ ) คือ 37.25 ต้นต่อ 100 ตารางเมตร (10 เมตร x 10 เมตร) และ 30.75 ต้นต่อ 100 ตารางเมตร ตามลำดับ (Table 3) แสดงให้เห็นว่าการจัดการระบบวนเกษตรกาแฟปลูกร่วมไม้ผลมุ่งเน้นไปที่การผลิตกาแฟเป็นหลัก จึงมีการปลูกกาแฟปริมาณมากเมื่อเปรียบเทียบกับ การปลูกกาแฟในระบบวนเกษตรกาแฟปลูกร่วมไม้ป่า อย่างไรก็ตาม การปลูกกาแฟในรูปแบบของวนเกษตรย่อมส่งผลให้กาแฟมีประสิทธิภาพดีกว่าทั้งด้านการเติบโตและผลผลิตเมื่อเปรียบเทียบกับ การปลูกกาแฟในเชิงเดี่ยว (Campanha et al. 2005) นอกจากนี้ยังพบว่า การเติบโตของต้นกาแฟในระบบวนเกษตรทั้งสองระบบ ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ แสดงว่า ต้นกาแฟสามารถเติบโตได้ในพื้นที่ป่า ดังนั้นในการปลูกกาแฟอาจไม่จำเป็นต้องปลูกในพื้นที่โล่งเสมอไป แต่ยังสามารถจัดการปลูกกาแฟ

ในระบบวนเกษตร ซึ่งไม่จำเป็นต้องตัดไม้ดั้งเดิมออกเพราะกาแฟสามารถเติบโตได้ดีในพื้นที่ที่มีแสงรำไรจากการปกคลุมของเรือนยอดของต้นไม้ใหญ่ (Salazar-Diaz and Tixier, 2017)

### ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของต้นกาแฟกับไม้ยืนต้น

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของต้นกาแฟอากับกับองค์ประกอบของไม้ใหญ่ (Table 4) พบว่า จำนวนต้นกาแฟมีความสัมพันธ์ในทางลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับขนาดพื้นที่หน้าตัดของไม้ใหญ่ ( $p < 0.05$ ) และมีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับจำนวนต้นไม้ใหญ่ ( $p < 0.01$ ) แสดงให้เห็นว่าในการจัดการกับจำนวนต้นกาแฟในระบบวนเกษตรขนาดของไม้ยืนต้นมีผลต่อการปลูกกาแฟหรือมีผลต่อการอยู่รอดของต้นกาแฟ กล่าวคือพื้นที่ ๆ ต้นไม้ขนาดใหญ่จะมีจำนวนต้นกาแฟน้อย ในขณะที่จำนวนต้นไม้มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของจำนวนต้นกาแฟได้มากกว่า ส่วนขนาดความโตของคอรากของต้นกาแฟ พบว่า มีความสัมพันธ์ในทางลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับจำนวนต้นของไม้ใหญ่ในพื้นที่ ( $p < 0.05$ ) แสดงว่าต้นกาแฟเติบโตทางความโตของลำต้นได้ดีในพื้นที่ที่มีไม้ยืนต้นปกคลุมอยู่ห่าง ๆ ส่วนความสูงของต้นกาแฟ พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กับหมู่ไม้ในพื้นที่ (Table 4) อาจเนื่องจากต้นไม้ขนาดใหญ่ย่อมมีเรือนยอดที่แผ่กว้างทำให้บังแสงมากเกินไปจนกาแฟไม่สามารถเติบโตได้ (Salazar-Diaz and Tixier, 2017) ในขณะที่ไม้ยืนต้นมีขนาดเล็กแต่มีจำนวนมากสามารถปรับสภาพแวดล้อมส่งเสริม

ให้กาแฟเติบโตได้ดีกว่า ดังนั้นในการจัดการระบบวนเกษตรทั้งแบบกาแฟปลูกร่วมกับไม้ป่า และกาแฟปลูกปลูกร่วมกับผลไม้มิฉะนั้นจึงไม่ควร

ดำเนินการในพื้นที่ที่มีไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ที่ขึ้นอยู่หนาแน่นภายในป่า

**Table 4** Generalized linear mixed model (GLMM) analyses of the relationships of the abundances of the coffee in each forest stand with coffee agroforestry with wild species (CAW), and coffee agroforestry with fruit species (CAF) in the study site; only estimate value are significant coefficients selected to minimize the Akaike's information criterion (AIC) are included. \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , NS = no significant

Coffee characteristic	basal area ( $m^2 ha^{-1}$ )	number of tree (stem per $0.01ha^{-1}$ )
Number of individual (individual per $100 m^2$ )	- 0.042*	0.008**
Root collar (cm.)	NS	- 0.063*
Height (m)	NS	NS

### สรุป

ระบบวนเกษตรกาแฟ ในพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่ป่าขุนแม่กวังอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สามารถแบ่งออกได้เป็นสองสังคมย่อย ได้แก่ ระบบเกษตรกาแฟปลูกร่วมกับไม้ป่า และระบบวนเกษตรกาแฟปลูกร่วมกับไม้ผล โดยระบบวนเกษตรกาแฟปลูกร่วมกับไม้ป่า มีลักษณะทางสังคมใกล้เคียงกับป่าธรรมชาติมากกว่าระบบวนเกษตรปลูกร่วมกับไม้ผล นอกจากนี้ยังพบว่าขนาดลำต้นและจำนวนของต้นไม้ใหญ่ที่ปรากฏอยู่ในพื้นที่ยังเป็นปัจจัยจำกัดในการเติบโตของต้นกาแฟราบิกา ดังนั้นผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าการทำวนเกษตรกาแฟควรคำนึงถึงปริมาณและความหลากหลายของชนิดไม้ยืนต้นเป็นสำคัญ กล่าวคือถ้าหากปลูกกาแฟร่วมกับไม้ป่าย่อมสามารถรักษาสภาพป่าให้ใกล้เคียงกับป่าธรรมชาติได้มากกว่าการปลูกกาแฟร่วมกับไม้ผล

ซึ่งถ้าหากโครงการพัฒนาพื้นที่ป่าขุนแม่กวังอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สามารถสร้างความเข้าใจในองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษานี้ อาจช่วยส่งเสริมให้เกิดความหลากหลายของหมู่ไม้มากขึ้นในการปลูกกาแฟด้วยระบบวนเกษตร นอกจากนั้นควรนำระบบวนเกษตรกาแฟไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่ต้นน้ำอื่น ๆ ที่มีคนอาศัยอยู่ เพื่อลดการปลูกพืชเชิงเดี่ยวอันจะช่วยลดการบุกรุกป่าในพื้นที่ต้นน้ำได้ดียิ่งขึ้น

### กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักงานโครงการพัฒนาพื้นที่ป่าขุนแม่กวังอันเนื่องมาจากพระราชดำริ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช และเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟแบบวนเกษตรในพื้นที่ศึกษาที่อำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลศึกษาวิจัย นอกจากนี้ขอขอบคุณนักศึกษาระดับปริญญาโทสาขาวิชาการจัดการป่าไม้

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ - แพร่ เถลิงพระเกียรติ ที่ช่วย  
เก็บข้อมูลวิจัยจนลุล่วงไปด้วยดี

### เอกสารอ้างอิง

Boreux, V., P. Vaast, L. P. Madappa, K. G. Cheppudira, C. Garcia and J. Ghazoul. 2016. Agroforestry coffee production increased by native shade trees, irrigation, and liming. **Agronomy for Sustainable Development** 36:42

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.

Campanha, M.M., R.H.S. Santos, G.B. de Freitas, H.E.P. Martinez, S.L.R. Garcia and F.L. Finger. 2005. Growth and yield of coffee plants in agroforestry and monoculture systems in Minas Gerais, Brazil. **Agroforest Systems** 63:75–82

Caudill, S. A., P. Vaast and T. P. Husband. 2014. Assessment of small mammal diversity in coffee agroforestry in the Western Ghats, India. **Agroforest Systems** 88:173–186

Dechkruth, W. and D. Naphrom. 2017. Comparison of Quality and

Biochemical Compositions of Organic Arabica Coffee Bean Grown at Different Elevations. **Journal of Agriculture**, 33(2): 163 – 173 (*in Thai*)

Hager, A. 2012. The effects of management and plant diversity on carbon storage in coffee agroforestry systems in Costa Rica. **Agroforest Systems** 86:159–174

Inkhwaen, P. and S. Meeboonlum. 2013. **The Study Factors That Are Related To The Suitable Area For Arabica Coffee Plantation, A Case Study: Mae Suai District, Chiangrai Province**. Thesis. Naresuan University, Phitsanulok. (*in Thai*)

Kent, M. and Coker, P. 1994. **Vegetation Description and Analysis**. John Wiley and Sons, Chichester.

Klein, A.-M., Steffan-Dewenter, I. and Tscharntke, T. 2003. **Fruit set of highland coffee increases with the diversity of pollinating bees**. Proceedings of the royal society B 270:1518

Nair, P.K.R. 1993. **An Introduction to Agroforestry**. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

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.
- Perfecto, I. and J. Vandermeer. 2008. Spatial Pattern and Ecological Process in the Coffee Agroforestry System. **Ecology**, 89(4) :915 – 920
- Pooma, R., and S. Suddee. 2014. **Thai plant names Tem Smitinand revised edition 2014**. Office of the Forest Herbarium, Department of National Park, Wildlife and Plant Conservation. Bangkok.
- Preechapanya, P., Sorralum, S., Yosyonyow, C. and Ungphakorn, S. 1985. **Highland agroforestry systems**. Watershed Development Office, The Royal Forest Department, Chiang Mai, Thailand. (*in Thai*)
- Salazar-Diaz, R. and P. Tixier. 2017. Effect of plant diversity on income generated by agroforestry systems in Talamanca, Costa Rica. **Agroforest Systems** 78: 265–270.
- Silprasit, K., P. Kersakul, A. Ngamniyom and S. Thumajitsakul. 2016. Relationship of Sprangletop (*Leptochloa chinensis* (L.) Nees) morphology and weeds diversity in Rice fields, Tumbon Ongkarak sub-district, in Onkarak district, Nakornnayok Province Thailand. **Khon Kaen Agriculture Journal** 44(1): 137 - 146
- Sorenson, T. 1948. **A Method of Establishing Groups of Equal Amplitudes in Plant Sociology Based on Similarity of Species Content and Its Application to Analyses of the Vegetation on Danish Commons**. Kongelige Danske Videnskabernes Selskab, Biologiske Skrifter.
- 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(1): 1,281 - 1,086.
- 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*)
- The Royal – initiated Khun Mae Kuang Forest Area Development Project. 2013. **Annual Report of The Royal – initiated Khun Mae Kuang Forest Area Development Project**. Office of The Royal Development Projects Board. Bangkok. (*in Thai*)

- Thongplew, P., K. Thongsri, T.Pasutham, S. Hermhuk, N. Insalud and W. Sungpalee. 2020. 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. **Thai Forest Ecological Research Journal** 4 (1): 41-55. (*in Thai*)
- van Oijen, M., Dauzat, J., Harmand, J.-M., Lawson, G., and Vaast, P. 2010. Coffee agroforestry systems in Central America: II. Development of a simple process-based model and preliminary results. **Agroforest Systems** 80: 361–378.
- World-Agroforestry-Centre. 2019. **Annual Report 2018– 2019**. Bogor, Indonesia. <http://www.worldagroforestry.org/sea/Products/AFDbases/WD/Index.htm>