



วารสารวนศาสตร์ไทย

THAI JOURNAL OF FORESTRY

ปีที่ ๔๒ ฉบับที่ ๑ มกราคม-มิถุนายน ๒๕๖๖

Volume 42 Issue 1 January-June 2023

ISSN 2730-2180 (Print)

E-ISSN 2822-115X (Online)



[ภาพ: ผศ. ดร.กอบศักดิ์ วันธงไชย]

วารสารทางวิชาการของคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
จัดพิมพ์โดยศูนย์วิจัยป่าไม้ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ



วารสารวิทยาศาสตร์ไทย

เจ้าของ

คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หัวหน้ากองบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาพิศ ดิลกสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กองบรรณาธิการ

ศ.ดร.นิพนธ์ ตั้งจธรรม

สมาคมศิษย์เก่าวนศาสตร์

รศ.ดร.อุทิศ ภูอินทร์

สมาคมศิษย์เก่าวนศาสตร์

ศ.ดร.ดอกรัก มารอด

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รศ.ดร.สันต์ เกตุปราณีต

สมาคมศิษย์เก่าวนศาสตร์

รศ.ดร.เดชา วิวัฒน์วิทยา

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รศ.ดร.สันติ สุขสอาด

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รศ.ดร.ประทีป ดั่งวงศ์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผศ.ดร.นิคม แผลมลัก

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รศ. ดร.ลดาวัลย์ พวงจิตร

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผศ.ดร.กอบศักดิ์ วันธงไชย

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผศ.ดร.พสุธา สุนทรห้าว

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผู้จัดการ

นางวรรณภรณ์ ลำไย

สำนักงานกองบรรณาธิการ

ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทรศัพท์ : 0-2942-8899 E-mail: frc@ku.th Web site: tci.thaijo.org/index.php/tjf

ศ.ดร.สุนทร ค่ายอง

ข้าราชการบำนาญมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ศ.ดร.ดุสิต เวชกิจ

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

รศ.ดร.เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

รศ.ดร.สุระ พัฒนเกียรติ

มหาวิทยาลัยมหิดล

ผศ.ดร.เชตศักดิ์ ทัพใหญ่

มหาวิทยาลัยนเรศวร

ผศ.ดร.บุญวงศ์ ไทยอุตสาห์

มูลนิธิโครงการหลวง

ผศ.ดร.กัณท์รีย์ บุญประกอบ

มหาวิทยาลัยรามคำแหง

Prof.Dr.Olavi Luukkanen

University of Helsinki, Finland

Prof.Dr.Hiroshi Takeda

Kyoto University, Japan

Prof.Dr.Roger Kjellgren

Utah State University, USA

Dr.Andrew J. Warner

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผู้ช่วยผู้จัดการ

น.ส.ละอองดาว เถาว์พิมาย

วารสารวนศาสตร์ เริ่มก่อตั้งในปี พ.ศ. 2525 ได้เปลี่ยนชื่อเป็น วารสารวนศาสตร์ไทย ในปี พ.ศ. 2563 ภายใต้การดำเนินงาน ของคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตีพิมพ์ผลงานวิชาการที่เกี่ยวข้องทางด้านวนศาสตร์ เช่น นิเวศวิทยาป่าไม้ การจัดการป่าไม้ เศรษฐศาสตร์ป่าไม้ วนวัฒนวิทยา การจัดการลุ่มน้ำ การอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ สัตววิทยา และสรีรวิทยาของพืชพรรณและสัตว์ป่า เป็นต้น ทั้งจากนักวิจัยทั้งในและนอกสถาบัน โดยมีผู้ทรงคุณวุฒิในแต่ละสาขาเป็น ผู้พิจารณาผลงาน อย่างน้อย 3 ท่าน แบบผู้ทรงคุณวุฒิและผู้แต่งไม่ทราบชื่อท่านและกัน และมีกำหนดตีพิมพ์เผยแพร่ปีละ 2 ฉบับ คือ เดือนมกราคม-มิถุนายน และเดือนกรกฎาคม-ธันวาคม การส่งต้นฉบับ ติดต่อกับสำนักกองบรรณาธิการ หรือผ่าน E-mail: frc@ku.th

สารบัญ

นิพนธ์ต้นฉบับ	หน้า
การคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินด้วยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมของพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาย่อยแม่สอย จังหวัดลำปาง <i>นิรชา สุขยวง, กาญจน์เชจร ชูชีพ, ปิยพงษ์ ทองดินนอก</i>	1
การปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินของเกษตรกรบ้านห้วยโป่ง ตำบลแม่ต๋อน อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก <i>ณัฐชา เทียมทองใบ, นิตยา เมี้ยนมิตร, รัชณี โพธิ์แทน, ธัญพร บังใบ</i>	12
ประสิทธิภาพของเตาอบไม้แบบให้ความร้อนโดยตรง กรณีศึกษาการอบถาดพิชชาที่ผลิตจากไม้จามจุรี <i>ธิดิ วาณิชติลภรณ์, ศิริลักษณ์ สุขเจริญ, อีสริย์ ฮาวปิ่นใจ, อานนท์ เพิ่มพล, นทีธรณ์ สิงห์สุวรรณ, ต๋อลาก คำโย</i>	23
ความพร้อมในการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน : กรณีศึกษา วิชาทักขิชุมชน กลุ่มอาสาสมัครพิทักษ์กระทิงและมดคุเทศก์ ตำบลวังหมี จังหวัดนครราชสีมา <i>รักสุตา มามะ, รัชณี โพธิ์แทน, นิตยา เมี้ยนมิตร</i>	33
มูลค่าด้านนันทนาการของวนอุทยานเขานางพันธุรัต จังหวัดเพชรบุรี <i>เจนจิรา แก้วโมรา, สันติ สุขสอาด, อภิชาติ ภัทรธรรม, ศุภศิษย์ ศรีอักษรินทร์</i>	46
โครงสร้างทางสังคมของมดที่อาศัยอยู่ตามพื้นดินในพื้นที่การใช้ประโยชน์แตกต่างกัน บริเวณเขตห้ามล่าสัตว์ป่าอ่างเก็บน้ำ บางพระ จังหวัดชลบุรี <i>วรัญญา ต้นดี, เดชา วิวัฒน์วิทยา, สันติ สุขสอาด</i>	58
การมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของราษฎรที่มีการถือครองที่ดิน ในอุทยานแห่งชาติเวียงโกศัย อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ <i>กมลวรรณ ฝักฝ่าย, ศุภศิษย์ ศรีอักษรินทร์, สันติ สุขสอาด</i>	71
มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน การกักเก็บคาร์บอนและปริมาตรพะยุงที่ปลูกในสวนป่าในภาคใต้ของประเทศไทย <i>วรพรรณ หิมพานต์, อารีย์พัชร เพชรรัตน์, ชนิษฐา จันทโชติ, สุพรรณี พวงสุนทร</i>	84
การประเมินถิ่นที่อาศัยที่เหมาะสมของกวางผา (<i>Naemorhedus griseus</i>) ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ด้วยแบบจำลองแมกซ์เซน <i>บุญยัง ศรีจันทร์, ปิยะพิศ ขอนแก่น, มณฑล นอแสงศรี, ต๋อลาก คำโย</i>	94
การตลาดของผลิตภัณฑ์กล้วยนาในกรุงเทพมหานคร <i>อดิเทพ ปะมะ, สันติ สุขสอาด, อภิชาติ ภัทรธรรม</i>	108

สารบัญ

นิพนธ์ต้นฉบับ	หน้า
การสำรวจไม้ต้นนอกเขตป่าโดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบเซกเตอร์: กรณีศึกษามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ณัฐนิชา อุดรชน, ปัสลี ประสมสินธ์, ขวัญชัย ดวงสถาพร, พิชิต ลำไย	121
การประเมินการปลดปล่อยคาร์บอนจากกิจกรรมของสวนป่าสัก กรณีศึกษา: สวนป่าแม่มาย จังหวัดลำปาง กัญญ์วรา คล้ายพิบูล, ชญานี เกตุแก้ว, นพรัตน์ คัคคุริวาระ, รณกฤต ฤทธิยา	134
คุณสมบัติทางฟิสิกส์และทางกลของไม้ยูคาลิปตัสยูโรฟิล่าสายต้น K62 วิวัฒน์ หาญวงศ์จิรวัดน์, วัฒนชัย ตาเสน	144

นิพนธ์ต้นฉบับ

การคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินด้วยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม
ของพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาย่อยแม่สอย จังหวัดลำปาง

Prediction of Land Use Changes for the Mae Soi River Sub-basin, Lampang
Province, Using a Neural Network Model

นิรชา สุขยวง^{1*}
กาญจน์เชจร ชูชีพ¹
ปิยพงษ์ ทองดินอก¹

Niracha Sukyung^{1*}
Kankhajane Chuchip¹
Piyapong Tongdeenok¹

¹คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

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

*Corresponding Author, E-mail: a.niracha7839@gmail.com

รับต้นฉบับ 25 พฤษภาคม 2565

รับแก้ไข 1 กรกฎาคม 2565

รับลงพิมพ์ 8 กรกฎาคม 2565

ABSTRACT

The purpose of this research was to measure and forecast the land use changes in the Mae Soi River Sub-basin, Lampang Province. Landsat satellite imagery data during the years 2001, 2011, and 2021 were used to detect such changes and make future predictions. All three years of satellite imagery data have been geometrically revised for geographic compatibility. The image data was classified and the accuracy was determined using the kappa statistic, while the prediction of land use change was made using a neural network model combined with factors influencing the changes in land use.

The study found that there was a change in land use between 2001 to 2011, with the most reduction of approximately 30,011 rai (4,801.76 ha) occurring in agricultural land, which was converted to forest land. Between 2011 and 2021, the watershed quality forests under class 1 and 2 in the Chae Son sub – district experienced the greatest reduction of approximately 2,762 rai (441.92 ha). A neural network model was used to predict the land use change by the 2031. The Jupyter Notebook platform provides the best estimate with an accuracy of 79.9 percent. Based on the predicted change between 2021 to 2031, it was observed that the forest land would decrease continuously, with approximately 13,268 rai (2,122.88 ha) being converted to agricultural land. The study area should be a defensive measure and allocate suitable areas for agriculture. In order to prevent the ingress of agricultural land into the watershed quality forests class 1 and 2, especially in the Chae Son subdistrict. Agroforestry systems can be promoted in the study area in order to promote sustainable use.

Keywords: Land use; Land use change; Driving forces of land use change; Neural network model; Mae Soi river sub-basin

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้ามีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินและคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาย่อยแม่สอย จังหวัดลำปาง โดยใช้ข้อมูลภาพจากดาวเทียมปี พ.ศ. 2544, 2554 และ 2564 ในการติดตามการเปลี่ยนแปลงและคาดการณ์การใช้ที่ดินในพื้นที่ศึกษาในอนาคต ภาพดาวเทียมทั้ง 3 ปีต้องมีการปรับแก้เรขาคณิตเพื่อให้ภาพดาวเทียมเข้ากับระบบพิกัดภูมิศาสตร์ การประเมินความถูกต้องของการจำแนกประเภทด้วยค่าสถิติแคปปา และคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงด้วยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมร่วมกับตัวแปรขับเคลื่อนการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

ผลการศึกษาพบว่า มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินช่วงปี พ.ศ. 2544 – 2554 โดยพื้นที่เกษตรกรรมมีการเปลี่ยนแปลงลดลงมากที่สุด โดยเปลี่ยนเป็นพื้นที่ป่าไม้ประมาณ 30,011 ไร่ (4,801.76 เฮกตาร์) ในปี พ.ศ. 2554 – 2564 พื้นที่ป่าไม้ในเขตพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 1 และ 2 ลดลงมากที่สุดโดยประมาณ 2,762 ไร่ (441.92 เฮกตาร์) จากการใช้แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อคาดการณ์การใช้ที่ดินในอีก 10 ปีข้างหน้า (ปี พ.ศ. 2574) ด้วยแพลตฟอร์ม Jupyter Notebook ให้ค่าความถูกต้องในการคาดการณ์สูงที่สุดคือ ร้อยละ 79.9 ผลลัพธ์จากการคาดการณ์ช่วงปี พ.ศ. 2564 – 2574 พื้นที่ป่าไม้มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยพื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่เกษตรกรรมประมาณ 13,268 ไร่ (2,122.88 เฮกตาร์) ควรมีมาตรการป้องกันและจัดสรรพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการทำเกษตรกรรม เพื่อป้องกันไม่ให้พื้นที่เกษตรกรรมมีการขยายพื้นที่เข้าไปเขตพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 1 และ 2 โดยเฉพาะในพื้นที่ตำบลแจ้ซ้อน และส่งเสริมการทำระบบวนเกษตรเพื่อใช้ประโยชน์จากทรัพยากรในพื้นที่ได้อย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: การใช้ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ตัวแปรขับเคลื่อนการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม พื้นที่ลุ่มน้ำสาขาย่อยแม่สอย

คำนำ

การใช้ที่ดินในประเทศไทยมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เนื่องจากตัวแปรขับเคลื่อนทางกายภาพและทางเศรษฐกิจสังคม เช่น ความลาดชัน กลุ่มชุดดิน จำนวนประชากร เป็นต้น โดยการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินมีทั้งผลดีและผลเสีย หากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินเป็นการเปลี่ยนแปลงโดยการปลูกพืชหมุนเวียนในพื้นที่เดิมสามารถลดปัญหาการเกิดโรคและแมลงได้ หากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินเกินขีดความสามารถในการรองรับของพื้นที่ (carrying capacity) ก่อให้เกิดผลกระทบต่อดิน เช่น ภัยพิบัติ มลพิษ ระบบนิเวศป่าไม้เสื่อมโทรม (Pattaratuma, 1988) การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินแต่ละพื้นที่ต้องมีการศึกษาการใช้ที่ดินในระยะยาวเพื่อนำไปสู่การวางแผนการใช้ที่ดินอย่างเหมาะสม

การคาดการณ์การใช้ที่ดินถือเป็นขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญในการวางแผนการใช้ที่ดิน ทำให้ทราบถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอนาคตได้ ซึ่งการคาดการณ์การใช้ที่ดินมีหลายวิธี เช่น การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก การให้น้ำหนักของข้อมูล แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม โดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมมีจุดเด่นแตกต่างจากการคาดการณ์วิธีอื่น ๆ ในเรื่องกระบวนการแพร่ย้อนกลับ (backpropagation) เป็นกระบวนการปรับค่าน้ำหนัก ซึ่งแบบจำลองโครงข่าย

ประสาทเทียมสามารถปรับค่าน้ำหนักได้เองเพื่อให้ค่าความผิดพลาดน้อยลงและได้ผลลัพธ์ที่มีค่าใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด (Prakobphon, 2009) เหมาะสมสำหรับการศึกษาพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินอยู่ตลอดเวลา จึงนำมาใช้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาย่อยแม่สอย จังหวัดลำปาง

พื้นที่ลุ่มน้ำสาขาย่อยแม่สอย เป็นพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินเกินขีดความสามารถในการรองรับของพื้นที่ จากข้อมูล พ.ศ. 2544 - 2554 อำเภอเมืองปาน อำเภอแจ้ห่ม อยู่ในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาย่อยแม่สอย ถูกจัดเป็นพื้นที่สีแดงที่พบปัญหาดินถล่มและน้ำป่าไหลหลาก เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากพื้นที่ป่าไม้เป็นพื้นที่เกษตรกรรม (Department of Mineral Resources, 2011) และในปี พ.ศ. 2554 – 2564 ยังคงพบปัญหาการลักลอบตัดไม้ การเผาป่าเพื่อทำเกษตรกรรมอย่างต่อเนื่อง (Integrated Provincial Administrative Committee Lampang Province, 2022) จึงมีความเหมาะสมต่อการศึกษา การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินช่วงปี พ.ศ. 2544 – 2564 ร่วมกับตัวแปรขับเคลื่อนการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน การคาดการณ์การใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2574 ด้วยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม โดยคาดหวังว่าผลการศึกษาที่พบสามารถเป็นข้อเสนอแนะแนวทางในการจัดการการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาย่อยแม่สอยได้อย่างเหมาะสม

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ลุ่มน้ำสาขาย่อยแม่สอย จังหวัดลำปาง มีเนื้อที่ 733.26 ตารางกิโลเมตร อยู่ในเขตพื้นที่การปกครองของอำเภอแจ้ห่ม อำเภอเมืองปาน และอำเภอวังเหนือ จังหวัดลำปาง (Royal Irrigation Department, 2017) ครอบคลุม 10 ตำบล ได้แก่ ตำบลหัวเมือง ตำบลร่องเคาะ ตำบลแจ้ซ้อน ตำบลทุ่งผึ้ง ตำบลแม่สุก ตำบลปงดอน ตำบลเมืองปาน ตำบลวิเชตนคร ตำบลบ้านขอ และตำบลแจ้ห่ม มีความสูงจากระดับทะเลปานกลางตั้งแต่ 293.12 – 1,691.39 เมตร สภาพภูมิประเทศประกอบด้วยภูเขาปกคลุมด้วยพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ราบเป็นพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง และพื้นที่แหล่งน้ำ (Hydro - Informatics Institute, 2015)

การจัดเตรียมข้อมูล

1. ข้อมูลภาพจากดาวเทียม Landsat 5 ปี พ.ศ. 2544 และ พ.ศ. 2554 ข้อมูลภาพจากดาวเทียม Landsat 8 ปี พ.ศ. 2564 ซึ่งตรงกับ Path 130 Row 47 จากแหล่งข้อมูล USGS Earth Explorer ข้อมูลภาพดาวเทียมทั้ง 3 ปี ต้องผ่านการปรับแก้เชิงรังสี (radiometric correction) และปรับแก้เชิงเรขาคณิต (geometric correction)

2. คัดเลือกตัวแปรขับเคลื่อนที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินโดยการตรวจสอบเอกสาร เพื่อนำเข้าในแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ได้แก่ แบบจำลองความสูงเชิงเลข ทิศด้านลาด ความลาดชัน กลุ่มชุดดิน ระยะห่างจากชุมชนปี พ.ศ. 2544 พ.ศ. 2554 พ.ศ. 2564 และจำนวนประชากรปี พ.ศ. 2544 พ.ศ. 2554 พ.ศ. 2564

การศึกษาลักษณะการใช้ที่ดิน

จำแนกรูปแบบการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาย่อยแม่สอยเบื้องต้น ก่อนการลงพื้นที่สำรวจภาคสนาม โดยมีแหล่งข้อมูลอ้างอิงจากระบบตรวจสอบการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน โปรแกรม Google Earth และ Google Street View สามารถจำแนกการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขามแม่สอยตามระบบการจำแนกการใช้ที่ดินของ Land Development Department (2000) ได้เป็น 4 ประเภท คือ พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่แหล่งน้ำ จากนั้นกำหนดพื้นที่ตัวอย่าง (training area) ให้ครอบคลุมทุกประเภทการใช้ที่ดิน เพื่อจำแนกข้อมูลภาพแบบกำกับ (supervised classification) กำหนดขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการลงพื้นที่สำรวจภาคสนามเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนก โดยอิงหลักความน่าจะเป็นทวินาม (binomial probability)

ตามหลักการของ Congalton and Green (2019) ดังสมการที่ 1 มีการสุ่มจุดตรวจสอบแบบแบ่งชั้นภูมิและคำนวณค่าความถูกต้องโดยสร้างตารางเมตริกซ์ความผิดพลาด (error matrix)

$$n = \frac{Z^2(p)(q)}{e^2} \quad (1)$$

n = จำนวนจุดสำรวจขั้นต่ำที่สามารถยอมรับได้

Z = ค่าจากตารางแจกแจงปกติแบบมาตรฐาน

p = โอกาสที่เกิดความถูกต้อง (มีค่าระหว่าง 0-1)

q = โอกาสที่เกิดความผิดพลาด (มีค่าเท่ากับ 1-p)

e = ค่าความผิดพลาดที่เกิดจากการสำรวจ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้กำหนดระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซนต์ (ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 มีค่าเท่ากับ 1.96) โอกาสเกิดความถูกต้องร้อยละ 85 ($p = 0.85$) โอกาสเกิดความผิดพลาดร้อยละ 15 ($q = 0.15$) และยอมให้เกิดความผิดพลาดจากการสำรวจไม่เกินร้อยละ 5 ($e = 0.05$) จำนวนจุดสำรวจที่ใช้ตรวจสอบความถูกต้องการจำแนกการใช้ที่ดินในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เท่ากับ 200 จุด โดยแบ่งเป็นพื้นที่ป่าไม้ 135 จุด พื้นที่เกษตรกรรม 50 จุด พื้นที่ชุมชนสิ่งปลูกสร้าง 10 จุด พื้นที่แหล่งน้ำ 5 จุด

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2544 พ.ศ. 2554 พ.ศ. 2564 ด้วยวิธีการซ้อนทับเชิงพื้นที่ (overlay analysis) และแสดงเป็นตารางการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในแต่ละประเภท

การสร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่เพื่อคาดการณ์การใช้ที่ดิน

สร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่โดยใช้ 3 แพลตฟอร์ม (platforms) คือ QGIS, R Studio และ Jupyter Notebook ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนดังนี้

1. สร้างแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม โดยกำหนดจำนวนชั้นซ่อน (hidden layers) อัตราการเรียนรู้ (learning rate) ฟังก์ชันการกระตุ้น (activation function) และอัลกอริทึมการเพิ่มประสิทธิภาพ (optimization algorithm)

2. แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมที่มีค่าความถูกต้องในการคาดการณ์ (accuracy) สูงที่สุด จะนำไปใช้คาดการณ์การใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2574 ค่าความถูกต้องมาจากข้อมูลการใช้ที่ดินที่จำแนกข้อมูลภาพแบบกำกับและข้อมูลการใช้ที่ดินที่ได้จากการคาดการณ์ด้วยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ในปี พ.ศ. 2564 โดยเปรียบเทียบรายจุดภาพ (pixel)

ผลและวิจารณ์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียม

จากการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลภาพดาวเทียมในปี พ.ศ. 2544 พ.ศ. 2554 พ.ศ. 2564 ด้วยจุดตรวจสอบความถูกต้องจำนวน 200 จุด อ้างอิงข้อมูลที่ใช้ตรวจสอบความถูกต้อง โดยใช้ข้อมูลการใช้ที่ดินจาก

กรมพัฒนาที่ดินปี พ.ศ. 2543 พ.ศ. 2554 ข้อมูลสภาพพื้นที่ป่าไม้จากกรมป่าไม้ปี พ.ศ. 2543 พ.ศ. 2554 และการลงพื้นที่สำรวจภาคสนามปี พ.ศ. 2564 พบว่า มีค่าสถิติแคปปาเรียงตามปีที่ศึกษาดังนี้ 0.68, 0.77 และ 0.75 ตามลำดับ ซึ่งค่าสถิติแคปปาทั้ง 3 ปี มีค่าความสอดคล้องอยู่ในเกณฑ์ดี มีค่าอยู่ในช่วง 0.61 – 0.80 (Landis and Koch, 1977) ดัง Table 1

Table 1 Overall accuracy and kappa statistics of land use classification using Landsat 5 and Landsat 8 data during the years 2001 – 2021.

Year	Overall accuracy (%)	Kappa statistics
2001	84.5	0.68
2011	89.0	0.77
2021	88.0	0.75

ผลการวิเคราะห์การใช้ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขามะแม่สอย

1. การใช้ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขามะแม่สอยปี พ.ศ. 2544 – 2554 ดัง Table 2 พบการใช้ที่ดิน 4 รูปแบบดังนี้

1.1 พื้นที่เกษตรกรรม พบว่ามีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลดลงมากที่สุดจำนวน 15,186.29 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 41.91 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลง โดยพื้นที่เกษตรกรรมเปลี่ยนแปลงไปเป็นพื้นที่ป่าไม้มากที่สุดจำนวน 30,011.41 ไร่ เนื่องจากปี พ.ศ. 2544 – 2554 มีการจัดตั้งป่าชุมชนหลายแห่ง เช่น โครงการป่าชุมชนบ้านสบลี โครงการป่าชุมชนบ้านแม่สุก ป่าชุมชนบ้านผาซ้อ (Royal Forest Department, 2013) เพื่อฟื้นฟูสภาพพื้นที่ป่าไม้ และชุมชนได้ใช้ประโยชน์จากป่าไม้

1.2 พื้นที่ป่าไม้ พบว่ามีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลดลงจำนวน 2,933.02 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 8.09 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลง โดยพื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนแปลงไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรมมากที่สุดจำนวน 23,072.17 ไร่ และเปลี่ยนแปลงไปเป็นพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างจำนวน 12,004.43 ไร่ ซึ่งสัมพันธ์กับตัวแปรจำนวนประชากรปี พ.ศ. 2544 – 2554 โดยเฉพาะในพื้นที่ตำบลแจ้ซ้อนมีจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นมากที่สุดเมื่อ

เปรียบเทียบกับตำบลอื่น ๆ จำนวนประชากรเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างเพิ่มมากขึ้น เพื่อรองรับต่อจำนวนประชากร มีการขยายพื้นที่เกษตรกรรมเพื่อเพิ่มพื้นที่ทำกิน และสร้างอ่างเก็บน้ำห้วยแม่มะเพื่อใช้ในการเกษตร รวมถึงการอุปโภค บริโภค (Royal Irrigation Department, 2009)

1.3 พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พบว่ามีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นมากที่สุดจำนวน 17,979.05 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 49.61 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลง โดยพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างเปลี่ยนแปลงไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรมมากที่สุดจำนวน 3,222.69 ไร่ ซึ่งสัมพันธ์กับตัวแปรระยะห่างจากชุมชน เมื่อชุมชนมีระยะห่างจากการใช้ที่ดินประเภทอื่น ๆ น้อยลง ส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากชุมชนมีการใช้ประโยชน์ทรัพยากรที่อยู่ภายในพื้นที่นั้น

1.4 พื้นที่แหล่งน้ำ พบว่ามีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นจำนวน 140.26 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.39 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลง โดยพื้นที่แหล่งน้ำเปลี่ยนแปลงไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรมมากที่สุดจำนวน 752.49 ไร่ ในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขามะแม่สอย ส่วนมากเป็นแหล่งน้ำประเภทบ่อน้ำในไร่นา จึงสามารถเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดินได้ง่าย

Table 2 Land use change during 2001 – 2011 at the Mae Soi River Sub-basin, Lampang Province.

Land use types		Land use area in 2011 (Rai)				Total
		Agricultural land	Forest land	Urban and built – up area	Water body	
Land use area in 2001 (Rai)	Agricultural land	26,786.14	30,011.41	12,035.54	186.69	69,019.78
	Forest land	23,072.17	340,642.89	12,004.43	1,406.34	377,125.83
	Urban and built – up area	3,222.69	3,083.55	3,984.73	51.83	10,342.80
	Water body	752.49	454.96	297.15	296.37	1,800.97
Total		53,833.49	374,192.81	28,321.85	1,941.23	458,289.38

2. การใช้ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาแม่สอยปี พ.ศ. 2554 - 2564 ดัง Table 3

2.1 พื้นที่เกษตรกรรม พบว่ามีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นมากที่สุดจำนวน 54,667.91 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 50.00 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลง โดยพื้นที่เกษตรกรรมเปลี่ยนแปลงไปเป็นพื้นที่ป่าไม้มากที่สุดจำนวน 15,954.79 ไร่

2.2 พื้นที่ป่าไม้ พบว่ามีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลดลงมากที่สุดจำนวน 44,326.02 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 40.54 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลง โดยพื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนแปลงไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรมมากที่สุดจำนวน 63,934.79 ไร่ เป็นพื้นที่เกษตรกรรมที่ความลาดชันน้อยกว่าร้อยละ 5 มากที่สุดจำนวน 43,885.04 ไร่ จัดเป็นพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ห้า สามารถทำเกษตรกรรมได้ จากการลงพื้นที่สำรวจภาคสนามในปี พ.ศ. 2564 พบว่าที่ความลาดชันน้อยกว่าร้อยละ 5 มีการทำเกษตรกรรมหลายประเภท เช่น การทำนา ปลูกข้าวโพด สวนลำไย เป็นต้น ในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาแม่สอยยังคงพบ การบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ในพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 1 และ 2 โดยเปลี่ยนพื้นที่ป่าไม้ที่มีความลาดชันตั้งแต่ร้อยละ 35 ขึ้นไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม จำนวน 2,761.51 ไร่ พบในพื้นที่ตำบลแจ้

ซ้อนมากที่สุด และสัมพันธ์กับตัวแปรกลุ่มชุดดิน โดยบริเวณที่เกิดการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้เป็นกลุ่มชุดดินที่ 62 ที่กรมพัฒนาที่ดินระบุว่าเป็นพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน (SC: slope complex) ซึ่งไม่เหมาะสมต่อการเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ส่งผลให้เกิดการชะล้างพังทลายอย่างรุนแรงได้

2.3 พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พบว่ามีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลดลงจำนวน 10,183.64 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 9.31 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลง โดยพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างเปลี่ยนแปลงไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรมมากที่สุดจำนวน 13,351.39 ไร่ ซึ่งสอดคล้องกับตัวแปรจำนวนประชากรปี พ.ศ. 2554 -2564 โดยเฉพาะในพื้นที่ตำบลแจ้ซ้อนมีจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับตำบลอื่น ๆ จำนวนประชากรเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้มีการขยายพื้นที่เกษตรกรรมเพื่อเพิ่มพื้นที่ทำกิน

2.4 พื้นที่แหล่งน้ำ พบว่ามีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลดลงจำนวน 158.25 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.15 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลง โดยพื้นที่แหล่งน้ำเปลี่ยนแปลงไปเป็นพื้นที่ป่าไม้มากที่สุดจำนวน 1,128.98 ไร่

Table 3 Land use change during 2011 – 2021 at the Mae Soi River Sub-basin, Lampang Province.

Land use types		Land use area in 2021 (Rai)				Total
		Agricultural land	Forest land	Urban and built – up area	Water body	
Land use area in 2011 (Rai)	Agricultural land	30,805.08	15,954.79	6,835.77	237.85	53,833.49
	Forest land	63,934.79	303,888.55	5,233.12	1,136.35	374,192.81
	Urban and built – up area	13,351.39	8,894.47	5,943.99	132.00	28,321.85
	Water body	410.14	1,128.98	125.33	276.78	1,941.23
Total		108,501.40	329,866.79	18,138.21	1,782.98	458,289.38

จากข้อมูลการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2544 – 2554 พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 49.61 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลง และพื้นที่เกษตรกรรมมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลดลงมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 41.91 การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขามะสอยช่วงปี พ.ศ. 2544 -2554 สอดคล้องกับการศึกษาของ Kumpetch and Kongruang (2016) ที่ศึกษาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรกรรมของภาคเหนือในประเทศไทย โดยรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 – 2554 พบว่า ตัวแปรจำนวนประชากรมีความสัมพันธ์ต่อการการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรกรรมในภาคเหนืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นส่งผลให้มีความต้องการการใช้ที่ดินโดยเปลี่ยนแปลงจากพื้นที่เกษตรกรรมไปเป็นพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้ โดยเฉพาะในพื้นที่ตำบลแจ้ซ้อนช่วงปี พ.ศ. 2544 – 2554 จำนวนประชากรเพิ่มขึ้นมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับตำบลอื่น ๆ ส่งผลให้ความต้องการการใช้ที่ดินเพื่อเป็นที่อยู่อาศัยเพิ่มมากขึ้น

ข้อมูลการใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2554 – 2564 พื้นที่เกษตรกรรมมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 50.00 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลง และพื้นที่ป่าไม้มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลดลงมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 40.54 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลง การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขามะสอยช่วงปี พ.ศ. 2554 -2564 สอดคล้องกับการศึกษาของ Maosew and Boonyanuphap (2014) ที่ศึกษาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำสาขาน้ำสมุนตอนล่าง จังหวัดน่าน พบว่า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556 เป็นต้นมา พื้นที่ป่าไม้ลดลงโดยเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่เกษตรกรรมประเภท

ข้าวโพด ยางพารา ไม้ผล เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงจากระบบเกษตรกรรมเพื่อยังชีพไปเป็นระบบเกษตรกรรมเชิงพาณิชย์ สอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้โดยพื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่เกษตรกรรมมากถึง 63,934.79 ไร่ เป็นพื้นที่เกษตรกรรมประเภท พื้นที่นา ไร่ข้าวโพด ไม้ผล และพืชสวน โดยรูปแบบการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรกรรมในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาน้ำสมุนตอนล่างและพื้นที่ลุ่มน้ำสาขามะสอยมีความแตกต่างกัน เนื่องจากความต้องการการใช้ประโยชน์จากผลผลิตเกษตรกรรมมีความแตกต่างกัน ผลผลิตจากการทำเกษตรกรรมในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขามะสอยถูกส่งไปยังจังหวัดใกล้เคียง เช่น โครงการหลวงตีนตก จังหวัดเชียงใหม่ เป็นการเปลี่ยนแปลงจากระบบเกษตรกรรมเพื่อยังชีพไปเป็นระบบเกษตรกรรมเชิงพาณิชย์ เกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขามะสอยมีแหล่งเงินทุนจากธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธ.ก.ส.) ทำให้เกษตรกรมีงบประมาณในการปรับเปลี่ยนพื้นที่จากพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรมโดยการใช้โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์และการสำรวจลงพื้นที่ภาคสนาม มีความสอดคล้องกับการศึกษาของ Hermhuk and Marod (2020) โดยการเพิ่มขึ้นของพื้นที่เกษตรกรรมมีการขยายขอบเขตจากพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างและพื้นที่เกษตรกรรมเดิม

ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบประสิทธิภาพแบบจำลองเชิงพื้นที่

จากการใช้ 3 แพลตฟอร์ม คือ QGIS, R Studio และ Jupyter Notebook ในการสร้างแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม เพื่อคาดการณ์การใช้ที่ดินปีพ.ศ. 2574 ในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขามะสอย ได้ผลดังแสดงใน Table 4

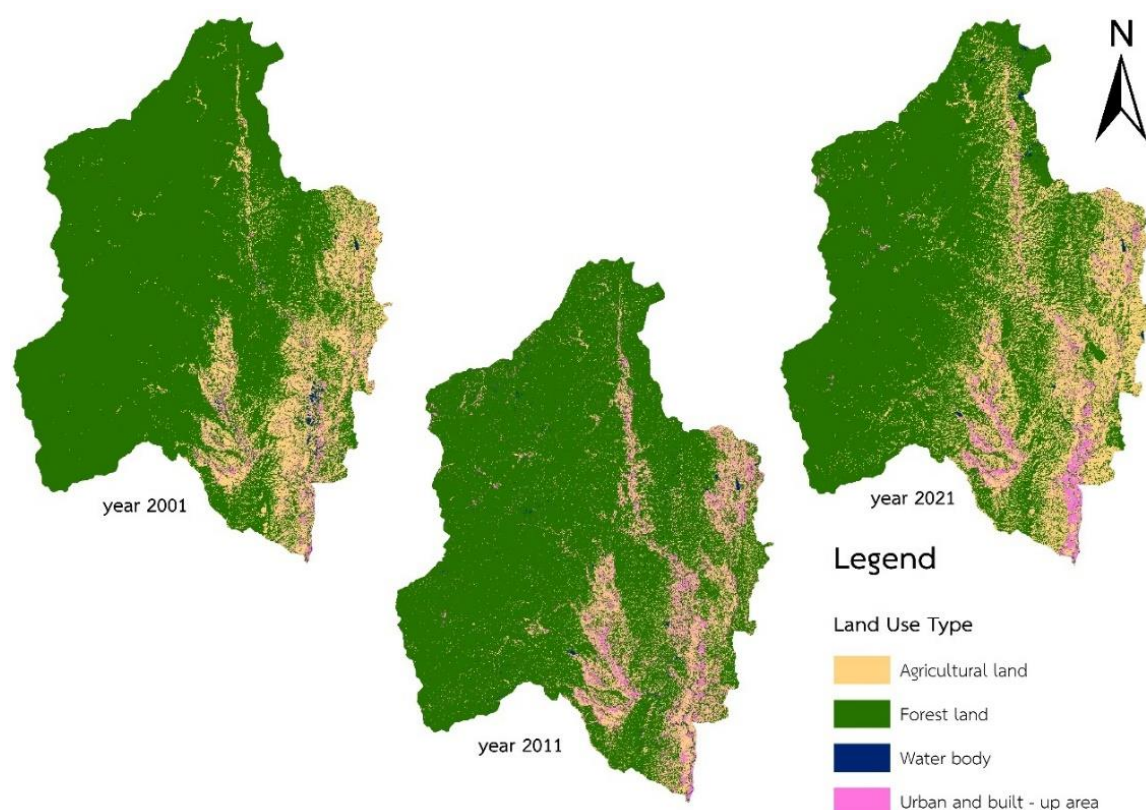


Figure 1 Land use classification at the Mae Soi River Sub-basin during the years 2001, 2011, and 2021.

Table 4 A comparison of different programming languages for building a Neural Network Model.

Comparison of different programming languages	Program 1	Program 2	Program 3
Basic information			
Platform	QGIS	RStudio	Jupyter Notebook
Language	Main C++	R	Python
Operation	GUI Modules	Coding	Coding
Input	Raster	CSV File, Raster	Raster
Building a Neural Network Model			
Variables	Land Use in 2001 2011 2021, Population in 2001 2011 2021, DEM, Aspect, Slope, Soil Type, Distance from Urban in 2001 2011 2021		
Hidden layers	10	10	10
Learning rate	0.001	0.001	0.001
Activation Function	Tanh Function	Tanh Function	ReLU Function
Optimization Algorithm	Momentum	rprop+, rprop-	Adam
Accuracy (%)	91.00	28.20	80.00
Predict of land use change			
Method	CA – Markov Model	covariate matching between neural network model and raster data	CA – Markov Model
Accuracy (%)	72.39	38.71	79.90

จาก Table 4 พบว่า แพลตฟอร์ม Jupyter Notebook มีความเหมาะสมสำหรับการคาดการณ์การใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2574 เนื่องจาก มีค่าความถูกต้องในการคาดการณ์สูงที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย Kumar and Dugal (2020) ที่มีการคาดการณ์โดยใช้แพลตฟอร์ม Jupyter Notebook มีการใช้ไลบรารี (library) และเลเยอร์ (layer) เหมือนกัน โดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม มีค่าความถูกต้องในการคาดการณ์สูง สอดคล้องไปใน

ทิศทางเดียวกัน แต่การคาดการณ์การใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาย่อยแม่สอย มีค่าความถูกต้องไม่สูงถึงร้อยละ 90.00 เนื่องจากข้อมูลนำเข้าในแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมมีจำนวนไม่มากเท่ากับงานวิจัยอ้างอิง ที่มีจำนวนข้อมูลเท่ากับ 10,000 รูป จากการใช้แพลตฟอร์ม Jupyter Notebook ในการคาดการณ์การใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2574 สามารถแสดงเป็นแผนที่การใช้ที่ดินดัง Figure 2

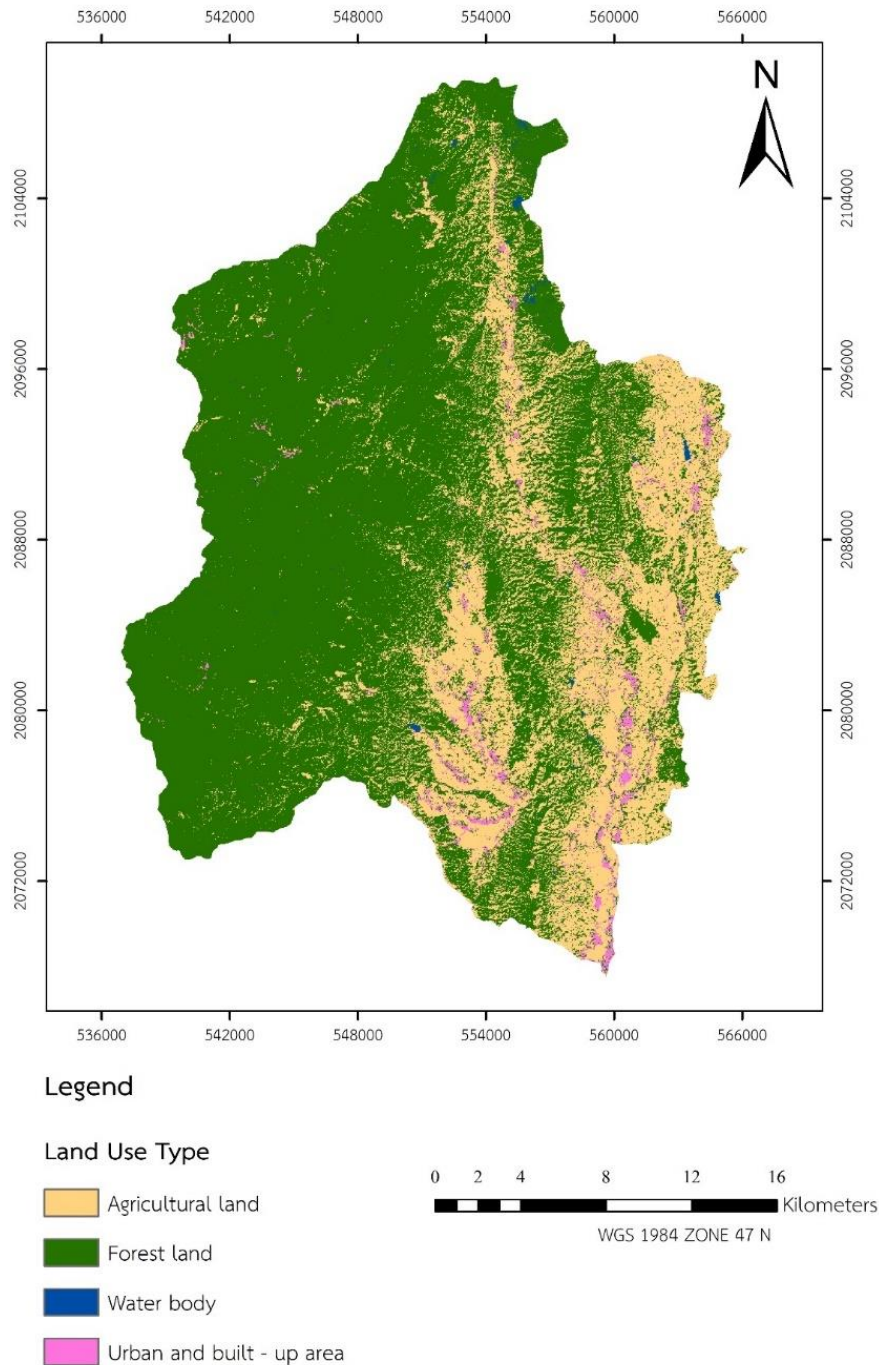


Figure 2 The projected land use map during the year 2031 based on the neural network model forecast of the study area.

3. การใช้ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาแม่สอยปี พ.ศ. 2564 – 2574 ดัง Table 5

3.1 พื้นที่เกษตรกรรม พบว่ามีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นมากที่สุดจำนวน 20,373.48 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 50.00 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลง โดยพื้นที่เกษตรกรรมเปลี่ยนแปลงไปเป็นพื้นที่ป่าไม้มากที่สุดจำนวน 1,559.51 ไร่

3.2 พื้นที่ป่าไม้ พบว่ามีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลดลงมากที่สุดจำนวน 11,709.25 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 28.74 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลง โดยพื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนแปลงไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรมมากที่สุดจำนวน 13,268.07 ไร่

3.3 พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พบว่ามีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลดลงจำนวน 8,438.84 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 20.71 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลง โดยพื้นที่

ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างเปลี่ยนแปลงไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรมมากที่สุดจำนวน 8,634.47 ไร่

3.4 พื้นที่แหล่งน้ำ พบว่ามีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลดลงจำนวน 225.39 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.55 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลง โดยพื้นที่แหล่งน้ำเปลี่ยนแปลงไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรมประเภทพื้นที่นามากที่สุดจำนวน 235.42 ไร่ เนื่องจากการคาดการณ์การใช้ที่ดินด้วยแบบจำลอง CA – Markov มีการทำงานร่วมกันระหว่างแบบจำลอง Markov Chain และแบบจำลอง Cellular Automata โดยมีการคำนวณความน่าจะเป็นของการใช้ที่ดินในอนาคต อ้างอิงจากการใช้ที่ดินในอดีตและคาดการณ์ข้อมูลเชิงพื้นที่ จากการลงพื้นที่สำรวจภาคสนามในปี พ.ศ. 2564 พบว่า พื้นที่เกษตรกรรมประเภทพื้นที่นามากที่สุดจากพื้นที่เกษตรกรรมทั้งหมด

Table 5 Land use change during 2021 – 2031 at the Mae Soi River Sub-basin, Lampang Province.

		Land use area in 2031 (Rai)				
Land use types		Agricultural land	Forest land	Urban and built – up area	Water body	Total
Land use area in 2021 (Rai)	Agricultural land	106,736.92	1,559.51	200.62	4.35	108,501.40
	Forest land	13,268.07	316,511.62	71.83	15.27	329,866.79
	Urban and built – up area	8,634.47	76.78	9,426.81	0.15	18,138.21
	Water body	235.42	9.63	0.11	1,537.82	1,782.98
Total		128,874.88	318,157.54	9,699.37	1,557.59	458,289.38

การเปลี่ยนแปลงช่วงปี พ.ศ. 2544 – 2564 พบว่าพื้นที่ป่าไม้เป็นการใช้ที่ดินประเภทเดียวที่มีการเปลี่ยนแปลงลดลงอย่างต่อเนื่องและลดลงมากที่สุด โดยพื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนแปลงไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรมมากที่สุดจำนวน 87,006.96 ไร่ อีกทั้งยังพบปัญหาการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้เพื่อเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่เกษตรกรรมในพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 1 และ 2 ส่วนพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่แหล่งน้ำ มีการเปลี่ยนแปลงทั้งเพิ่มขึ้นและลดลงโดยขึ้นอยู่กับตัวแปรขับเคลื่อนการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

การคาดการณ์การใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2574 ด้วยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม พบว่าพื้นที่เกษตรกรรมมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 50.00 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงและพื้นที่ป่าไม้มีการเปลี่ยนแปลงลดลงมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 28.74 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลง พื้นที่ลุ่มน้ำสาขาแม่สอยมีความเสี่ยง

ในด้านการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้เป็นพื้นที่เกษตรกรรม โดยเฉพาะในพื้นที่ตำบลแจ้ซ้อนควรมีมาตรการการใช้ที่ดินไม่ให้เกินขีดความสามารถในการรองรับของพื้นที่ เพื่อไม่ให้พื้นที่เกษตรกรรมมีการขยายพื้นที่เข้าไปในเขตพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 1 และ 2 ควรมีการจัดสรรพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการทำเกษตรกรรมในกรณีที่เกษตรกรไม่มีที่ดินกรรมสิทธิ์ โดยจัดสรรพื้นที่ให้สอดคล้องกับปริมาณความต้องการการประโยชน์โดยวิเคราะห์ร่วมกับตัวแปรขับเคลื่อนการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน เพื่อลดปัญหาการใช้ที่ดินเกินศักยภาพในการรองรับของพื้นที่ และส่งเสริมการทำระบบวนเกษตรแทนการปลูกพืชเชิงเดี่ยวเพื่อเป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบผสมผสาน จากการลงพื้นที่สำรวจภาคสนาม พบว่าในอำเภอเมืองปานมีการทำเกษตรกรรมประเภทพืชไร่จำพวกข้าวโพดมากที่สุด ควรมีการทำระบบวนเกษตรแบบการปลูกไม้ป่าผสมกับพืชไร่หรือการปลูกผสมไม้ป่าสลับเป็นแถวกับการปลูกพืชไร่

(Forest Research and Development Office, 2013) โดยต้องคำนึงถึงขนาดพื้นที่ ปริมาณการใช้ประโยชน์ และการตัดฟันไม้ออกมาใช้ประโยชน์ เพื่อให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นและสามารถใช้ประโยชน์จากทรัพยากรในพื้นที่ได้อย่างยั่งยืน

สรุป

พื้นที่ลุ่มน้ำสาขแม่สอย จังหวัดลำปาง มีรูปแบบการใช้ที่ดิน 4 ประเภท คือ พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง และพื้นที่แหล่งน้ำ การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2544 – 2554 พบว่าพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นมากที่สุดจำนวน 17,979.05 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 49.61 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลง และพื้นที่เกษตรกรรมมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลดลงมากที่สุดจำนวน 15,186.29 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 41.91 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลง การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2554 – 2564 พบว่าพื้นที่เกษตรกรรมมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นมากที่สุดจำนวน 54,667.91 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 50.00 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลง และพื้นที่ป่าไม้มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลดลงมากที่สุดจำนวน 44,326.02 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 40.54 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลง

จากการสร้างแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อคาดการณ์การใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2574 โดยใช้แพลตฟอร์ม Jupyter Notebook พบว่าพื้นที่ป่าไม้มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลดลงอย่างต่อเนื่อง คิดเป็นร้อยละ 28.74 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลง โดยพื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่เกษตรกรรมจำนวน 13,268.07 ไร่ พื้นที่ลุ่มน้ำสาขแม่สอยมีความเสี่ยงในด้านการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้เป็นพื้นที่เกษตรกรรม ควรมีการจัดสรรพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการทำเกษตรกรรม โดยเฉพาะในพื้นที่ตำบลแจ้ซ้อนเพื่อป้องกันไม่ให้เป็นพื้นที่เกษตรกรรมมีการขยายพื้นที่เข้าไปในเขตพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 1 และ 2 และส่งเสริมการทำระบบวนเกษตรเพื่อให้เกษตรกรใช้ประโยชน์จากทรัพยากรในพื้นที่ได้อย่างผสมผสานและยั่งยืน

REFERENCES

Congalton, R.G., Green, K. 2019. **Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data Principles and Practices, Third Edition.** Boca Raton, FL, Taylor & Francis Group.

Department of Mineral Resources. 2011. **landslide risk map at community level, Lampang Province.** http://www.dmr.go.th/download/north/Lampang_final.pdf, 1 June 2011. (in Thai)

Forest Research and Development Office. 2013. **Patterns of Forest Trees Planting in Agroforestry Systems.** http://forprod.forest.go.th/forprod/silvic/for_plant/data/RFD/8.pdf, 1 May 2013. (in Thai)

Hermhuk, S., Marod, D. 2020. Detection and Prediction of Land-Use Changes at Doi Suthep-Pui Nation Park, Chiang Mai Province. **Thai Journal of Forestry**, 39(1): 97-109. (in Thai)

Hydro-Informatics Institute. 2015. **25 Watershed Information.** <https://tiwrm.hii.or.th/web/index.php/knowledge/128-hydro-and-weather/663-25basinreports.html>, 29 July 2015. (in Thai)

Integrated Provincial Administrative Committee Lampang Province. 2022. **Lampang Province 5-Year Development Plan (B.E. 2563-2567).** http://www.lampang.go.th/strategy/index_pl.htm, 16 March 2022. (in Thai)

Kumar, P., Dugal, U. 2020. Tensorflow Based Image Classification using Advanced Convulational Neural Network. **International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)**, 8(6): 994-998.

Kumpetch, P., Kongruang, C. 2016. The determination of agricultural land use in Northern Thailand case study: Areas planted paddy. **Journal of Business, Economics and Communications**, 11(1): 113-121. (in Thai)

Land Development Department. 2000. **Summary of Land Use Types, Thailand 2000-2001.** <http://sql.ddd.go.th/ddddata/mapsoilB2.html>, 27 November 2000. (in Thai)

- Landis, J.R., Koch, G.G. 1977. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, 33(1): 159-174.
- Maoew, K., Boonyanuphap, J. 2014. Analysis of land use change, root causes and potential impacts of the lower Num Samun sub-watershed of Nan province. **Thai Journal of Forestry**, 33(2): 131-148. (in Thai)
- Pattaratuma, A. 1988. Land use and carrying capacity. In: **The 26th Kasetsart University Annual Conference**. Bangkok, Thailand, pp. 185-190. (in Thai)
- Prakobphon, T. 2009. Artificial Neural Networks. **HCU Journal**, 12(24): 73-87. (in Thai)
- Royal Forest Department. 2013. **Summary of the Establishment of the Community Forest Project by Province**. http://forestinfo.forest.go.th/fCom_area.aspx, 4 February 2013. (in Thai)
- Royal Irrigation Department. 2009. **Huai Mae Mae Reservoir Project**. <https://bit.ly/3sfV5PE>, 21 May 2009. (in Thai)
- Royal Irrigation Department. 2017. **Work Manual**. Irrigation Office 2, Lampang. (in Thai)
-

นิพนธ์ต้นฉบับ

การปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินของเกษตรกรบ้านห้วยโป่ง
ตำบลแม่ตึ่น อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก

Changes in Land Use Patterns by Farmers in Huai Pong Village,
Mae Tuen Sub-district, Mae Ramat District, Tak Province

ณัฐชา เทียมทองใบ

นิตยา เมี้ยนมิตร*

รัชณี โพธิ์แทน

ธัญพร บังใบ

Natcha Tiamthongbai

Nittaya Mianmit*

Rachanee Pothitan

Thanyaporn Bungbai

คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

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

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

รับต้นฉบับ 1 พฤศจิกายน 2565

รับแก้ไข 15 ธันวาคม 2565

รับลงพิมพ์ 28 ธันวาคม 2565

ABSTRACT

This research aimed to study land use patterns along with economic, social, and environmental factors driving the land use changes and farmer' opinions of the impacts after the changes. The study was conducted in Huai Pong village, Mae Tuen sub-district, Mae Ramat district, Tak province, with data collected from 86 household representatives using an interview form. The data were analyzed using Fishbone Analysis to determine the main drivers of land use changes. Results indicated that the changes in land use patterns started from 2018, as evidenced by a decrease of the swidden rice fields from 648 rai of 45 households to 358 rai of 33 households in 2021. Most of the farmers changed their land use from the swidden rice field to the maize crop, which rising from 27 rai of 2 households to 423 rai of 29 households. The most influential factors for land use changes was an increase in the household income. As for the impacts after the land use changes, the economic impact was perceived as the positive one based on the increasing of the household income. The social impact was also positively recognized because of the land tenure and land ownership clarification. However, the environmental impact was viewed as negative due to low soil fertility in agricultural areas and a decrease of forest areas.

Keywords: Land use patterns; Land use changes; Driving forces; Impacts

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบการใช้ที่ดิน แรงผลักดันทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ดิน และความคิดเห็นของเกษตรกรต่อผลกระทบที่เกิดขึ้นหลังการเปลี่ยนแปลงที่ดินโดยทำการศึกษาในบ้านห้วยโป่ง ตำบลแม่ตืน อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสัมภาษณ์ ทำการสัมภาษณ์ตัวแทนครัวเรือน จำนวน 86 ครัวเรือน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติอย่างง่าย ใช้การวิเคราะห์แบบก้างปลาในการวิเคราะห์หาแรงผลักดันหลักในการเปลี่ยนแปลงที่ดิน ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2561 เป็นต้นมา โดยเห็นได้ชัดจากการลดลงของพื้นที่ข้าวไร่แบบไร่หมุนเวียนที่ลดลงจาก 648 ไร่ จาก 45 ครัวเรือน เป็น 358 ไร่ 33 ครัวเรือน ในปี 2564 โดยส่วนใหญ่ปรับเปลี่ยนไปเป็นพื้นที่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จาก 27 ไร่ ของ 2 ครัวเรือน เป็น 423 ไร่ จาก 29 ครัวเรือน แรงผลักดันสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ได้แก่ รายได้ของครัวเรือนที่เพิ่มขึ้น สำหรับความคิดเห็นต่อผลกระทบที่เกิดขึ้นหลังการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน พบว่า ผลกระทบด้านเศรษฐกิจส่วนใหญ่มองเป็นผลกระทบเชิงบวกเนื่องจากรายได้ครัวเรือนเพิ่มขึ้น ผลกระทบด้านสังคมมองเป็นเชิงบวกเรื่องความชัดเจนในการถือครองที่ดินและกรรมสิทธิ์ที่ดิน ส่วนผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมมองเป็นเชิงลบเนื่องจากคุณภาพของดินในพื้นที่เกษตรกรรมมีความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำลง และพื้นที่ป่าไม้ลดลง

คำสำคัญ : การใช้ประโยชน์ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน แรงผลักดัน ผลกระทบ

คำนำ

ตั้งแต่อดีตประเทศไทยมีการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจำนวนประชากรถือเป็นตัวแปรหลักที่มีความสัมพันธ์กับการบริหารจัดการทรัพยากรป่าไม้ ในหลายพื้นที่ (Kamyo *et al.*, 2016) เพราะทำให้เกิดการเร่งพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน และระบบสาธารณสุข ครอบคลุมความเจริญจากเมืองสู่ชนบท ก่อให้เกิดการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้นอย่างมากโดยมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้เป็นพื้นที่เกษตรกรรมและที่อยู่อาศัยเพื่อให้เพียงพอต่อจำนวนประชากร (Seub Nakhasathien Foundation, 2017) ส่งผลให้พื้นที่ป่าไม้ลดลงอย่างต่อเนื่องและอยู่ในสถานการณ์วิกฤต Royal Forest Department (2021) รายงานว่า พื้นที่ป่าไม้ของไทยลดลงร้อยละ 11.62 จากปี พ.ศ. 2516 ถึงปี พ.ศ. 2564 แม้ว่าในปัจจุบันรัฐบาลจะพยายามแก้ไขปัญหาดังกล่าวตลอดมา แต่พื้นที่ป่าไม้ในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 ถึง ปี พ.ศ. 2564 ยังคงลดลงมากถึงร้อยละ 5.70 โดย GFW (2014) ได้เคยชี้ว่า แรงผลักดันที่ทำให้เกิดการบุกรุกและการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ในช่วงเวลาที่ผ่านมา ได้แก่ ความต้องการใช้พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ บ้านเรือน และความต้องการใช้ทรัพยากร

การปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้ที่ดินของประเทศไทยตั้งแต่อดีตส่วนมากจะเกิดขึ้นในพื้นที่ชนบทที่ห่างไกลที่ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงที่ดินบางส่วนจากพื้นที่ป่าไม้เป็นพื้นที่เกษตรกรรมรูปแบบต่าง ๆ เช่นในภาคเหนือที่เกษตรกรบางส่วนทำการเกษตรแบบไร่หมุนเวียน ทั้งนี้ การอยู่อาศัยและทำเกษตรในพื้นที่ป่าไม้ดังกล่าวตามมุมมองของรัฐบาลเป็นการบุกรุกและทำลายพื้นที่ป่าไม้ (SAC, 2017)

โดยเฉพาะพื้นที่ของกลุ่มชาติพันธุ์ปกากะญอ ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่สูงทางตอนเหนือของประเทศและทำเกษตรกรรมแบบไร่หมุนเวียนมาตั้งแต่อดีต บนฐานความคิดของการอยู่ร่วมกับธรรมชาติอย่างสอดคล้องกลมกลืนและสมดุลกัน ถือเป็นภูมิปัญญาในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติของชาวกะเหรี่ยงที่ถ่ายทอดสืบต่อกันมายาวนาน แต่ในปัจจุบันด้วยแรงกดดันในเรื่องสภาพเศรษฐกิจสังคมที่เปลี่ยนแปลงไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งความกดดันในเรื่องพื้นที่ทำกิน รวมถึงนโยบายเรื่องของสิทธิการครอบครองที่ดินและการใช้ที่ดิน และการส่งเสริมการใช้ที่ดินแบบถาวรของภาครัฐ (Chotikijpiwat, 1999) เป็นแรงผลักดันหนึ่งที่ทำให้คนในชุมชนเกิดการปรับเปลี่ยนพื้นที่ไร่หมุนเวียนมาเป็นรูปแบบการใช้ที่ดินแบบอื่น ๆ มากขึ้น

จังหวัดตากเป็นหนึ่งในสามจังหวัดของประเทศไทยที่มีพื้นที่ไร่หมุนเวียนมากที่สุด โดยเฉพาะกลุ่มชาติพันธุ์ที่มีวิถีชีวิตการทำเกษตรเพื่อยังชีพแบบไร่หมุนเวียนมาตั้งแต่อดีต อย่างไรก็ตามในปัจจุบันพบว่ามีมีการเปลี่ยนพื้นที่ไร่หมุนเวียนไปปลูกพืชเศรษฐกิจโดยเฉพาะข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มากขึ้น ซึ่งเป็นรูปแบบการเกษตรที่ใช้ที่ดินแบบถาวร ต่างจากการทำไร่หมุนเวียนที่ในแต่ละปีนั้นใช้พื้นที่ไม่ต่างกันมากนัก อาจมีการลดลงและเพิ่มขึ้นของพื้นที่สลับกันไปในแต่ละปี (Department of Lands, 2018)

บ้านห้วยโป่ง ตำบลแม่ตืน อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก เป็นหมู่บ้านชาวปกากะญอ หมู่บ้านหนึ่งที่กำลังเผชิญกับความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น โดยในอดีตมีการใช้พื้นที่ป่าเป็นพื้นที่เกษตรกรรมในรูปแบบไร่หมุนเวียนและไร่ฝน เพื่อการยังชีพและหารายได้ จนกระทั่งปี พ.ศ. 2559 ได้มีการจัดตั้งศูนย์พัฒนาโครงการหลวงเลอตอขึ้นเพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรลดการปลูกฝิ่นและปลูกพืชชนิดอื่น ๆ

ทดแทน เช่น กาแฟ เสาวรส เป็นต้น (Royal project, 2012) แต่นอกเหนือจากพืชที่ได้รับการส่งเสริมแล้ว เกษตรกรบางส่วนได้เริ่มทำการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เพิ่มขึ้นด้วยการเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศ (Mianmit *et al.*, 2019) จากสถานการณ์ที่กล่าวมาข้างต้น ในงานวิจัยนี้ได้ค้นหาแรงผลักดันบางประการ ที่ทำให้เกษตรกรในชุมชนปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้ที่ดิน และผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นเมื่อมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้ที่ดินของเกษตรกรบนพื้นที่สูง โดยข้อมูลนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับการติดตามและวางแผนการจัดการที่ดินของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ อันจะเป็นการบรรเทาปัญหาการลดลงของพื้นที่ป่าไม้บนพื้นที่สูงต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษานี้ใช้การสังเกตการณ์แบบไม่มีส่วนร่วม และการสัมภาษณ์ระดับครัวเรือนด้วยการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ (ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.821) ทำการสัมภาษณ์ตัวแทนครัวเรือนจากการคำนวณโดยใช้สูตรของ Krejcie and Morgan (Krejcie and Morgan, 1970) จำนวน 86 ครัวเรือนจาก 110 ครัวเรือน ที่อาศัยอยู่ในบ้านห้วยโป่ง ตำบลแม่ตื่น อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก โดยทำการเก็บข้อมูลในประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์ ลักษณะทางเศรษฐกิจ ประวัติการใช้ที่ดินและ

ลักษณะทางสิ่งแวดล้อมของที่ดิน การใช้ประโยชน์ทรัพยากร และความคิดเห็นเกี่ยวกับผลกระทบด้านเศรษฐกิจ สังคม และด้านสิ่งแวดล้อม ที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงที่ดินทำกินของเกษตรกร โดยมีกรอบแนวคิดในการวิจัยว่าแรงผลักดันทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนการใช้ที่ดิน และการปรับเปลี่ยนการใช้ที่ดินนั้นก่อให้เกิดผลกระทบกับเกษตรกรในด้านต่าง ๆ ดัง Figure 1

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 การวิเคราะห์เชิงพรรณนา (descriptive analytics) เป็นการนำข้อมูลจากการสัมภาษณ์ระดับครัวเรือนด้วยแบบสัมภาษณ์ ร่วมกับข้อมูลจากการสังเกตการณ์แบบไม่มีส่วนร่วม และการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ มาอธิบายข้อมูลทั่วไปของเกษตรกรผู้ให้สัมภาษณ์ ข้อมูลด้านเศรษฐกิจ การใช้ประโยชน์ที่ดิน และผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นหลังครัวเรือนตัวอย่างมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้ที่ดินเกษตรกรรม การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ระดับครัวเรือนใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิตินำเสนอค่าต่าง ๆ ได้แก่ ค่าร้อยละ (percentage) ค่าเฉลี่ย (average) ค่าสูงสุด (maximum) ค่าต่ำสุด (minimum) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) โดยผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลนำมาบรรยายประกอบกับนำเสนอข้อมูลด้วยตาราง

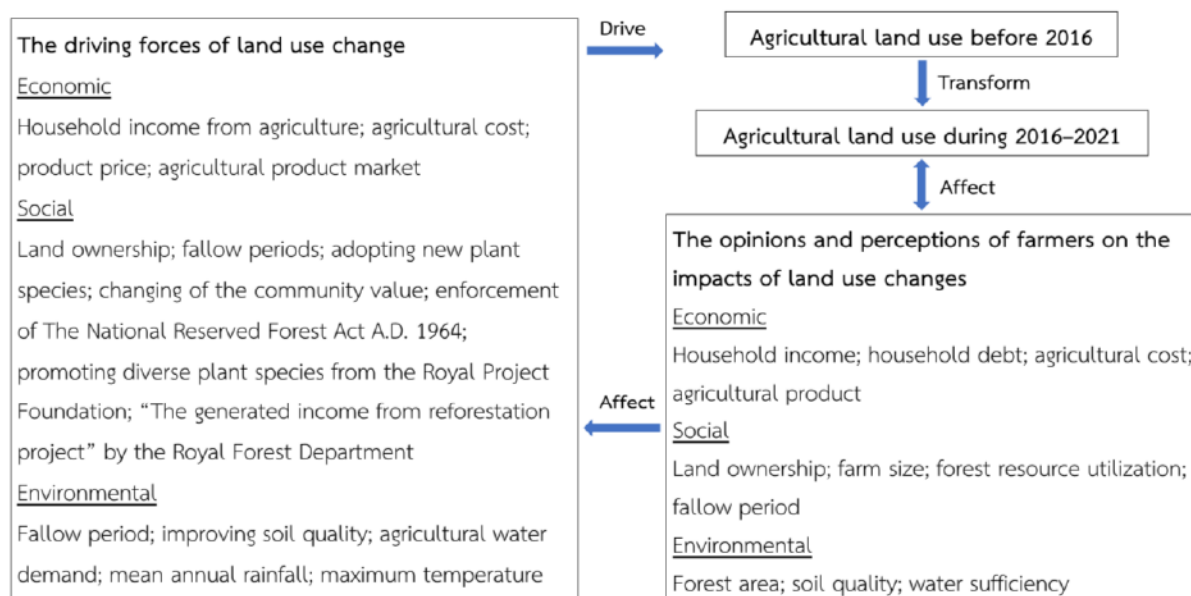


Figure 1 The conceptual framework of the research.

2.2 การวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบ (comparative analysis) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้ที่ดินเกษตรกรรมของครัวเรือนตัวอย่างด้วยสถิติเชิงพรรณนา โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบการใช้ที่ดินเกษตรกรรมระหว่างปี พ.ศ. 2559–2564 พร้อมกับการนำเสนอข้อมูลด้วยตารางเปรียบเทียบการใช้ที่ดินประเภทต่าง ๆ และบรรยายประกอบเพื่อแสดงให้เห็นถึงสภาพการใช้ที่ดินเกษตรกรรมของเกษตรกรที่มีการปรับเปลี่ยนไปในแต่ละปีตามกรอบการศึกษา

2.3 การวิเคราะห์เชิงสาเหตุในรูปของแผนผังก้างปลา (fishbone diagram) ดำเนินการโดยนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมจากการสัมภาษณ์ระดับครัวเรือน การสังเกตการณ์แบบไม่มีส่วนร่วม และการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการมาวิเคราะห์และสังเคราะห์ เพื่อค้นหาเหตุหรือแรงผลักดันที่ทำให้เกษตรกรตัดสินใจปรับเปลี่ยนที่ดินเกษตรกรรมในระหว่างปี พ.ศ. 2559 ถึงปี พ.ศ. 2564

พื้นที่ศึกษา

หมู่บ้านห้วยโป่ง หมู่ที่ 10 ตำบลแม่ตื่น อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก ประกอบด้วย 4 กลุ่มบ้าน ได้แก่ กลุ่มบ้านห้วยโป่ง เลพะสุคี กล้อหล่อเบลอ และกลุ่มบ้าน

ห้วยเบะทะ ในการศึกษานี้ทำการศึกษาในกลุ่มบ้านห้วยโป่ง ซึ่งเป็นกลุ่มบ้านหลัก ลักษณะการตั้งบ้านเรือนของบ้านห้วยโป่งตั้งอยู่รวมกันบริเวณริมลำห้วยแม่โป่ง โดยมีพื้นที่เกษตรกรรม เช่น นาข้าว ไร่ข้าว และสวนผลไม้ อยู่นโดยรอบชุมชน สำหรับที่ตั้งพื้นที่ศึกษาดังแสดงใน Figure 2

บ้านห้วยโป่งมีลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขาสูงชันที่มีความลาดชันเชิงซ้อน มีที่ราบระหว่างหุบเขาเพียงเล็กน้อย พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่าดิบเขา และบางส่วนเป็นป่าผสมผลัดใบ มีความสูงจากทะเลปานกลางอยู่ระหว่าง 720–1,200 เมตร มีปริมาณน้ำฝนทั้งปี 1,900 มิลลิเมตร อุณหภูมิสูงสุด 36 องศาเซลเซียส ต่ำสุด 23 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ย 29.5 องศาเซลเซียส หมู่บ้านห้วยโป่งตั้งอยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติป่าท่าสองยาง ป่าสงวนแห่งชาติป่าสามหมื่น และป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่ระมาด ในพื้นที่หมู่บ้านมีการกำหนดพื้นที่ป่าอนุรักษ์บริเวณป่าต้นน้ำห้วยเปี้ย ซึ่งเป็นแหล่งต้นน้ำของลำห้วยห้วยโป่ง เป็นแหล่งน้ำสายหลักที่คนในชุมชนนำมาใช้ประโยชน์ทั้งเพื่อการอุปโภค และเกษตรกรรม พื้นที่ป่าอนุรักษ์มีการกำหนดกฎระเบียบในการดูแลป่าของชุมชน ซึ่งประเด็นหลักคือการห้ามบุกรุกพื้นที่ป่าอนุรักษ์เพื่อเป็นพื้นที่เกษตรกรรม โดยเฉพาะการปลูกพืชเชิงเดี่ยว (Mianmit *et al.*, 2019)

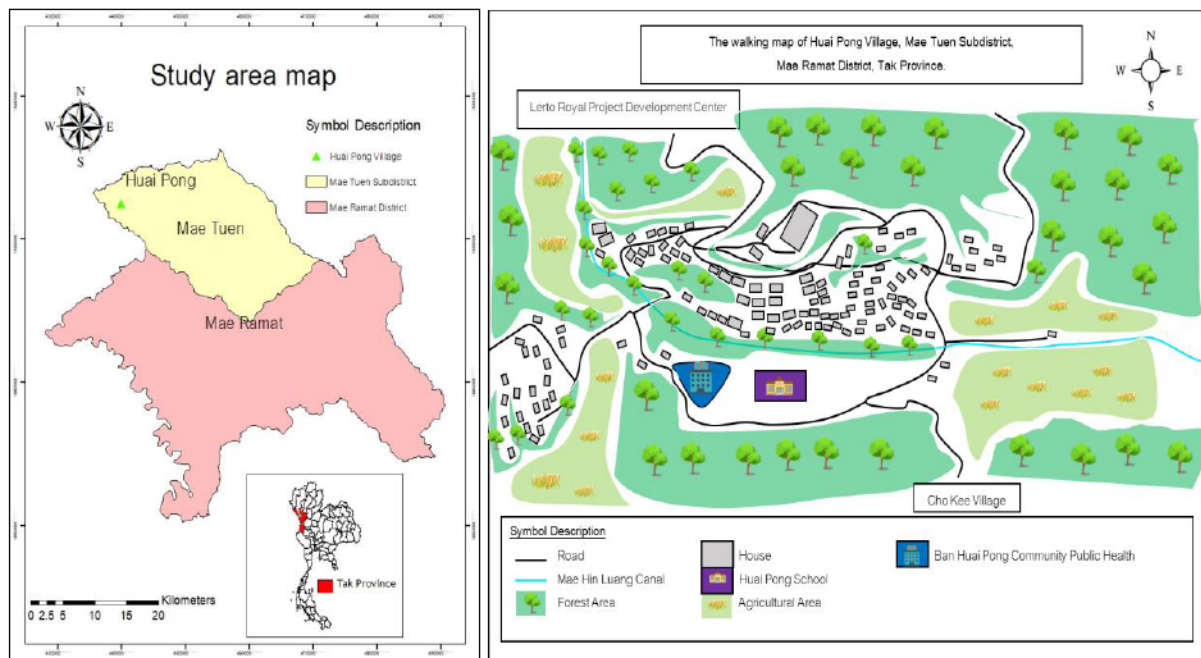


Figure 2 Location of the study area and the walking map of Huai Pong village.

ผลและวิจารณ์

ประวัติการใช้ที่ดินเกษตรกรรมในอดีตของชุมชน

บ้านห้วยโป่งตั้งอยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติที่รัฐอนุญาตให้ชุมชนเข้าใช้ประโยชน์ ผ่านนโยบายของรัฐโดยคณะกรรมการนโยบายที่ดินแห่งชาติ (คทช.) ปัจจุบันมีหน่วยงานภาครัฐ โดยเฉพาะกรมป่าไม้ที่เข้ามาส่งเสริมการทำเกษตรรูปแบบต่าง ๆ ร่วมกับมูลนิธิโครงการหลวง ภายใต้การดูแลของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงเลอตอ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ดินทำกินในพื้นที่ป่าไม้ ที่เน้นการอยู่ร่วมกันอย่างเกื้อกูลระหว่างชุมชนกับทรัพยากรป่าไม้ มีการปรับเปลี่ยนรูปแบบจากการอพยพคนออกจากป่ามาเป็นการส่งเสริมให้คนเหล่านั้นอยู่อาศัย ทำกิน พร้อมทั้งทำหน้าที่ดูแลรักษาป่า และค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงวิถีทำกินจากการเกษตรเชิงเดี่ยว มาเป็นเกษตรผสมผสาน และวนเกษตรมากขึ้น เพื่อให้ป่าอยู่ได้ คนอยู่ได้

การใช้ที่ดินเกษตรกรรมในอดีตของชุมชนส่วนใหญ่เป็นการใช้ที่ดินเพื่อการปลูกข้าว ทั้งในรูปแบบนาขั้นบันได และไร่หมุนเวียน (ข้าวไร่) เป็นการทำการเกษตรแบบยังชีพ เพื่อการบริโภคในครัวเรือน โดยอาศัยธรรมชาติเป็นหลัก สำหรับไร่หมุนเวียนซึ่งถือเป็นพื้นที่เกษตรกรรมหลักนั้น ในช่วงนี้มีรอบหมุนเวียนอยู่ที่ 5-7 ปี โดยเกษตรกรจะรอให้ต้นไม้ในพื้นที่ไร่เหล่าเติบโตเพียงพอที่จะชี้ว่าพื้นที่นั้นอุดมสมบูรณ์พอสำหรับการทำการเกษตรรอบใหม่ นอกจากนี้เกษตรกรยังมีการเลี้ยงสัตว์ เช่น ไก่ หมู เพื่อใช้บริโภคและประกอบพิธีกรรม ส่วน วัว เป็นสัตว์ที่เลี้ยงเพื่อสร้างรายได้ให้กับครัวเรือน โดยในช่วงฤดูฝนได้ปล่อยให้หากินในพื้นที่ไร่เหล่าหรือไร่ที่ถูกทิ้งร้างหลังการเก็บเกี่ยวข้าวไร่แล้ว กรณีพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ที่เกษตรกรเข้าไปใช้ประโยชน์ได้เป็นพื้นที่เกษตรกรรมแบบไม่มีเจ้าของที่ชัดเจน โดยมีลักษณะของการเป็นทรัพย์สินสาธารณะ ต่างจากการทำไร่หมุนเวียนในอำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน (Mianmit and Pothitan, 2017) ที่ไร่หมุนเวียนมีความเป็นเจ้าของที่ชัดเจนแม้อยู่ในพื้นที่ของรัฐแต่อยู่ในรูปแบบที่ไม่เป็นทางการ รับรู้กันเฉพาะคนในชุมชนเท่านั้น สำหรับการทำไร่หมุนเวียนของเกษตรกรในบ้านห้วยโป่งนั้น เนื่องจากคนในชุมชนไม่มีเอกสารสิทธิในการถือครองที่ดินของตนเอง จึงมีการกำหนดข้อตกลงในการใช้ที่ดินเกษตรกรรมไว้อย่างชัดเจน คือ เมื่อมีการเปลี่ยนชนิดพันธุ์พืชที่ปลูกในพื้นที่เกษตรกรรมจะต้องไม่มีการปรับเปลี่ยนไปปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เนื่องจากการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จำเป็นต้องใช้พื้นที่แปลงปลูกขนาดใหญ่ในลักษณะแปลงถาวร ซึ่งขัดแย้งกับวิถีชีวิตดั้งเดิมของชุมชนที่เน้นความ

พอเพียงในการดำเนินชีวิต และพึงพิงทรัพยากรป่าไม้เป็นหลัก

การปรับเปลี่ยนการใช้ที่ดินเกษตรกรรม

จากการสำรวจการใช้ที่ดินในระหว่างปี พ.ศ. 2559-2564 จำนวน 86 ครัวเรือน มีที่ดินทำกินรวม 147 แปลง พื้นที่รวม 1,593 ไร่ พบว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินเกษตรกรรมของครัวเรือนตัวอย่าง ใน ปี พ.ศ. 2559-2560 ครัวเรือนตัวอย่างไม่มีการปรับเปลี่ยนการใช้ที่ดิน โดยยังคงใช้ที่ดินในรูปแบบของวิถีชีวิตดั้งเดิม คือ การทำข้าวไร่แบบไร่หมุนเวียน และการปลูกข้าวนาปี ครัวเรือนตัวอย่างเริ่มมีการปรับเปลี่ยนการใช้ที่ดิน นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561 เรื่อยมาจนกระทั่งปีทำการศึกษ โดยรายละเอียดการใช้ที่ดินเกษตรกรรมอธิบายเพิ่มเติมได้ดัง Table 1

ปี พ.ศ. 2559-2560 การใช้ที่ดินเกษตรกรรมของครัวเรือนตัวอย่างยังคงใช้ที่ดินในรูปแบบของวิถีชีวิตดั้งเดิม ได้แก่ ข้าวไร่แบบไร่หมุนเวียน จำนวน 64 แปลง มีขนาดพื้นที่ 648 ไร่ และนาข้าว จำนวน 53 แปลง มีขนาดพื้นที่ 587 ไร่ แต่ในปี พ.ศ. 2560 เริ่มมีการปรับเปลี่ยนที่ดินเพื่อเตรียมทำวนเกษตรและปลูกพืชอายุยาวเพิ่มขึ้น เนื่องจากการได้รับการสนับสนุนจากศูนย์พัฒนาโครงการหลวงเลอตอ

ปี พ.ศ. 2561-2562 การใช้ที่ดินเกษตรกรรมเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงโดยการทำวนเกษตรและปลูกพืชอายุยาว เช่น เสาวรส อะโวคาโด เพิ่มขึ้น ตามการส่งเสริมของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงเลอตอ และครัวเรือนตัวอย่างจำนวน 2 ครัวเรือน เริ่มหันมาปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การศึกษาพบว่า ปี พ.ศ. 2561 พื้นที่นาข้าว ลดลง 3 แปลง ขนาดพื้นที่นาข้าวรวมลดลงเหลือ 569 ไร่ อันเป็นผลมาจากการทำนาข้าวไม่ได้ผลผลิตตามที่ต้องการจากปริมาณน้ำที่ไม่เพียงพอ โดยเปลี่ยนไปเป็นพื้นที่ข้าวไร่ 3 แปลง และบางส่วนเป็นพื้นที่ปลูกพืชอายุสั้น เช่น ขมิ้น และปลูกพืชอายุยาว เช่น เสาวรส เพิ่มขึ้น จำนวน 1 แปลง ขนาดพื้นที่เพิ่มขึ้น 10 และ 2 ไร่ ตามลำดับ แตกต่างจากปี พ.ศ. 2562 ที่มีพื้นที่ข้าวไร่ ลดลงจากเดิม 11 แปลง ขนาดพื้นที่ลดลงจาก 666 ไร่ เป็น 548 ไร่ โดยเกษตรกรปรับเปลี่ยนไปปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ซึ่งจะเห็นว่าพื้นที่เพิ่มขึ้น 14 แปลง ขนาดพื้นที่เพิ่มขึ้น 200 ไร่ จากเดิม 36 ไร่ นอกจากนี้ เกษตรกรบางส่วนได้ทำแปลงวนเกษตรเพิ่มขึ้น 1 แปลง ขนาดพื้นที่เพิ่มขึ้น 12 ไร่ และปลูกพืชอายุยาวเพิ่มขึ้น 2 แปลง ขนาดพื้นที่เพิ่มขึ้น 33 ไร่

ปี พ.ศ. 2562-2563 เกษตรกรมีการใช้ที่ดินเปลี่ยนแปลงไป โดยในปี พ.ศ. 2563 พื้นที่ข้าวไร่ลดลงจากเดิม 12 แปลง ขนาดพื้นที่ลดลงจาก 548 ไร่ เป็น 431 ไร่ พื้นที่นาข้าวลดลงจาก 492 ไร่ เป็น 479 ไร่ ทั้งนี้พบว่า

พื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีการเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมากในปี 2563 โดยเพิ่มจาก 236 ไร่ เป็น 346 ไร่ และเปลี่ยนเป็นพื้นที่ใช้ประโยชน์อื่น ๆ เช่น การปลูกพืชอายุยาว และการทำวนเกษตร

ปี พ.ศ. 2563–2564 เกษตรกรมีการใช้ที่ดินเพื่อปลูกข้าวไร่ ลดลงจากเดิม 12 แปลง ขนาดพื้นที่ลดลงจาก 431 ไร่ เป็น 358 ไร่ พื้นที่นาข้าวลดลงจาก 479 ไร่ เป็น 407 ไร่ พืชอายุยาว ลดลงจาก 149 ไร่ เป็น 105 ไร่ กรณีพืชอายุยาวสาเหตุที่มีการปลูกลดลงเนื่องจากการรอคอยผลผลิต และการดูแลที่ต้องใช้เวลา นอกจากนี้ยังต้องมีความประณีตอีกด้วย ผลผลิตบางชนิดไม่ได้คุณภาพตามที่ตลาดต้องการ ทำให้เกษตรกรบางรายเปลี่ยนการใช้ที่ดินไปเป็นการปลูกพืชอายุสั้นทดแทนในแปลงเดิม สำหรับรูปแบบการใช้ที่ดินที่เพิ่มขึ้นใน ปี พ.ศ. 2564 คือ การทำวนเกษตร ที่มีพื้นที่เพิ่มขึ้นจาก 112 ไร่ เป็น 201 ไร่ การเพิ่มขึ้นของแปลงวนเกษตรเป็นผลมาจากโครงการ

ส่งเสริมจากภาครัฐโดยกรมป่าไม้ในโครงการสร้างป่าสร้างรายได้ และการส่งเสริมจากมูลนิธิโครงการหลวงในโครงการป่าชาวบ้าน เป็นต้น

โดยจาก Table 1 จะเห็นว่าพื้นที่เกษตรกรรมที่ถูกปรับเปลี่ยนไปมากที่สุด ได้แก่ พื้นที่ข้าวไร่แบบไร่หมุนเวียน ที่ถูกปรับเปลี่ยนไปปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อย่างต่อเนื่อง โดยเห็นได้ชัดจากการลดลงของพื้นที่ข้าวไร่แบบไร่หมุนเวียน ในปี พ.ศ. 2559 ที่ลดลงจาก 45 ครัวเรือน เป็น 33 ครัวเรือน ในปี พ.ศ. 2564 สำหรับพื้นที่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีการเพิ่มขึ้นจาก 2 ครัวเรือน ในปี พ.ศ. 2559 มาเป็น 29 ครัวเรือน ในปี พ.ศ. 2564

นอกจากนี้ เกษตรกรยังมีการปรับเปลี่ยนพื้นที่ทิ้งร้างไม่ได้ใช้ประโยชน์ และพื้นที่ที่ถูกกันไว้ใช้สำหรับเลี้ยงสัตว์ในช่วงที่มีการเพาะปลูก มาใช้เป็นพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยมีพื้นที่ลดลงมากถึง 163 ไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับจากปี พ.ศ. 2559 และ ปี พ.ศ. 2564

Table 1 Farmers' arable land use change during 2016–2021.

Land use	2017 [†]	2018	2019	2020	2021
Hill rice field					
Area (rai)	648	666	548	431	358
No. of household	45	48	40	35	33
Field plot (plot)	64	67	56	44	37
Paddy field					
Area (rai)	587	569	492	479	407
No. of household	43	40	40	41	35
Field plot (plot)	53	50	48	46	37
Maize					
Area (rai)	27	36	236	346	423
No. of household	2	2	12	20	29
Field plot (plot)	2	2	16	24	34
Other short-lived plants					
Area (rai)	0	10	10	18	19
No. of household	0	1	1	2	2
Field plot (plot)	0	1	1	2	2
Agroforestry					
Area (rai)	80	80	92	112	201
No. of household	6	6	7	10	16
Field plot (plot)	6	6	7	10	16
Other long-lived plants					
Area (rai)	8	10	43	149	105
No. of household	1	2	4	7	10
Field plot (plot)	1	2	4	15	12
Others[‡]					
Area (rai)	243	222	172	58	80
No. of household	15	14	12	9	6
Field plot (plot)	21	19	15	6	9

Remarks: [†] Land use from 2016 to 2017 remain unchanged.

[‡] The area comprised abandoned area (land previously used for agriculture without any agricultural function today) and pasture (grassland for grazing but no hay making).

สำหรับพื้นที่นาข้าว พบว่า เกษตรกรใช้พื้นที่ทำนาข้าวลดลงจาก 43 ครัวเรือน ในปี พ.ศ. 2559 เป็น 35 ครัวเรือน ในปี พ.ศ. 2564 แล้วหันมาใช้พื้นที่ทำวนเกษตรมากขึ้นจาก 6 ครัวเรือนเป็น 16 ครัวเรือน ในปีดังกล่าว

อย่างไรก็ตาม จำนวนแปลงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในปี พ.ศ. 2561 ซึ่งนับว่าเป็นการใช้ที่ดินที่ไม่ตรงกับสมรรถนะของที่ดิน ทำให้เกิดการส่งเสริมการใช้ที่ดินวนเกษตรจากหน่วยงานต่าง ๆ ที่ต้องการให้เกิดการใช้ประโยชน์ที่ดินในเชิงอนุรักษ์บนพื้นที่สูง ทำให้จำนวนแปลงพื้นที่วนเกษตรและแปลงปลูกพืชอายุยาวสูงขึ้นในปีดังกล่าว และปีต่อ ๆ มา

สภาพทางเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม และการใช้ที่ดินทำกินในปัจจุบัน

1. สภาพทางเศรษฐกิจของชุมชน

จากการสำรวจข้อมูลสภาพทางเศรษฐกิจของครัวเรือนตัวอย่างพบว่า ในปี พ.ศ. 2563 ครัวเรือนมีรายได้รวมเฉลี่ย 37,260.11 บาทต่อครัวเรือนต่อปี ส่วนใหญ่มีรายได้รวมเฉลี่ยสูงสุดอยู่ระหว่าง 10,001–40,000 บาทต่อครัวเรือนต่อปี ซึ่งเป็นรายได้ที่ยังไม่ได้หักรายจ่ายออกไป เนื่องจากครัวเรือนตัวอย่างส่วนมากไม่ได้รับการศึกษา จึงยึดอาชีพหลัก คือ เกษตรกร เป็นการหาเลี้ยงชีพ และเมื่อต้องการรายได้เพิ่มขึ้นจึงมีการประกอบอาชีพมากขึ้น

จากการสำรวจข้อมูลสามารถจำแนกอาชีพออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ อาชีพในภาคเกษตรกรรม และอาชีพภายนอกเกษตรกรรม โดยทำ 1–2 อาชีพ ร้อยละ 48.8 ซึ่งส่วนมากกลุ่มตัวอย่างมีอาชีพทำนาหรือข้าวไร่ เพื่อการบริโภคในครัวเรือนเป็นอย่างน้อย 1 อาชีพ และเมื่อว่างจากการทำนาทำไร่ของตนเองแล้วก็จะไปรับจ้างทั้งภาคในและภายนอกภาคเกษตร อย่างไรก็ตาม ร้อยละ 74.4 ก็ยังคงมีรายได้ที่ไม่เพียงพอต่อรายจ่าย แต่ถึงแม้จะมีรายได้ไม่เพียงพอต่อรายจ่ายร้อยละ 66.3 ก็ไม่กู้ยืมเงินเพื่อมาใช้จ่ายเพิ่มเติม เนื่องจากส่วนมากยังมีการใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้ในพื้นที่ป่าไม้รอบชุมชน เมื่อเทียบกับวิถีชีวิตในอดีตที่อยู่อย่างพอเพียง พบว่าครัวเรือนตัวอย่างมีวิถีชีวิตและค่านิยมที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ซึ่งเกิดจากความต้องการหารายได้เพิ่มมากขึ้นเพื่อจัดหาสิ่งอำนวยความสะดวกให้กับครัวเรือนตามการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานในพื้นที่

2. สภาพทางสังคมของชุมชน

จากการสำรวจข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของครัวเรือนพบว่า เกษตรกรไม่มีเอกสารสิทธิในการถือครองที่ดินเนื่องจากพื้นที่ทำกินทั้งหมดอยู่ในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ

สำหรับการใช้ที่ดินในอดีตมีการทำเกษตรกรรมในรูปแบบไร้หมุนเวียนในที่ดินทำกินแปลงรวมของหมู่บ้าน ซึ่งแต่ละแปลงมีคนเข้าไปทำกินมากกว่าหนึ่งครัวเรือน ดังนั้นเมื่อมีคนต้องการเปลี่ยนแปลงการทำเกษตรแบบอื่น ๆ จะมีการไปบอกกล่าวกับคนที่ทำเกษตรในแปลงนั้น ๆ ก่อนเพื่อขอเปลี่ยนพื้นที่ในแปลงทั้งหมดมาทำเกษตรกรรม แต่เมื่อเริ่มมีการปรับเปลี่ยนการใช้ที่ดินจากพื้นที่ไร้หมุนเวียนไปเป็นพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ทำให้คนในชุมชนตระหนักถึงสิทธิการถือครองในพื้นที่ทำกินมากขึ้น ซึ่งตรงกับ Department of Lands (2018) ที่อธิบายไว้ว่าบ้านห้วยโป่ง เป็นพื้นที่ที่รัฐให้สิทธิครอบครองในฐานะผู้ถือครอง และสามารถเข้าไปทำประโยชน์ หรือการถือครองได้ แต่จะไม่มีหนังสือสำคัญแสดงกรรมสิทธิ์ครอบครองพื้นที่ซึ่งเป็นไปตามพระราชบัญญัติป่าสงวนแห่งชาติ พ.ศ. 2507 มาตรา 16 ว่าด้วย การใช้ประโยชน์ในเขตป่าสงวนแห่งชาติ คือ ห้ามมิให้บุคคลใดยึดถือครอบครองทำประโยชน์หรืออยู่อาศัยในที่ดิน ก่อสร้าง แผ้วถาง เผาป่า ทำไม้ เก็บหาของป่า หรือกระทำด้วยประการใดๆ อันเป็นการเสื่อมเสียแก่สภาพป่าสงวนแห่งชาติ

3. สภาพทางสิ่งแวดล้อมของชุมชน

การสำรวจสภาพทางสิ่งแวดล้อมของชุมชนพบว่า ครัวเรือนส่วนใหญ่ยังมีการใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรรมชาติ คิดเป็นร้อยละ 65.1 และไม่มีการใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรรมชาติ คิดเป็นร้อยละ 34.9 โดยมีการล่าหรือเก็บหาสัตว์ป่า/สัตว์น้ำ/แมลง ร้อยละ 46.5 เป็นสัดส่วนที่มากที่สุด โดยเก็บหาทรัพยากรในพื้นที่ใช้ประโยชน์ที่ชุมชนกำหนดไว้ จากการสัมภาษณ์เกี่ยวกับการเข้าถึงการใช้ประโยชน์จากของป่าและสภาพพื้นที่ป่าไม้ในปัจจุบันเมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2559 มีถึงร้อยละ 97.7 ให้ความเห็นว่าการเข้าไปเก็บของป่าสามารถทำได้ยากขึ้นเนื่องจากขนาดพื้นที่ป่าไม้ลดลง และร้อยละ 57.0 สอดคล้องกับข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ของ Royal Forest Department (2014) ที่จัดทำแผนที่ข้อมูลสภาพพื้นที่ป่า ไว้ว่า พื้นที่ป่าไม้ในจังหวัดตากในปี พ.ศ. 2556 ที่ชุมชนยังไม่เกิดการปรับเปลี่ยนที่ดินทำกิน คิดเป็นร้อยละ 72.03 ขณะที่ในปี พ.ศ. 2562 เกิดการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทั้งถนนและไฟฟ้า การส่งเสริมจากศูนย์พัฒนาโครงการหลวงเลอตอ และการเพิ่มขึ้นราคาผลผลิตทางการเกษตรโดยเฉพาะข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ทำให้พื้นที่ป่าไม้ลดลง ร้อยละ 0.05 เหลือ ร้อยละ 71.98 และในปัจจุบันที่ชุมชนมีการปรับเปลี่ยนพันธุ์พืชที่ปลูกแทนการทำไร่แบบหมุนเวียน ส่งผลให้ในปี พ.ศ. 2564 พื้นที่ป่าไม้ลดลงอย่างต่อเนื่องเหลือร้อยละ 71.80 ของพื้นที่จังหวัด สำหรับการใช้น้ำในการเกษตรและ

ในครัวเรือน พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ใช้น้ำฝนในการทำ การเกษตร บางส่วนร้อยละ 37.2 ใช้น้ำจากลำห้วย ธรรมชาติ โดยร้อยละ 89.5 มีน้ำเพียงพอในการทำเกษตร และร้อยละ 96.6 ตอบว่ามีน้ำเพียงพอในการใช้ในครัวเรือน

4. การใช้ที่ดินทำกินในปัจจุบันของชุมชน

จากการศึกษารูปแบบการใช้ที่ดินเกษตรกรรมใน ปัจจุบันของเกษตรกรตัวอย่าง จำนวน 86 ครัวเรือน พบว่า มีการถือครองที่ดินเพื่อทำกินเป็นของตนเอง จำนวน 78 ครัวเรือน (ร้อยละ 90.7) โดยร้อยละ 3.5 มีการเช่าที่ดิน ของคนอื่นเพิ่ม และให้เหตุผลว่า ต้องการที่ดินเพื่อมาปลูก ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ หารายได้เสริมและเช่าเพื่อทำนาเพิ่ม ส่วนร้อยละ 5.9 ไม่มีที่ดินทำกินเป็นของตนเอง โดยแบ่งเป็น ทำกินในพื้นที่แปลงรวมของหมู่บ้าน ทำกินในพื้นที่แปลง ของลูกหลาน และทำกินในพื้นที่แปลงของพ่อแม่ เมื่อถาม ถึงจำนวนแปลงและขนาดพื้นที่ของที่ดินทำกิน พบว่า ส่วน ใหญ่มีแปลงที่ดินทำกิน จำนวน 1 แปลง (ร้อยละ 48.8) รองลงมา มีที่ดินทำกิน จำนวน 2 แปลง (ร้อยละ 39.5) ส่วน ขนาดพื้นที่ทำกิน ส่วนมากพบว่า เกษตรกรมีพื้นที่ทำกิน 5-10 ไร่ (ร้อยละ 37.2) รองลงมา มีพื้นที่ทำกิน มากกว่า 20 ไร่ (ร้อยละ 25.6) จากการสำรวจด้วยการสัมภาษณ์ ครัวเรือนเกษตรกรถึงรูปแบบการใช้ที่ดินทำกินของ เกษตรกรในแต่ละปีจาก Table 1 พบว่า รูปแบบการ ปรับเปลี่ยนการใช้ที่ดินของเกษตรกรมีการปรับเปลี่ยนชนิด พันธ์พืชที่ปลูกในที่ดินทำกิน โดยจำแนกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ การปรับเปลี่ยนตามการส่งเสริมของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงและหน่วยงานอื่น ๆ ของรัฐ (ร้อยละ 45.65) และการปรับเปลี่ยนชนิดพันธุ์พืชที่ไม่ได้มีการ ส่งเสริมจากศูนย์พัฒนาโครงการหลวงและ หน่วยงานอื่น ๆ ของรัฐ (ร้อยละ 71.74) ได้แก่ ข้าวโพด เลี้ยงสัตว์ เป็นต้น

แรงผลักดันของการปรับเปลี่ยนการใช้ที่ดิน เกษตรกรรม

จากการศึกษา พบว่า เกษตรกรตัวอย่างจำนวน 86 ครัวเรือน มีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้ที่ดิน เกษตรกรรม จำนวน 46 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 53.5 โดยมีการปรับเปลี่ยนการใช้ที่ดิน 1 ครั้ง (ร้อยละ 71.7)

มีการปรับเปลี่ยนการใช้ที่ดิน 2 ครั้ง (ร้อยละ 26.1) และ มี การปรับเปลี่ยนการใช้ที่ดิน 3 ครั้ง (ร้อยละ 2.2) การสำรวจ ด้วยแบบสัมภาษณ์ถึงแรงผลักดันของการปรับเปลี่ยน การใช้ที่ดินเกษตรกรรม สามารถนำมาวิเคราะห์ข้อมูลเชิง สาเหตุในรูปของแผนผังก้างปลา (Fishbone diagram) โดยมีแรงผลักดันของการปรับเปลี่ยนการใช้ที่ดินเกษตรกรรม รายละเอียดดัง Figure 3

แรงผลักดันทางเศรษฐกิจ พบว่า มีร้อยละ 80.4 ที่ปรับเปลี่ยนเพราะรายได้สำหรับครัวเรือนเพิ่มขึ้น เป็น สัดส่วนที่มากที่สุด คือ รายได้หลังจากมีการปรับเปลี่ยน ที่ดินทำกินสูงกว่ารายได้ก่อนการปรับเปลี่ยนการใช้ที่ดิน โดยพบว่า มีรายได้ก่อนการปรับเปลี่ยนการใช้ที่ดินอยู่ ระหว่าง 5,001-8,000 บาทต่อปี คิดเป็นร้อยละ 32.6 เป็น สัดส่วนที่มากที่สุด ดังนั้นรายได้ส่วนมากจึงมาจากรายได้ ภายในภาคเกษตรกรรมรวมเฉลี่ยประมาณ 38,434.92 บาทต่อครัวเรือนต่อปี โดยเฉพาะจากพืชเกษตรและรับจ้าง ทัวไป ซึ่งตรงข้ามกับรายได้หลังการปรับเปลี่ยนการใช้ที่ดิน ทำกินที่เกษตรกรปรับเปลี่ยนมาปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และพืชชนิดต่าง ๆ ที่มูลนิธิโครงการหลวงและหน่วยงาน ภายนอกอื่น ๆ ได้เข้ามาส่งเสริม ส่งผลให้กลุ่มตัวอย่างมี รายได้ มากกว่า 10,000 บาทต่อปี คิดเป็นร้อยละ 91.3 เป็นสัดส่วนที่มากที่สุด นอกจากนี้จากการศึกษา ยังพบว่า ราคาของผลผลิตในแต่ละปี ตลาดรองรับสินค้า มีส่วนช่วย ให้ครัวเรือนตัวอย่างตัดสินใจปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้ ที่ดินทำกิน โดยพบว่า ราคาของผลผลิตในปี พ.ศ. 2560 ที่ เกษตรกรเริ่มมีการปลูกพืชชนิดต่าง ๆ มากขึ้น มีการรับซื้อ จากมูลนิธิโครงการหลวง เช่น เสาวรส มีราคาประมาณที่ 4-5 บาทต่อกิโลกรัม โดยมูลนิธิโครงการหลวงจะ ปรับเปลี่ยนราคาให้สอดคล้องกับราคาตลาดในแต่ละ สัปดาห์ ซึ่งเป็นส่วนที่ทำให้ครัวเรือนตัวอย่างได้ลดต้นทุนใน การขนส่งสินค้าและเมล็ดพันธุ์หรือกล้าไม้ โดยมีรายได้รวม เฉลี่ย 14,111.11 บาทต่อปี ขณะที่ปี พ.ศ. 2561-2564 ครัวเรือนตัวอย่างเริ่มมีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มากขึ้น เนื่องจากข้าวโพด มีราคาที่ 7-8 บาทต่อกิโลกรัม ส่งผลให้ ครัวเรือนตัวอย่างที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีรายได้รวม เฉลี่ยประมาณ 95,263.16 บาทต่อปี ซึ่งมากกว่าการปลูก พืชชนิดต่าง ๆ

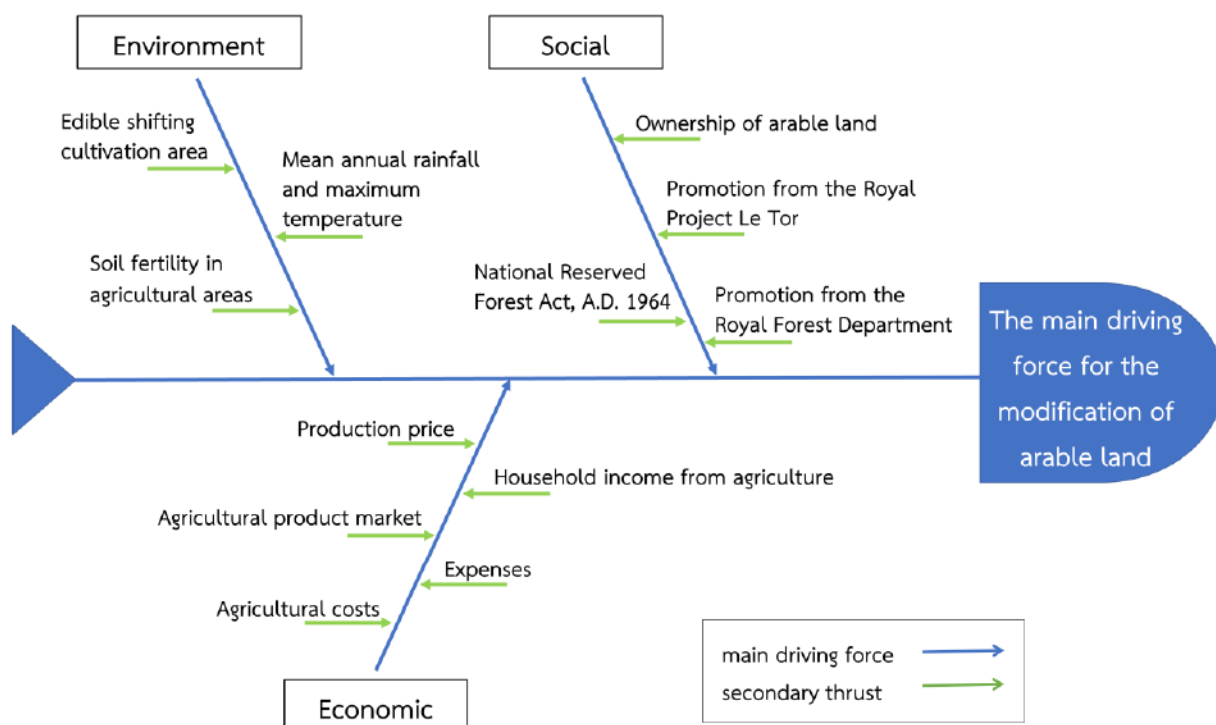


Figure 3 Fishbone diagram, indicating the reason for changes in arable land during the past five years.

แรงผลักดันทางสังคม จากการวิเคราะห์พบว่า ร้อยละ 41.3 ของเกษตรกรตัวอย่างที่ปรับเปลี่ยนเพราะมีการส่งเสริมจากศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหรือหน่วยงานอื่น ๆ เพื่อให้มีความชัดเจนในการถือครองที่ดินทำกินมากขึ้น ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่เริ่มมีการปรับเปลี่ยนชนิดพันธุ์พืชที่ปลูกมากขึ้นในปี พ.ศ. 2562 โดยสามารถจำแนกการปรับเปลี่ยนชนิดพันธุ์พืชที่ปลูกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ การปรับเปลี่ยนตามการส่งเสริมของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงและหน่วยงานอื่น ๆ ของรัฐ (ร้อยละ 45.65) ซึ่งนิยมปลูกเสาวรสา กาแฟ อะโวคาโด เนื่องจากมีรายได้รวมเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากอดีต 14,111.11 บาทต่อปี และใช้ต้นทุนการผลิตรวมเฉลี่ย 9,995 บาทต่อปี ซึ่งน้อยกว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และมีตลาดรับซื้อที่แน่นอน รวมถึงการขนส่งสินค้ามีค่าใช้จ่ายน้อยกว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เนื่องจากได้รับการสนับสนุนจากศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ซึ่งตรงข้ามกับการปรับเปลี่ยนชนิดพันธุ์พืชที่ไม่ได้มีการส่งเสริมจากศูนย์พัฒนาโครงการหลวง (ร้อยละ 71.74) ที่ถึงแม้จะมีรายได้รวมเฉลี่ย 95,263.16 บาทต่อปี แต่ก็มิต้นทุนการผลิตรวมเฉลี่ย 29,254 บาทต่อปี มากกว่าการปลูกพืชที่มูลนิธิโครงการหลวงสนับสนุน 19,259 บาทต่อปี

แรงผลักดันทางสิ่งแวดล้อม จากการวิเคราะห์พบว่า ร้อยละ 8.7 ที่ปรับเปลี่ยนเพราะมีความอุดมสมบูรณ์

ของดินลดลง ทำให้ต้องมีการปรับปรุงดินเพิ่มขึ้น โดยก่อนการปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้ที่ดินทำกิน เกษตรกรตัวอย่างร้อยละ 91.3 ไม่มีการปรับปรุงดิน โดยมีเพียงร้อยละ 8.6 ที่มีการปรับปรุงดิน โดยหลังการปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้ที่ดินทำกิน พบว่า เกษตรกรตัวอย่างได้มีการปรับปรุงดินในแปลงที่ 1 ถึง แปลงที่ 5 ด้วยการใส่ปุ๋ยเคมี เพิ่มขึ้นร้อยละ 21.8 ในพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ร้อยละ 18.4 รองลงมาในพื้นที่สวนเกษตรผสมผสาน ร้อยละ 6.8 พื้นที่ปลูกพืชเชิงเดี่ยวชนิดต่าง ๆ ร้อยละ 3.4 และพื้นที่ทำนากับไร่มันสำปะหลัง ร้อยละ 1.4 เพื่อช่วยที่ดินในพื้นที่เกษตรกรรมมีความอุดมสมบูรณ์สูงขึ้น

ผลกระทบของการปรับเปลี่ยนการใช้ที่ดินเกษตรกรรม

จากการสำรวจความคิดเห็นของเกษตรกรจำนวน 86 ครัวเรือน ดังแสดงใน Table 2 พบว่า การปรับเปลี่ยนการใช้ที่ดินเกษตรกรรมส่งผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจในเชิงบวกเนื่องจากรายได้ครัวเรือนเพิ่มขึ้น ซึ่งตรงกับความคิดเห็นของเกษตรกรตัวอย่างที่ให้ความคิดเห็นว่ามีรายได้ครัวเรือนจากการทำเกษตรกรรมเพิ่มขึ้น ร้อยละ 82.6 โดยให้เหตุผลว่า รายได้หลังการเปลี่ยนที่ดินทำกิน เช่น การหันมาปลูกพืชพันธุ์ชนิดต่าง ๆ และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สามารถสร้างรายได้ให้สูงกว่า เนื่องจากมีตลาดรองรับสินค้าแน่นอนขึ้น (ร้อยละ 56.5) และมีราคาผลผลิตสูงขึ้น (ร้อยละ 41.3) และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ก็ยังสามารถสร้าง

รายได้ให้กลุ่มตัวอย่างได้มากกว่าการใช้ที่ดินทำกินในรูปแบบเดิม

ผลกระทบทางด้านสังคม จากการวิเคราะห์พบว่าผลกระทบเชิงบวกเรื่องความชัดเจนในการถือครองที่ดินและกรรมสิทธิ์ในที่ดินที่เกษตรกรทำกิน โดยแสดงให้เห็นจากความคิดเห็นของเกษตรกรที่ให้ความคิดเห็นไว้ว่าความชัดเจนในการถือครองที่ดินและกรรมสิทธิ์ในที่ดินเหมือนเดิม (ร้อยละ 67.4) ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าแม้จะไม่

มีเอกสารสิทธิในที่ดินทำกินเหมือนในอดีตแต่การดำเนินการของรัฐโดยเฉพาะนโยบาย คทช. โครงการสร้างป่าสร้างรายได้ และโครงการส่งเสริมจากศูนย์พัฒนาโครงการหลวงเลอตอทำให้ชุมชนมีความชัดเจน มั่นใจและรู้สึกถึงความมั่นคงในการใช้ที่ดินทำกินโดยเฉพาะในพื้นที่ทำกินเดิมของครัวเรือน นอกจากนี้ยังทำให้เกิดการรับรู้กันในชุมชนว่าใครเป็นเจ้าของที่ดินที่ทำกินในพื้นที่นั้นด้วย

Table 2 Farmer's opinion on impact of changes in arable land during the past five years.

Detail of the impact	Sample households' opinion (n=46)		
	No impact Number	Decrease Number	Increase Number
Economic impact			
Household income from agriculture	8 (17.4%)	0 (0%)	38 (82.6%)
Production price	12 (26.1%)	15 (32.6%)	19 (41.3%)
Agricultural product market	19 (41.3%)	1 (2.2%)	26 (56.5%)
Social impact			
Clarity in land ownership	33 (71.7%)	1 (2.2%)	12 (26.1%)
Environmental impact			
Soil fertility in agricultural areas	11 (23.9%)	31 (67.4%)	4 (8.7%)
Agricultural water demand			
Agricultural water demand	33 (71.7%)	5 (10.9%)	8 (17.4%)

ผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม ส่วนใหญ่ให้ความเห็นว่าผลกระทบเชิงลบเรื่องความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่เกษตรกรรมน้อยลงจากอดีต (ร้อยละ 67.4) ทำให้ต้องมีการปรับปรุงดินมากขึ้น ไม่มีผลกระทบในประเด็นความต้องการใช้น้ำในการทำเกษตร โดยร้อยละ 67.4 เห็นว่าการใช้น้ำยังคงเท่าเดิม แต่เริ่มมีการใช้น้ำจากห้วยเพื่อทำเกษตรกรรมมากขึ้น ส่วนทางกับปริมาณน้ำในห้วยที่เริ่มจะลดลงเพราะฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาลและฤดูแล้งยาวนานขึ้น ตรงกับข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในปี พ.ศ. 2561 ที่เริ่มมีการปรับเปลี่ยนการใช้ที่ดิน มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 926.7 มิลลิเมตรต่อปี และลดลงเฉลี่ย 63.9 มิลลิเมตร ในปี พ.ศ. 2563 โดยพบว่าจังหวัดตากมีอุณหภูมิสูงสุดในปี พ.ศ. 2562 ซึ่งเป็นปีที่เริ่มมีการปรับเปลี่ยนมาปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มากขึ้น มีอุณหภูมิสูงสุดที่ 41.5 องศาเซลเซียส เพิ่มจากในปีที่ยังไม่มีการปรับเปลี่ยนมาปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 3.6 องศาเซลเซียส นอกจากนี้การปรับเปลี่ยนที่ดินทำกิน ทำให้พื้นที่ป่าไม้ในชุมชนลดลง (ร้อยละ 89.1) พื้นที่ภูเขาที่ไม่มีต้นไม้ปกคลุมเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับในอดีตที่พื้นที่ป่าไม้อันเป็นแหล่งใช้ประโยชน์ของชุมชนยังคงมีขนาดใหญ่ นอกจากนี้ป่าไม้ที่มีขนาดเล็กส่งผลกระทบต่ออยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ และ

ความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่ป่าไม้ลดลง (ร้อยละ 60.9) พืชพรรณในท้องถิ่นลดลง (ร้อยละ 47.8) ชุมชนมีแหล่งอาหารลดลง (ร้อยละ 78.3)

สรุปผล

เกษตรกรในบ้านห้วยโป่งไม่มีเอกสารสิทธิในการถือครองที่ดินเนื่องจากอาศัยอยู่ในป่าสงวนแห่งชาติ อย่างไรก็ตามเกษตรกรมีสิทธิในการใช้ที่ดินทำกิน โดยในอดีตมีการทำเกษตรกรรมในรูปแบบไร่หมุนเวียนเพื่อปลูกข้าวไร่ ลักษณะไร่หมุนเวียนเป็นลักษณะของทรัพย์สินส่วนรวมของชุมชน เกษตรกรมีรายได้อยู่ระหว่าง 5,001-8,000 บาทต่อปี เนื่องจากส่วนมากยังมีการดำรงชีพโดยการพึ่งพิงทรัพยากรป่าไม้ในพื้นที่ป่าไม้รอบชุมชน การปรับเปลี่ยนการใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2561 จากพื้นที่ไร่หมุนเวียนไปเป็นพื้นที่ปลูกพืชเชิงเดี่ยว และพื้นที่วนเกษตร มีการปรับเปลี่ยนชนิดพันธุ์พืชที่ปลูกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ การปรับเปลี่ยนตามการส่งเสริมของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงเลอตอ และโครงการสร้างป่าสร้างรายได้ของกรมป่าไม้ เป็นต้น และการปรับเปลี่ยนที่ไม่ได้มีการส่งเสริมจากศูนย์พัฒนาโครงการหลวงเลอตอ ได้แก่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การเปลี่ยนแปลงชนิดพืชทำให้คนในชุมชนตระหนักถึงสิทธิการถือครองใน

พื้นที่ทำกินมากขึ้น ซึ่งเกิดจากความต้องการในการหา รายได้ที่เพิ่มมากขึ้น

แรงผลักดันในการปรับเปลี่ยนการใช้ที่ดิน พบว่า ร้อยละ 80.4 มีการปรับเปลี่ยนที่ดินเพราะต้องการให้ รายได้ของครัวเรือนเพิ่มขึ้น รวมถึงราคาของผลผลิตใน แต่ละปี ตลาดรองรับสินค้า ยังเป็นอีกหนึ่งส่วนที่ช่วยให้ ครัวเรือนตัวอย่างตัดสินใจปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้ที่ดิน ทำกิน รองลงมา ร้อยละ 41.3 มีการที่ปรับเปลี่ยนเพราะมี การส่งเสริมจากศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหรือหน่วยงาน อื่น ๆ เพื่อให้มีความชัดเจนในการถือครองที่ดินทำกินมากขึ้น

ผลกระทบของการปรับเปลี่ยนการใช้ที่ดิน จากสำรวจความคิดเห็นของเกษตรกรทำให้เห็นถึงร่องรอย ผลกระทบที่เกิดขึ้นหลังการปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้ที่ดิน ทำกิน ได้แก่ ผลกระทบด้านเศรษฐกิจเป็นผลกระทบเชิงบวก เนื่องจากรายได้ครัวเรือนเพิ่มขึ้น ผลกระทบด้านสังคม เป็น ผลกระทบเชิงบวกเรื่องความชัดเจนในการถือครองที่ดินและ กรรมสิทธิ์ในที่ดินที่ได้รับผลกระทบมาก และผลกระทบ ด้านสิ่งแวดล้อมเป็นผลกระทบเชิงลบ ที่การเปลี่ยนแปลง การใช้ที่ดินทำให้พื้นที่ป่าไม้ในชุมชนลดลง ดังนั้น หน่วยงาน ของรัฐที่ต้องการเพิ่มพื้นที่ป่าไม้ จึงควรมีการส่งเสริม วนเกษตรหรือการปลูกพืชอายุยาวที่สามารถลดต้นทุนทาง การเกษตรและทำให้เกษตรกรมีรายได้ที่เทียบเท่าหรือ สามารถทำรายได้ได้มากกว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพื่อ ลดพื้นที่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ นอกจากนี้การส่งเสริม การเกษตรนั้นต้องไม่ส่งผลกระทบต่อป่าไม้และความอุดม สมบูรณ์ของดิน

คำนิยาม

การวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนจากโครงการ ศึกษาการปลูกป่าและวนเกษตรบนพื้นที่สูงในพื้นที่ศูนย์ พัฒนาโครงการหลวงเลอตอ และมูลนิธิโครงการหลวง

REFERENCES

- Chotikijpiwat, J. 1999. **Sustainable Land Management: A case Study of the Karen's Shifting Cultivation in Chiangmai Province.** M.A. Thesis, Chiangmai University. Chiangmai, Thailand. (in Thai)
- Department of Lands. 2018. **Provincial Land Use.** http://www1.odd.go.th/WEB_OLP/report_research_N.html, 15 March 2020. (in Thai)
- Global Forest Watch (GFW). 2014. **Thailand.** <https://www.globalforestwatch.org/dashboards/country/THA/>, 22 April 2020. (in Thai)
- Kamyo, P., Yossuck, P., Panyadee, C., Fongmul, S. 2016. **Meta-analysis of research on community forest management in Thailand. Governance Journal**, 5(2): 238-255. (in Thai)
- Krejcie, R.V., Morgan, D.W. 1970. **Determining sample size for research activities. Educ. Psychol. Meas.**, 30(3): 607-610.
- Mianmit, N., Pothitan, R. 2017. **Fire management of rotational farming case study of Nam Moa village, Boklua district, Nan province. In: Proceedings of the Forest Conference.** September 5 – 7, 2017, Miracle Grand Convention Hotel, Bangkok, Thailand, pp. 242-248. (in Thai)
- Mianmit, N., Pothitan, R., Jindawong, K. 2019. **Management and Sustainable Use of Forest Resources of the Lerto Royal Project Development Center, Tak Province.** Faculty of Forestry, Kasetsart University. Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Princess Maha Chakri Sirindhorn Anthropology Centre (SAC). 2017. **The Rich Way: Shifting Cultivation with Karen.** Blog. https://www.sac.or.th/databases/ethnicedb/blog_inside.php?id=1920, 20 October 2020. (in Thai)
- Royal Forest Department. 2021. **Operational Manual for the Reforestation Project.** https://training.forest.go.th/mobile/ebook_pdf/8ae8e407864cd3b5e1298bdf1e6787f5.pdf, 6 September 2020. (in Thai)
- Royal Project. 2012. **Ler Tor Royal Project Development Center. Royal Project Development Center.** <http://royalprojectthailand.com/Data7047>, 12 July 2020. (in Thai)
- Seub Nakhasathien Foundation. 2017. **Report on the Situation of Thai Forests for the Year 2019 – 2020.** <https://www.seub.or.th/document/>, 20 October 2020. (in Thai)

นิพนธ์ต้นฉบับ

ประสิทธิภาพของเตาอบไม้แบบให้ความร้อนโดยตรง
กรณีศึกษาการอบถาดพิซซ่าที่ผลิตจากไม้จามจุรีThe Performance of Direct Heating Kiln:
A Case Study of Pizza Tray Drying from *Samanea Saman* Woodธิตี วานิชดิตรัตน์¹ศิริลักษณ์ สุขเจริญ¹อิสริย์ ฮาวปินใจ^{1*}อานนท์ เพิ่มพูล²นทีธรณ์ สิงห์สุวรรณ²ต่อลาภ คำโย²Thiti Wanishdilokratn¹Siriluk Sukjareon¹Itsaree Howpinjai^{1*}Arnon Phernpool²Nateethorn Singsuwan²Torlarp Kamyo²¹สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดแพร่ 54140¹Department of Forest Industry Technology, Maejo University Phrae Campus, Phrae 54140, Thailand²สาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดแพร่ 54140²Department of Agroforestry, Maejo University Phrae Campus, Phrae 54140, Thailand

*Corresponding Author; E-mail: itsaree_ho@mju.ac.th

รับต้นฉบับ 31 ตุลาคม 2565

รับแก้ไข 29 ธันวาคม 2565

รับลงพิมพ์ 9 มกราคม 2566

ABSTRACT

The study aimed to determine the physical and mechanical properties of wood such as moisture, density, specific gravity, shrinkage of wood, modulus of rupture (MOR) and modulus of elasticity (MOE). Parameters also included the moisture content of pizza tray, fuel content, fuel cost, temperature in the fuel compartment, and the temperature in kiln for 3 baking kilns with each kiln baking pizza trays for seven days. It was found that the wood had an average moisture content of 29.26 ± 2.54 percent, a mean density of $618.19 \pm 6.42 \text{ kg/m}^3$, specific gravity of 0.65 ± 0.06 , an average tactile shrinkage of 6.96 ± 0.43 percent, a mean radial shrinkage of 3.67 ± 0.76 percent, and a front cross-sectional shrinkage of 0.38 ± 0.23 percent. After drying, the MOR was $55.07 \pm 1.89 \text{ MPa}$ and MOE was $5,050.13 \pm 24.72 \text{ MPa}$. It was found that the average moisture content of the pizza tray on day 7 was the lowest at around 15.51 percent, the average fuel used during baking was 21.23 kg, the average baking fuel cost was 30.57 Baht, and the temperature used in baking on day 5 had the highest mean at 72.24°C and the temperature used for baking on day 5 was 84.14°C .

Keywords: Kiln; Physical properties of wood; Mechanical properties of wood; Temperature; *Samanea Saman* wood

บทคัดย่อ

การศึกษาประสิทธิภาพของเตาอบไม้แบบให้ความร้อนโดยตรง กรณีศึกษาการอบถาดพิชซ่าที่ผลิตจากไม้จามจรี มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและกลศาสตร์ ได้แก่ ความชื้น ความหนาแน่น ความถ่วงจำเพาะ การหดตัว และความแข็งแรงของไม้จามจรี รวมถึง ข้อมูลความชื้นของถาดพิชซ่า ปริมาณเชื้อเพลิง ต้นทุนของเชื้อเพลิง อุณหภูมิในช่องใส่เชื้อเพลิง และอุณหภูมิที่ใช้ในการอบ โดยการอบจำนวน 3 เตา แต่ละเตาจะอบถาดพิชซ่าด้วยระยะเวลา 7 วัน พบว่า ไม้จามจรีมีค่าปริมาณความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 29.26 ± 2.54 ค่าความหนาแน่นเฉลี่ย 618.19 ± 6.42 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ค่าความถ่วงจำเพาะ 0.65 ± 0.06 ค่าการหดตัวทางด้านสัมผัสเฉลี่ยร้อยละ 6.96 ± 0.43 ค่าการหดตัวทางด้านรัศมีเฉลี่ยร้อยละ 3.67 ± 0.76 และการหดตัวทางด้านหน้าตัดเฉลี่ยร้อยละ 0.38 ± 0.23 หลังการอบไม้มีค่าโมดูลัสแตกหัก 55.07 ± 1.89 MPa และค่าโมดูลัสยืดหยุ่น $5,050.13 \pm 24.72$ MPa ส่วนการศึกษาข้อมูลในการอบถาดพิชซ่า พบว่า ปริมาณความชื้นของถาดพิชซ่าวันที่ 7 ต่ำที่สุดเฉลี่ยร้อยละ 15.51 ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในการอบเฉลี่ย 21.23 กิโลกรัม ต้นทุนของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการอบเฉลี่ย 30.57 บาท อุณหภูมิที่ใช้ในการอบวันที่ 5 สูงที่สุดเฉลี่ย 72.24 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิที่ใช้ในการอบวันที่ 5 เฉลี่ย 84.14 องศาเซลเซียส

คำสำคัญ: เตาอบไม้ คุณสมบัติทางกายภาพของไม้ คุณสมบัติทางกลศาสตร์ของไม้ อุณหภูมิ ไม้จามจรี

คำนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมไม้มีแนวโน้มที่จะขยายตัวเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในจังหวัดแพร่ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีอุตสาหกรรมไม้ตั้งแต่ในระดับครัวเรือนไปจนถึงระดับโรงงานเป็นจำนวนมาก (Olankitwanich, 2016; Wanishdilokratn *et al.*, 2022) โดยไม้ที่นำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมไม้เริ่มมีปริมาณที่ลดลง จากการใช้ประโยชน์เป็นจำนวนมาก เช่น ไม้สัก ไม้พะยูน ไม้ชิงชัน เป็นต้น (Young, 2007) ทำให้มีความจำเป็นที่จะนำไม้ประเภทอื่นเข้ามาใช้ประโยชน์ทดแทนโดยเฉพาะอย่างยิ่งไม้จามจรี (*Samanea Saman*) ซึ่งเป็นไม้โตเร็วที่มีลวดลายสวยงาม ราคาไม่แพง หาได้ง่ายตามท้องถิ่น สามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้ เช่น ถาดพิชซ่า ชามอาหาร ปิ่นโตไม้ เป็นต้น อีกทั้งมีความหนาแน่นต่ำ และน้ำหนักเบา ทำให้สะดวกต่อการขนส่ง (Staples and Elevitch, 2006; Amankwah *et al.*, 2022)

การอบไม้ เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญในการใช้ประโยชน์ไม้ในเชิงอุตสาหกรรม ซึ่งชาวบ้านส่วนใหญ่ในพื้นที่จังหวัดแพร่ จะมีการอบไม้ด้วยเตาอบที่ก่อขึ้นเองจากอิฐเผาแบบภูมิปัญญาท้องถิ่น ประเภทเตาอบไม้แบบให้ความร้อนโดยตรง ซึ่งไม่มีการกำหนดระยะเวลา และอุณหภูมิในการอบที่เหมาะสม ทำให้เกิดการอบไม้ที่แห้งอย่างไม่สม่ำเสมอทั้งทั้งแผ่น และเกิดปัญหาต่าง ๆ ตามมา เช่น ไม้แตก ไม้บิด ไม้งอ เป็นต้น รวมถึงการเข้าทำลายของแมลงทำลายไม้จำพวกมอด ส่งผลต่อคุณภาพของไม้ลดลง และเกิดปริมาณของเสียเพิ่มมากขึ้น (Batista *et al.*, 2013; Yin and Liu, 2021)

จากปัญหาข้างต้นจะเห็นได้ว่า การอบไม้ที่ได้มาตรฐานเป็นกระบวนการที่มีความจำเป็นต่อการใช้

ประโยชน์ผลิตภัณฑ์ไม้จามจรี ซึ่งโรงงาน Kst อำเภอสอง จังหวัดแพร่ เป็นอีกหนึ่งโรงงานที่มีการใช้ประโยชน์ไม้จามจรีจากการอบด้วยเตาอบไม้แบบให้ความร้อนโดยตรง เนื่องจากเป็นไม้ที่มีความหนาแน่นต่ำ ทำให้ใช้เวลาในการอบไม่นาน (Martinović *et al.*, 2001; Delgado *et al.*, 2014) แต่เนื่องด้วยโรงงานไม่มีการเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการอบไม้ ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาข้อมูลการอบไม้จากปริมาณความชื้น ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ ข้อมูลต้นทุนของเชื้อเพลิง อุณหภูมิในช่องใส่เชื้อเพลิง และอุณหภูมิในเตาอบ และประสิทธิภาพของเตาอบไม้ โดยการศึกษาปัจจัยทางด้านกายภาพและทางกลศาสตร์ของเนื้อไม้ เช่น ความหนาแน่น ความถ่วงจำเพาะ การยืดหดตัวของเนื้อไม้ ความแข็งแรง เป็นต้น และ เพื่อเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์ไม้จากการอบไม้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อุปกรณ์และวิธีการ

การหาค่าคุณสมบัติทางกายภาพและทางกลศาสตร์ของเนื้อไม้

1. การหาค่าความชื้น ความหนาแน่น และความถ่วงจำเพาะของเนื้อไม้

ตัดตัวอย่างไม้ในลักษณะลูกบาศก์ขนาด $20 \times 20 \times 20$ มม. จำนวน 5 ชิ้น วัดขนาดหน้าตัดของตัวอย่างไม้ด้วยเวอร์เนียคาลิเปอร์ (vernier calipers) ในแต่ละด้าน ได้แก่ ด้านหน้าตัด (cross section) ด้านสัมผัส (tangential section) และด้านรัศมี (radial section) จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่งแล้วจดบันทึกผลเป็นน้ำหนักก่อนอบ ต่อมานำไปเข้าไปอบในเตาอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 103 ± 2 องศาเซลเซียส โดยใช้ระยะเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักหลังอบ แล้วคำนวณหาความชื้น ความถ่วงจำเพาะ และความหนาแน่นของ

ตัวอย่างไม้ ตามมาตรฐาน ASTM D 143 standard (2007) ดังนี้

การหาค่าปริมาณความชื้น แสดงดังสมการที่ (1)

$$MC = \left(\frac{W_1 - W_2}{W_2} \right) \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ MC คือ ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)

W_1 คือ น้ำหนักของชิ้นทดสอบก่อนอบ (กรัม)

W_2 คือ น้ำหนักของชิ้นทดสอบหลังอบ (กรัม)

การหาค่าความหนาแน่น แสดงดังสมการที่ (2)

$$D = \frac{M}{V} \quad (2)$$

เมื่อ D คือ ความหนาแน่น (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

M คือ น้ำหนักของชิ้นทดสอบ (กิโลกรัม)

V คือ ปริมาตรของชิ้นทดสอบ (ลูกบาศก์เมตร)

การหาค่าความถ่วงจำเพาะ แสดงดังสมการที่ (3)

$$SG = \frac{M_0}{V \times \rho_0} \quad (3)$$

เมื่อ SG คือ ความถ่วงจำเพาะ

M_0 คือ น้ำหนักอบแห้ง (กรัม)

V คือ ปริมาตรของชิ้นทดสอบ (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

ρ_0 คือ ความหนาแน่นของน้ำ (= 1 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)

2. การหาค่าการหดตัวของเนื้อไม้

ตัดตัวอย่างไม้ในลักษณะลูกบาศก์ขนาด 20 มม. × 20 มม. × 20 มม. จำนวน 5 ชิ้น วัดขนาดหน้าตัดของตัวอย่างไม้ด้วยเวอร์เนียคาลิเปอร์ (vernier calipers) ในแต่ละด้าน ได้แก่ ด้านหน้าตัด (cross section) ด้านสัมผัส (tangential section) และด้านรัศมี (radial section) ที่สามารถอ่านทศนิยมสองตำแหน่ง และบันทึกค่า นำตัวอย่างไม้ไปแช่น้ำในอ่างน้ำสำหรับแช่ไม้ที่อุณหภูมิห้อง โดยใช้ระยะเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไม้ขึ้นมาวัดขนาดไม้หลังแช่น้ำในแต่ละด้าน และทำการบันทึกค่า ต่อมาปรับสภาวะไม้ในอุณหภูมิห้อง วัดขนาดไม้ในแต่ละด้านของแต่ละวันจนค่าคงที่ แล้วนำมาคำนวณตามมาตรฐาน ASTM D 143 standard (2007) แสดงดังสมการที่ (4)

$$S = \frac{Si - Si_0}{Si \times 100} \quad (4)$$

S = การหดตัวของไม้จากสดถึงแห้งในอากาศหรือถึงอบแห้ง (ร้อยละ)

Si = ขนาดของไม้เมื่อสดของด้านสัมผัส ด้านรัศมี หรือด้านตามยาว แล้วแต่กรณี (มิลลิเมตร)

Si_0 = ขนาดของไม้หลังผึ่งแห้งในอากาศของด้านสัมผัส ด้านรัศมีหรือด้านตามยาว แล้วแต่กรณี (มิลลิเมตร)

1.3 การทดสอบค่าโมดูลัสแตกหักและค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของเนื้อไม้

สุ่มตัวอย่างภาคพิชชาก่อนอบแบบสุ่มสมบูรณ์จำนวน 3 เตาเตาละ 5 แผ่นรวมทั้งสิ้น 15 แผ่น นำมาตัดตัวอย่างไม้จากบริเวณกึ่งกลางของภาคพิชชาขนาด 20×20×300 มม. เพื่อนำไปทดสอบหาค่าโมดูลัสแตกหัก (modulus of rupture, MOR) และค่าโมดูลัสยืดหยุ่น (modulus of elasticity, MOE) ด้วยเครื่องทดสอบสากล (universal testing machine) ตามมาตรฐาน BS 373 standard (1985) หลังจากนั้นสุ่มชิ้นภาคพิชชาหลังการอบในแต่ละเตา 7 วัน จำนวน 3 เตาเตาละ 5 แผ่น รวมทั้งสิ้น 15 แผ่น นำมาตัดชิ้นทดสอบ แล้วทำการทดสอบค่าโมดูลัสแตกหัก และค่าโมดูลัสยืดหยุ่น เพื่อเปรียบเทียบความแข็งแรงและความยืดหยุ่นของภาคพิชชา

การเก็บข้อมูลการอบไม้

การเก็บข้อมูลการอบไม้ จากเตาอบไม้แบบให้ความร้อนโดยตรง แสดงดัง Figure 1 โดยทำการแบ่งการเก็บออกเป็น 3 เตา แต่ละเตาจะอบภาคพิชชาด้วยระยะเวลา 7 วัน โดย สามารถแบ่งการเก็บข้อมูลได้ดังนี้

1. การหาปริมาณความชื้นจากการอบภาคพิชชา โดยทำการสุ่มตัวอย่างภาคพิชชาไม้ทั่วทั้งเตา จำนวน 3 เตา เตาละ 30 แผ่น รวมทั้งสิ้น 90 แผ่น โดยทำการวัดขนาดความหนาของภาคพิชชาไม้ด้วยเวอร์เนียคาลิเปอร์ วัดเส้นผ่าศูนย์กลางโดยใช้ตลับเมตร และชั่งน้ำหนักภาคพิชชาไม้เพื่อเป็นน้ำหนักก่อนอบ โดยทำการวัดขนาดและชั่งน้ำหนักทุกวันเพื่อเป็นน้ำหนักหลังอบ หลังจากนั้นนำไปคำนวณหาค่าความชื้น แสดงดังสมการที่ (1)



Figure 1 Direct heating kiln used to dry the pizza trays

2. การวัดปริมาณเชื้อเพลิง โดยทำการชั่งน้ำหนัก ก่อนใส่เชื้อเพลิงด้วยเครื่องชั่งน้ำหนัก และการคิดต้นทุน ของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการอบ

3. การวัดอุณหภูมิในช่องใส่เชื้อเพลิง โดยใช้ เครื่องวัดอุณหภูมิ แบบอินฟราเรด (infrared thermometer) โดยเฉลี่ยข้อมูลของแต่ละวัน ที่ระยะเวลา ห่างกัน 4 ชั่วโมง จำนวน 6 ครั้ง/วัน ได้แก่ เวลา 2.00 น., 6.00 น., 10.00 น., 14.00 น., 18.00 น. และ 22.00 น.

4. การวัดอุณหภูมิภายในเตาอบ โดยใช้เครื่องวัด อุณหภูมิแบบอินฟราเรด ซึ่งทำการวัดภายในเตาอบ โดย เฉลี่ยข้อมูลของแต่ละวัน ที่ระยะเวลาห่างกัน 4 ชั่วโมง จำนวน 6 ครั้ง/วัน ได้แก่ เวลา 2.00 น., 6.00 น., 10.00 น., 14.00 น., 18.00 น. และ 22.00 น.

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลปริมาณความชื้นของถาดพิซซ่า ปริมาณ เชื้อเพลิง ต้นทุนของเชื้อเพลิง ปริมาณอุณหภูมิช่องใส่ เชื้อเพลิง และอุณหภูมิภายในเตาอบ มาวิเคราะห์ความ แปรปรวน (analysis of variance: ANOVA) และ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปมาวิเคราะห์ข้อมูล ทางสถิติ

ผลและวิจารณ์

ข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อไม้

การศึกษาข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อไม้ พบว่า ไม้จามจุรีมีค่าปริมาณความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 29.26 ± 2.54 ค่าความหนาแน่นเฉลี่ย 618.19 ± 6.42 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ย 0.65 ± 0.06 ค่าการหดตัวทางด้านสัมผัสเฉลี่ยร้อยละ 6.96 ± 0.43 ค่าการหดตัวทางด้านรัศมีเฉลี่ยร้อยละ 3.67 ± 0.76 และการหดตัวทางด้านหน้าตัดเฉลี่ยร้อยละ 0.38 ± 0.23 แสดงดัง Table 1

จากข้อมูลค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ย 0.65 และค่า ความหนาแน่นของไม้จามจุรีเฉลี่ย 618.19 กิโลกรัม/ ลูกบาศก์เมตร ซึ่งใกล้เคียงกับ Royal Forest Department (2016) และ Royal Forest Department (2005) ที่ได้ทำการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของไม้ จามจุรี พบว่า มีค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ย 0.55 และค่า ความหนาแน่นของไม้จามจุรีเฉลี่ย 620 กิโลกรัม/ลูกบาศก์ เมตร

Table 1 Moisture content, density, specific gravity, and shrinkage of pizza trays made of *Samanea Saman* wood

No.	Moisture (percent)	Density (kg/m ³)	Specific gravity	Shrinkage (Percent)		
				Tangential section	Radial section	Cross section
1	27.72	615.20	0.61	7.21	4.32	0.05
2	25.91	615.78	0.61	6.58	4.59	0.21
3	32.44	611.54	0.61	7.58	2.77	0.58
4	29.50	628.31	0.70	6.62	3.23	0.56
5	30.72	620.12	0.73	6.83	3.45	0.48
Average	29.26±2.54	618.19±6.42	0.65±0.06	6.96±0.43	3.67±0.76	0.38±0.23

ข้อมูลคุณสมบัติทางกลศาสตร์ของเนื้อไม้

การศึกษาข้อมูลคุณสมบัติทางกลศาสตร์ของเนื้อไม้พบว่า ไม้จามจุรียกก่อนอบมีค่าโมดูลัสแตกหักเฉลี่ย 46.11 ± 2.66 MPa และค่าโมดูลัสยืดหยุ่นเฉลี่ย $4,656.40 \pm 24.21$ MPa ส่วนไม้จามจุรียกหลังอบมีค่าโมดูลัสแตกหักเฉลี่ย 55.07 ± 1.89 MPa และค่าโมดูลัสยืดหยุ่นเฉลี่ย $5,050.13 \pm 24.72$ MPa แสดงดัง Table 2

จากข้อมูล ไม้จามจุรียกหลังอบมีค่าโมดูลัสแตกหักเฉลี่ย 55.07 MPa และค่าโมดูลัสยืดหยุ่นเฉลี่ย 5,050.13 MPa ซึ่งใกล้เคียงกับ Royal Forest Department (2016) และ Royal Forest Department (2005) ที่ได้ทำการทดสอบคุณสมบัติทางกลศาสตร์ของไม้จามจุรี พบว่า มีค่าโมดูลัสแตกหักเฉลี่ย 60 MPa และค่าโมดูลัสยืดหยุ่นเฉลี่ย 5,109 MPa

Table 2 MOR and MOE from before and after drying for each kiln

Kiln	Before drying		After drying	
	MOR (MPa)	MOE (MPa)	MOR (MPa)	MOE (MPa)
1	46.92±2.73	4,640.20±20.39	55.87±2.71	5,039.60±28.07
2	44.27±3.52	4,666.80±24.00	53.16±1.88	5,060.20±25.12
3	47.13±1.72	4,662.20±28.23	56.19±1.07	5,050.60±20.98
Average	46.11±2.66	4,656.40±24.21	55.07±1.89	5,050.13±24.72

ข้อมูลปริมาณความชื้นในการอบถาดพิซซา

การศึกษาข้อมูลปริมาณความชื้นในการอบถาดพิซซา พบว่า ปริมาณความชื้นของถาดพิซซาเฉลี่ยทั้ง 3 เตา มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงดัง Table 3 โดยปริมาณความชื้นของถาดพิซซาวันที่ 1 เฉลี่ยร้อยละ 29.30 วันที่ 2 เฉลี่ยร้อยละ 26.63 วันที่ 3 เฉลี่ยร้อยละ 25.59 วันที่ 4 เฉลี่ยร้อยละ 23.25 วันที่ 5 เฉลี่ยร้อยละ 22.65 วันที่ 6 เฉลี่ยร้อยละ 18.22 และวันที่ 7 เฉลี่ยร้อยละ 15.51 แสดงดัง Figure 2

จากข้อมูลปริมาณความชื้นการอบไม้วันที่ 7 เฉลี่ยร้อยละ 15.51 ซึ่งใกล้เคียงกับ Phetsongkram and Ngamsritragul (2018) ที่ได้ทำการศึกษการอบแห้งของ

ไม้ยางพารา พบว่า ช่วงความชื้นของไม้หลังการอบอยู่ระหว่างร้อยละ 10-15 และใกล้เคียงกับ Batista *et al.* (2017) ที่ได้ทำการศึกษการวิเคราะห์กระบวนการอบไม้ในโรงงานอบไม้ที่ประเทศบราซิล พบว่า ไม้ที่ทำการอบจะมีความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 12-14 ซึ่งไม้ก่อนอบที่มีปริมาณความชื้นสูงจะเกิดการพองตัว ทำให้ผนังเซลล์มีการอ่อนตัวลง ส่งผลต่อค่าโมดูลัสแตกหัก และค่าโมดูลัสยืดหยุ่นที่ลดลง ส่วนไม้หลังอบในสถานะที่เหมาะสมจะมีปริมาณความชื้นที่ลดลง ทำให้ผนังเซลล์เกิดการหดตัวจนมีขนาดคงที่ ส่งผลต่อค่าโมดูลัสแตกหัก และค่าโมดูลัสยืดหยุ่นที่เพิ่มขึ้น โดยปริมาณความชื้นของไม้จากเตาอบไม้ที่มีประสิทธิภาพควรจะมีค่าความชื้นหลังอบเฉลี่ยประมาณร้อยละ 12 (Sriaran, 1999)

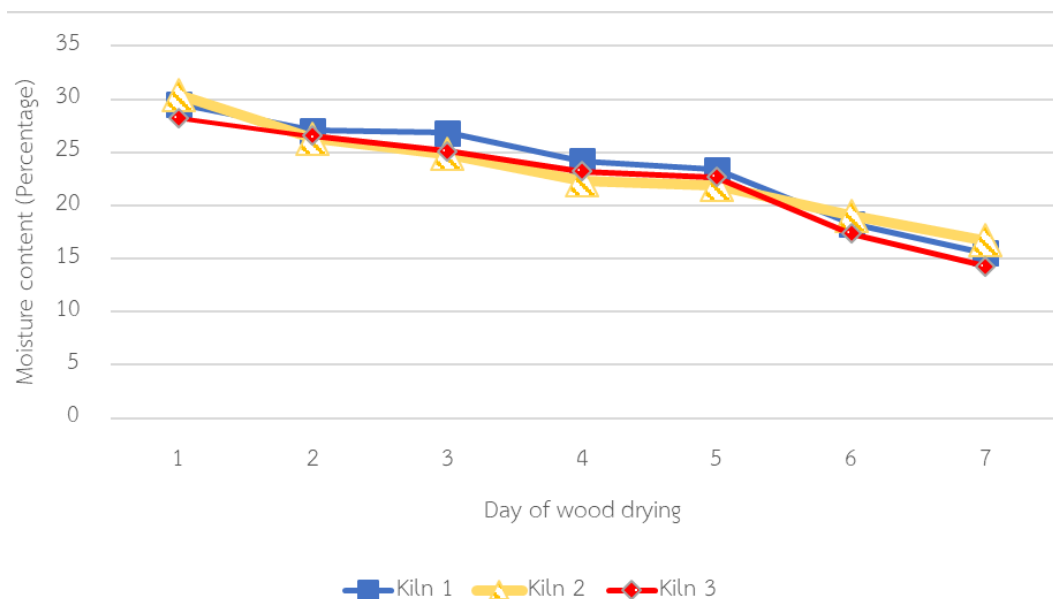


Figure 2 Percentage moisture content of trays dried in each kiln

ข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิงในการอบถาดพิชซ่า

การศึกษาข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิงในการอบถาดพิชซ่า พบว่า ปริมาณเชื้อเพลิงเฉลี่ยทั้ง 3 เตา มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงดัง Table 3 โดยปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในการอบวันที่ 1 เฉลี่ย 78.23 กิโลกรัม ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในการอบวันที่ 2 เฉลี่ย 71.67 กิโลกรัม ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในการอบวันที่ 3 เฉลี่ย 72.33 กิโลกรัม ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในการอบวันที่ 4 เฉลี่ย 74.59 กิโลกรัม ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในการอบวันที่ 5 เฉลี่ย 70.64 กิโลกรัม ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในการอบวันที่ 6 เฉลี่ย 50.64 กิโลกรัม และปริมาณเชื้อเพลิง

ที่ใช้ในการอบวันที่ 7 เฉลี่ย 21.23 กิโลกรัม แสดงดัง Figure 3 โดยช่วงวันที่ 1-5 มีการใช้ปริมาณเชื้อเพลิงที่สูงเนื่องจากไม้สด โดยความชื้นในเนื้อไม้จากการอบจะเริ่มลดจากผิวหน้าไม้ ไปจนถึงด้านในของเนื้อไม้ จากนั้นเมื่อความชื้นไม้สามารถลดลงได้อย่างคงที่แล้ว จึงสามารถลดปริมาณเชื้อเพลิงลงในวันที่ 6-7

จากข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิงในการอบถาดพิชซ่า พบว่า มีความคล้ายคลึงกับ Jiri *et al.* (2018) ที่ได้ศึกษาอิทธิพลของเวลาและสภาวะในการเปลี่ยนแปลงความชื้นของไม้ในการอบแห้ง ซึ่งในระยะเวลาช่วงแรกของการอบไม้จะใช้ปริมาณเชื้อเพลิงจำนวนมาก และจะลดปริมาณเชื้อเพลิงลงในช่วงหลังก่อนปิดเตาอบไม้

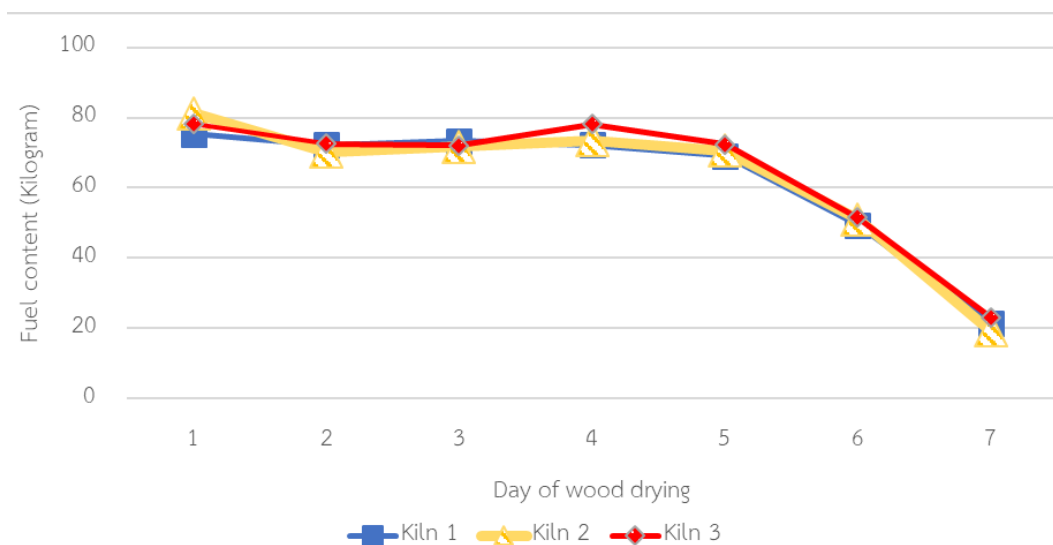


Figure 3 Percentage fuel content used in each kiln

ข้อมูลต้นทุนของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการอบถาดพิชซ่า

การศึกษาข้อมูลต้นทุนของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการอบถาดพิชซ่า พบว่า ต้นทุนของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการอบเฉลี่ยทั้ง 3 เตา มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แสดงดัง Table 3 โดยต้นทุนของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการอบวันที่ 1 เฉลี่ย 112.66 บาท ต้นทุนของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการอบวันที่ 2 เฉลี่ย 103.21 บาท ต้นทุนของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการอบวันที่ 3 เฉลี่ย 104.16 บาท ต้นทุนของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการอบวันที่ 4 เฉลี่ย 107.40 บาท ต้นทุนของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการอบวันที่ 5 เฉลี่ย 101.72

บาท ต้นทุนของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการอบวันที่ 6 เฉลี่ย 72.92 บาท และต้นทุนของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการอบวันที่ 7 เฉลี่ย 30.57 บาท แสดงดัง Figure 4 จากการใช้ปริมาณเชื้อเพลิงที่สูงขึ้น จะส่งผลโดยตรงต่อต้นทุนของปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในการอบถาดพิชซ่าที่เพิ่มขึ้น

จากข้อมูลต้นทุนของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการอบถาดพิชซ่า พบว่า มีความใกล้เคียงกับ Sejdin *et al.* (2018) ที่ได้ทำการศึกษาต้นทุนในกระบวนการอบไม้ ซึ่งต้นทุนจะขึ้นอยู่กับปริมาณเชื้อเพลิงและระยะเวลาที่ใช้ในการอบไม้ในแต่ละครั้ง

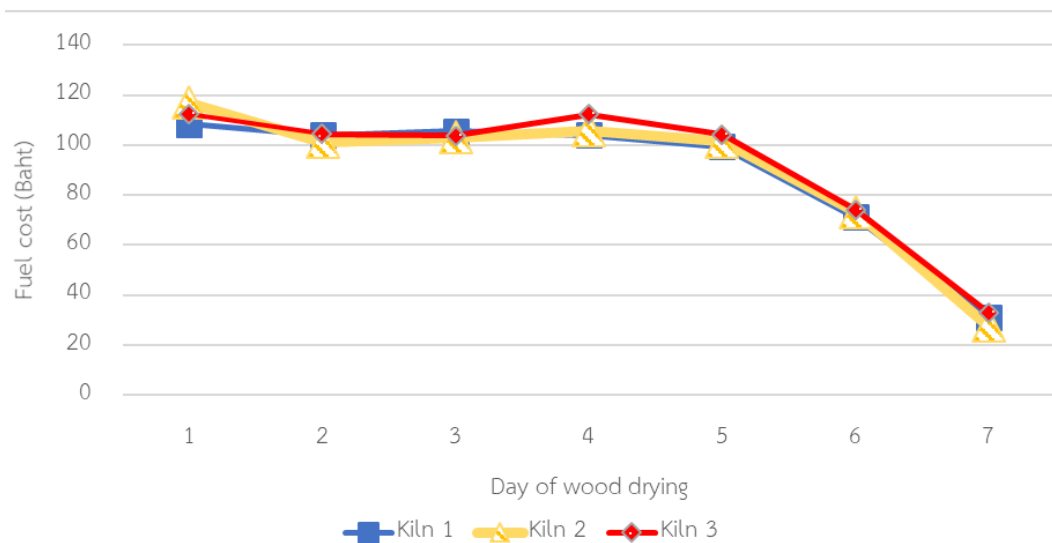


Figure 4 Percentage fuel cost of each kiln

ข้อมูลอุณหภูมิของไฟเชื้อเพลิงที่ใช้ในการอบถาดพิชซ่า

การศึกษาข้อมูลอุณหภูมิของไฟเชื้อเพลิงที่ใช้ในการอบถาดพิชซ่า พบว่า อุณหภูมิที่ใช้ในการอบเฉลี่ยทั้ง 3 เตา มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แสดงดัง Table 3 โดยอุณหภูมิที่ใช้ในการอบวันที่ 1 เฉลี่ย 45.11 องศาเซลเซียส วันที่ 2 เฉลี่ย 51.61 องศาเซลเซียส วันที่ 3 เฉลี่ย 70.05 องศาเซลเซียส วันที่ 4 เฉลี่ย 71.70

องศาเซลเซียส วันที่ 5 เฉลี่ย 72.24 องศาเซลเซียส วันที่ 6 เฉลี่ย 44.23 องศาเซลเซียส และวันที่ 7 เฉลี่ย 18.64 องศาเซลเซียส แสดงดัง Figure 5 โดยช่วงวันที่ 1-2 จะมีการใส่ปริมาณเชื้อเพลิงที่มาก เนื่องจากการเริ่มเปิดเตาอบจะทำให้อุณหภูมิภายในเตาไม่สูงมากนัก เมื่อเปรียบเทียบกับวันที่ 3-5 ซึ่งเมื่ออุณหภูมิภายในเตาอบคงที่ จะแปรผันตรงกับปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในการอบถาดพิชซ่า

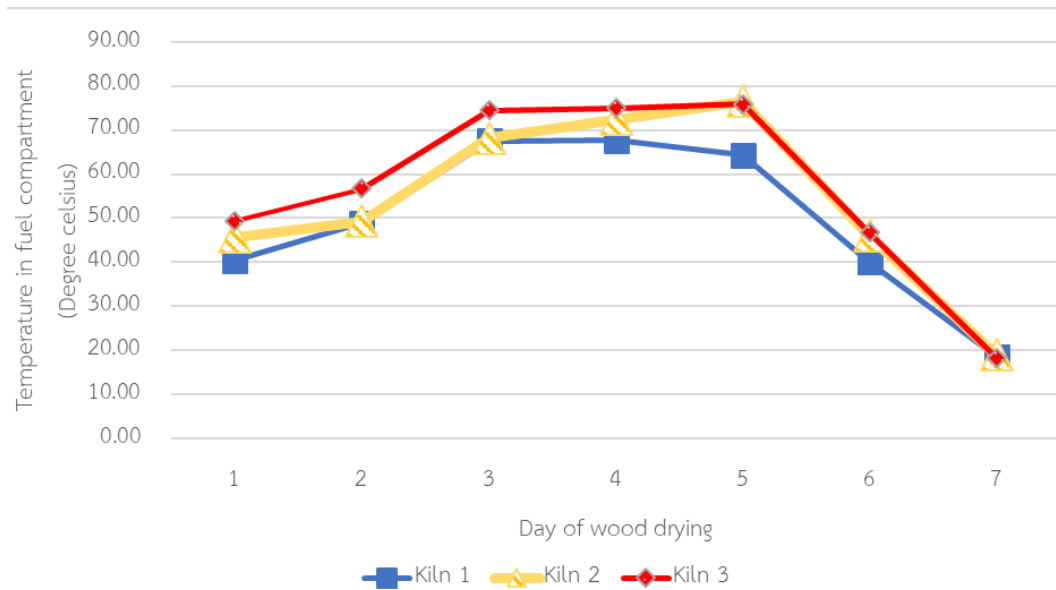


Figure 5 Temperature in the fuel compartment of each kiln

ข้อมูลอุณหภูมิภายในเตาอบที่ใช้ในการอบถากพิชซ่า

การศึกษาข้อมูลอุณหภูมิภายในเตาอบที่ใช้ในการอบถากพิชซ่า พบว่า อุณหภูมิภายในเตาอบเฉลี่ยทั้ง 3 เตา มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แสดงดัง Table 3 โดยอุณหภูมิที่ใช้ในการอบวันที่ 1 เฉลี่ย 66.97 องศาเซลเซียส วันที่ 2 เฉลี่ย 78.35 องศาเซลเซียส วันที่ 3 เฉลี่ย 82.69 องศาเซลเซียส วันที่ 4 เฉลี่ย 82.88 องศาเซลเซียส วันที่ 5 เฉลี่ย 84.14 องศาเซลเซียส วันที่ 6 เฉลี่ย 66.89 องศาเซลเซียส และวันที่ 7 เฉลี่ย 44.71 องศาเซลเซียส แสดงดัง Figure 6 โดยอุณหภูมิภายในเตาอบจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิในช่องใส่เชื้อเพลิง ซึ่งจะ

ค่อย ๆ เพิ่มขึ้นในวันที่ 1-2 มีอุณหภูมิที่สูงในวันที่ 3-5 และอุณหภูมิค่อย ๆ ลดลงในวันที่ 6-7

จากข้อมูลอุณหภูมิภายในเตาอบที่ใช้ในการอบถากพิชซ่าอยู่เฉลี่ยระหว่าง 44.71-84.14 องศาเซลเซียส ซึ่งใกล้เคียงกับ Ratanawilai *et al.* (2012) ที่ได้ทำการทดสอบการลดเวลาการอบไม้ยางพารา พบว่า ไม้ขนาด 1 นิ้ว และไม้ 1.5 นิ้ว จะใช้อุณหภูมิในการอบอยู่ในช่วง 70-80 องศาเซลเซียส ส่วนไม้ขนาด 2 นิ้ว จะใช้อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 65-75 องศาเซลเซียส และแตกต่างกับ Rahimi *et al.* (2022) ที่ได้ทำการทดลองการอบไม้เรดโอ๊ค (red oak) และไม้ป๊อปลาร์ (yellow-poplar) ที่ต้องใช้อุณหภูมิในการอบประมาณ 105 องศาเซลเซียส

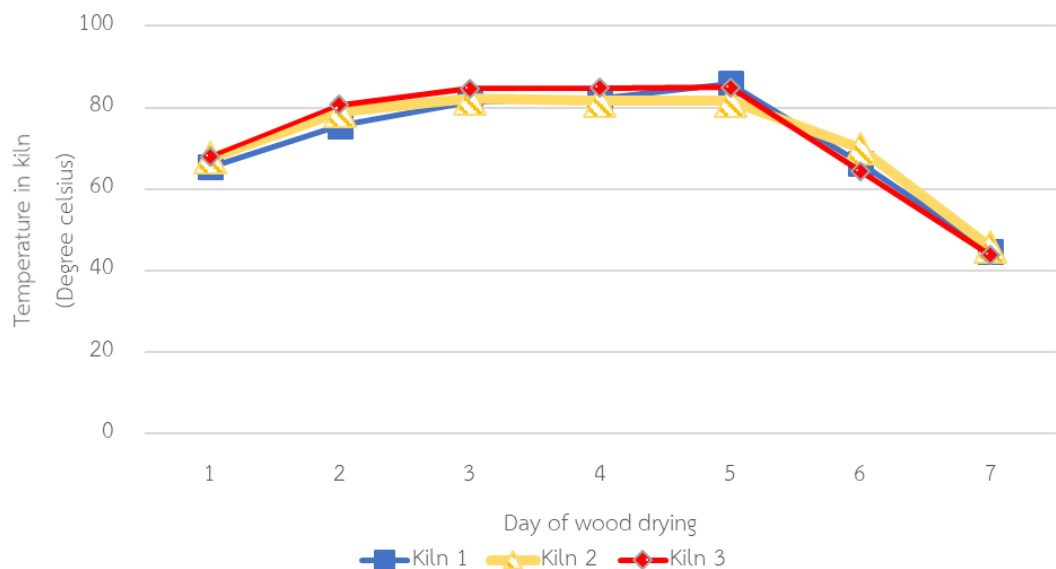


Figure 6 Temperature in each kiln

Table 3 Statistical analysis of moisture content, fuel, cost, fuel temperature, and temperature in the kiln

List	Group	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p-value
Moisture content	Between groups	9.639	2	4.820	1.862	0.161
	Within groups	225.172	87	2.588		
	Total	234.811	89			
Fuel content	Between groups	32.777	2	16.388	0.358	0.705
	Within groups	685.758	15	45.717		
	Total	718.535	17			
Cost	Between groups	1468.64	2	734.32	6.081	0.120
	Within groups	1811.25	15	120.75		
	Total	3279.88	17			
Temperature in fuel compartment	Between groups	58.311	2	29.156	0.155	0.857
	Within groups	2815.105	15	187.674		
	Total	2873.416	17			
Temperature in kiln	Between groups	5.256	2	2.628	0.524	0.603
	Within groups	75.276	15	5.018		
	Total	80.532	17			

สรุป

การศึกษาประสิทธิภาพของการอบถาดพิชชาไม้จากไม้จามจุรีด้วยเตาอบไม้แบบให้ความร้อนโดยตรงในโรงงานอบไม้ พบว่า ไม้จามจุรีมีค่าปริมาณความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 29.26±2.54 ค่าความหนาแน่นเฉลี่ย 618.19±6.42 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ค่าความถ่วงจำเพาะ 0.65±0.06 ค่าการหดตัวทางด้านสัมผัสเฉลี่ยร้อยละ 6.96±0.43 ค่าการหดตัวทางด้านรัศมีเฉลี่ยร้อยละ 3.67±0.76 และการหดตัวทางด้านหน้าตัดเฉลี่ยร้อยละ 0.38±0.23 หลังการอบไม้มีค่าโมดูลัสแตกหัก 55.07±1.89 MPa และค่าโมดูลัสยืดหยุ่น 5,050.13±24.72 MPa

ส่วนการศึกษาข้อมูลในการอบถาดพิชชา พบว่า ปริมาณความชื้นของถาดพิชชาวันที่ 7 ต่ำที่สุดเฉลี่ยร้อยละ 15.51 ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในการอบเฉลี่ย 21.23 กิโลกรัม ตันทุนของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการอบเฉลี่ย 30.57 บาท อุณหภูมิที่ใช้ในการอบวันที่ 5 สูงที่สุดเฉลี่ย 72.24 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิที่ใช้ในการอบวันที่ 5 เฉลี่ย 84.14 องศาเซลเซียส โดยการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ในการอบไม้จามจุรีอย่างเหมาะสม จะส่งผลต่อประสิทธิภาพของเตาอบไม้แบบให้ความร้อนโดยตรง

คำนิยาม

ขอขอบคุณ นางวชิราภรณ์ ภูระหงษ์ และนางวันดี ภูระหงษ์ ผู้ประกอบการโรงงาน Kst product อำเภอสอง

จังหวัดแพร่ ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่ในทำวิจัย รวมถึงพี่ ๆ พนักงานในโรงงาน Kst product ทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลงานวิจัยในครั้งนี้

REFERENCES

- Amankwaha, N. Y. A., Agbenorhevi, J. K., Rocksonb, M. A. D. 2022. Physicochemical and functional properties of wheat-rain tree (*Samanea saman*) pod composite flours. *Int. J. Food Prop.*, 25(1): 1317-1327. doi: 10.1080/10942912.2022.2077367.
- American Society for Testing and Materials (ASTM). 2007. **D 143**. Standard Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber.
- Batista, C.D., Klitzke, R.J., Rocha, M.P., Muñoz, G.I.B., Batista, T.R. 2013. Volume loss as a tool to assess kiln drying of eucalyptus wood. *Floresta Ambiente*, 20(2): 250-256. doi: 10.4322/foram.2013.017.
- Batista, C.D., Lube, V.M., Silva, J.G.M., Vitória, J.B.R. 2017. Analysis of the kiln drying process of a sawmill in Espírito Santo state, Brazil: A case study. *Brazilian Journal of Wood Science*, 8(3): 177-186. doi: 10.12953/2177-6830/rcm.v8n3p.

- British Standard (BS). 1985. **BS 373 Method of Testing Small Clear Specimens of Timber**. British Standards Institution.
- Delgado, D.C., Hera, R., Cairo, J., Orta, Y. 2014. *Samanea saman*, a multi-purpose tree with potentialities as alternative feed for animals of productive interest. **Cuban Journal of Agricultural Science**, 48(3): 205-212.
- Jiri, H., Lenka, K., Sarka, T., Vendula, L., Kamil, K., Frantisek, H., Petr, K., Zdenek, K., Tadeas, O., 2018. Change in the wood moisture dependency on time and drying conditions for heating by wood combustion. **Wood Research**, 63(2): 261-272.
- Martinović, D., Horman, I., Demirdzic, I., 2001. Numerical and experimental analysis of a wood drying process. **Wood Sci. Technol.**, 35(1): 143-156.
- Olankitwanich, A. 2016. **Wood and Furniture Industry in Pathum Thani Province**. Provincial Offices of Natural Resources and Environment Pathum Thani, Ministry of Natural Resources and Environment. (in Thai)
- Phetsongkram, P., Ngamsritragul, P. 2018. Empirical correlation of water evaporation rate from 25. 4- mm thick rubberwood lumber. **KMUTT Research & Development Journal**, 41(3): 323-346. (in Thai)
- Rahimi, S., Singh, K., DeVallance, D., Chu, D., Bahmani, M. 2022. Drying behavior of hardwood components (sapwood, heartwood, and bark) of red oak and yellow-poplar. **Forests.**, 13(1): 722-736. doi: 10.3390/f13050722.
- Ratanawilai, T., Boonseng, K., Chuchom, S. 2012. Drying time reduction of rubberwood. **KKU Research Journal**, 17(4): 505-514. (in Thai)
- Royal Forest Department. 2005. **The Thai Hardwoods**. Forest Research and Development office, Royal Forest Department. (in Thai)
- Royal Forest Department. 2016. **General Characteristics of Thai Timber**. Forest Research and Development office, Royal Forest Department. (in Thai)
- Sejdiu, R., Bejtja, A., Bajraktari, A. 2015. Calculation of cost during timber kiln drying in Kosovo. **International Journal of Ecosystems and Ecology Science**, 5(1): 115-118.
- Sriaran, P. 1999. **Wood Seasoning**. Forest Product Extension Program. Faculty of Forestry, Kasetsart University (in Thai)
- Staples, G.W., Elevitch, C.R. 2006. *Samanea saman (Rain Tree)*. Permanent Agriculture Resources, Hawaii.
- Wanishdilokratn, T., Sukjareon, S., Howpinjai, I., Kamy, T., Wangtong, C. 2022. Comparison of timber volumes during teak bed production between Wiang Thong and Mee Kong factories in Sung Men district, Phrae province. **Thai Journal of Forestry**, 41(2): 116-126. (in Thai)
- Yin, Q., Liu, H. 2021. Drying stress and strain of wood: A review. **Appl. Sci.**, 11(11): 5023-5049. doi: 10.3390/app11115023.
- Young, R.A. 2007. **Wood and Wood Products**. Kent and Riegel's Handbook of Industrial Chemistry and Biotechnology. pp. 1234-1293. doi: 10.1007/978-0-387-27843-8_28.

นิพนธ์ต้นฉบับ

ความพร้อมในการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน : กรณีศึกษา วิสาหกิจชุมชน
กลุ่มอาสาสมัครพิทักษ์กระทิงและมัคคุเทศก์ตำบลวังหมี่ จังหวัดนครราชสีมา

Readiness of Community - based Tourism Management: A Case Study of a Community
Enterprise, Gaur Protection Volunteer Group, and Wang Mi Subdistrict Tourist Guides,
Nakhon Ratchasima Province

รักสุดา มามะ^{1,2}
รัชณี โพธิ์แทน^{1*}
นิตยา เมียนมิตร¹

Raksuda Mama^{1,2}
Rachanee Pothitan^{1*}
Nittaya Mianmit¹

¹คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

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

²กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

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

*Corresponding author, E-mail: fforrcm@ku.ac.th

รับต้นฉบับ 7 ตุลาคม 2565

รับแก้ไข 6 พฤศจิกายน 2565

รับลงพิมพ์ 21 พฤศจิกายน 2565

ABSTRACT

The objectives of the study were to report the status and patterns of community-based tourism and community readiness regarding tourism management through community enterprise, Gaur Protection Volunteer group, and Wang Mi Sub district tourist guides. Data were collected using non-participant observations, in-depth interviews, and focus group interviews with key-informants. Questionnaire surveys were also collected from 118 households in the villages of Khlong Pla Kang and Sup Thawikhun. Content analysis was used to analyze the qualitative data, and descriptive statistics (sample mean and standard deviation) were used to analyze the quantitative data.

Results shows that the communities have managed their tourism programs as the wildlife tourism which mainly utilizes wildlife in its natural habitats. The community readiness of tourism management, measured through 41 indicators, was moderate ($\bar{X} = 1.92$) and was categorized into five components. The community-based tourism management component (8 indicators) had the highest readiness ($\bar{X} = 1.97$). Environmental conservation and improvement (7 indicators) as well as a promotion of community and visitor engagement (7 indicators) had the second highest levels of the community readiness ($\bar{X} = 1.93$) and was followed by livelihood enhancement (5 indicators) and quality of services and safety (14 indicators), respectively ($\bar{X} = 1.89$, $\bar{X} = 1.87$). Recommendations to promote community-based tourism management in these villages include 1) capacity building of tourist guides and communities, 2) enhancing community enterprise's potential in tourism management, 3) encouraging community participation, 4) promoting eco-tourism activities connecting with nearby tourism destinations, and 5) promotion of tourism activities to the general public.

Keywords: Readiness; Community based tourism; Wildlife tourism

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสถานภาพ รูปแบบ และประเมินความพร้อมของชุมชนในการจัดการท่องเที่ยว โดยชุมชนของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน กลุ่มอาสาสมัครพิทักษ์กระทิงและมัคคุเทศก์ตำบลวังหมี มีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ การสังเกตการณ์แบบไม่มีส่วนร่วม การสัมภาษณ์เชิงลึกและการประชุมกลุ่มจากผู้ให้ข้อมูลหลัก และการสำรวจครัวเรือนด้วยแบบสัมภาษณ์จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 118 ครัวเรือน ในบ้านคลองปลากั้งและบ้านทรัพย์ทวีคุณ ตำบลวังหมี อำเภอลำน้ำเคียว จังหวัดนครราชสีมา วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา และข้อมูลเชิงปริมาณด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการศึกษา พบว่า การจัดการท่องเที่ยวของชุมชนมีโปรแกรมการท่องเที่ยวที่ใช้ประโยชน์จากสัตว์ป่าที่อาศัยอยู่ตามธรรมชาติ เป็นองค์ประกอบสำคัญในการประกอบกิจกรรม ในภาพรวมพบว่า ชุมชนมีความพร้อมในการจัดการท่องเที่ยว โดยชุมชนอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ย 1.92 แบ่งออกเป็น 5 องค์ประกอบ (41 ตัวชี้วัด) ได้แก่ ด้านการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน (8 ตัวชี้วัด) มีความพร้อมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 1.97 รองลงมา คือ ด้านอนุรักษ์และการปรับปรุงสิ่งแวดล้อม (7 ตัวชี้วัด) และด้านการส่งเสริมการมีส่วนร่วมระหว่างชุมชนกับนักท่องเที่ยว (7 ตัวชี้วัด) มีค่าเฉลี่ย 1.93 ด้านการส่งเสริมสภาพความเป็นอยู่ (5 ตัวชี้วัด) มีค่าเฉลี่ย 1.89 และด้านคุณภาพการให้บริการและความปลอดภัย (14 ตัวชี้วัด) มีค่าเฉลี่ย 1.87 มีแนวทางส่งเสริมการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน ได้แก่ 1) พัฒนาศักยภาพบุคคลนำเที่ยวและชุมชน 2) เสริมสร้างศักยภาพการบริหารจัดการการท่องเที่ยวของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน 3) พัฒนาการมีส่วนร่วมของชุมชน 4) ส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงนิเวศที่เชื่อมโยงแหล่งท่องเที่ยวต่าง ๆ และ 5) ประชาสัมพันธ์ให้กิจกรรมท่องเที่ยวโดยชุมชนเป็นที่รู้จักมากขึ้น

คำสำคัญ: ความพร้อม การท่องเที่ยวโดยชุมชน การท่องเที่ยวสัตว์ป่า

คำนำ

การท่องเที่ยวโดยชุมชน (community – based tourism) เป็นการท่องเที่ยวซึ่งชุมชนเป็นผู้กำหนดทิศทางการจัดการ และชุมชนมีบทบาทในการเป็นเจ้าของสิทธิในการจัดการดูแลเพื่อให้เกิดการเรียนรู้แก่ผู้มาเยือน และได้รับประโยชน์โดยรวมจากการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วน อีกทั้งเป็นเครื่องมือในการพัฒนาชุมชนให้เกิดความยั่งยืน และเป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ที่เน้นความสำคัญด้านสิ่งแวดล้อม โดยความสำเร็จของการจัดการท่องเที่ยวจะนำไปสู่การพัฒนาศักยภาพของชุมชน ทั้งด้านเศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม วัฒนธรรม และคุณภาพชีวิตของคนในชุมชน ทองถิ่น (Suansri and Yeejaw-haw, 2013; Manirochana, 2017) แต่ปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งของการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน คือ การเตรียมความพร้อมและการเข้ามามีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นที่ได้รับประโยชน์จากการท่องเที่ยวอย่างเป็นธรรม (Thongma, 2018) การจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนจำเป็นต้องอาศัยการมีส่วนร่วมของชุมชน และการดำเนินงานต้องมาจากความพร้อมของชุมชนจึงจะประสบความสำเร็จ (Tongsanoer, 2018) ซึ่งชุมชนในแต่ละแห่งมีศักยภาพของพื้นที่ในการเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่แตกต่างกันไป ตามสภาพพื้นที่ ลักษณะภายในชุมชน รวมถึงความสัมพันธ์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (Chimsook, 2001)

ตำบลวังหมี อำเภอลำน้ำเคียว จังหวัดนครราชสีมา เป็นพื้นที่ที่มีแนวเขตติดกับพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จึงประสบปัญหาสัตว์ป่าออกมานอกพื้นที่ป่าเข้ามาในพื้นที่เกษตรกรรมของชุมชน ก่อให้เกิดความเสียหายต่อพืชผลทางการเกษตรและทรัพย์สินต่าง ๆ ชุมชนพยายามหาทางออกด้วยการพลิกวิกฤติให้เป็นโอกาส โดยการนำปัญหาที่สัตว์ป่าออกมานอกพื้นที่มาใช้เป็นฐานทรัพยากรในการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน โดยส่งเสริมกิจกรรมการท่องเที่ยวที่ใช้ประโยชน์จากทรัพยากรสัตว์ป่า เพื่อบรรเทาปัญหาดังกล่าวในพื้นที่ 2 ชุมชน คือ บ้านคลองปลากั้ง และบ้านทรัพย์ทวีคุณ ซึ่งกลุ่มผู้สนใจได้รวมตัวกันก่อตั้งเป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชน กลุ่มอาสาสมัครพิทักษ์กระทิงและมัคคุเทศก์ตำบลวังหมี โดยการท่องเที่ยวสัตว์ป่า หมายถึง การเที่ยวชมหรือพบเห็นสัตว์ป่าในสภาพธรรมชาติ หรืออาจเป็นบริเวณที่ถูกกำหนดไว้ รวมไปถึงการสังเกตพฤติกรรมของสัตว์ป่า การสืบพันธุ์ การหาอาหาร และการเฝ้าติดตามสัตว์ป่า (Higginbottom, 2004) ซึ่งในพื้นที่ดังกล่าวเคยมีการจัดกิจกรรมการท่องเที่ยวโดยชุมชนที่ใช้ประโยชน์จากทรัพยากรสัตว์ป่าเพื่อการท่องเที่ยวมาก่อนแล้วตั้งแต่ พ.ศ. 2545 ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ได้รับความนิยมจากนักท่องเที่ยวเป็นจำนวนมาก แต่การดำเนินการดังกล่าวได้ยุติลงเมื่อปี พ.ศ. 2558 เนื่องจากขาดผู้นำในการดำเนินงาน และมีปัญหาในด้านการบริหารจัดการ เช่น ระเบียบและกฎหมายเกี่ยวกับอุทยานแห่งชาติ

ทักษะของผู้ให้บริการ การให้ความร่วมมือของเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ การส่งเสริมจากหน่วยงานต่างๆ และศักยภาพในการประกอบกิจกรรมของสมาชิกกลุ่ม เป็นต้น แต่ปัญหาผลกระทบที่ได้รับจากการที่สัตว์ป่าออกมาในพื้นที่ยังคงมีอยู่อย่างต่อเนื่อง ในปี พ.ศ. 2563 กลุ่มแกนนำชุมชนได้ร่วมตัวกันอีกครั้ง เพื่อจัดกิจกรรมการท่องเที่ยวโดยใช้ฐานทรัพยากรสัตว์ป่าและเชื่อมโยงการท่องเที่ยวไปสู่กิจกรรมรูปแบบอื่น ๆ ที่มีอยู่ในชุมชน

จากประเด็นปัญหาในการจัดการท่องเที่ยวโดยใช้ประโยชน์จากทรัพยากรสัตว์ป่าที่ชุมชนได้เคยดำเนินกิจกรรมการท่องเที่ยวโดยชุมชนมาแล้ว แต่ไม่สามารถดำเนินการได้อย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ผู้วิจัยมีความสนใจในการศึกษาสถานภาพและรูปแบบการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนของวิสาหกิจชุมชน กลุ่มอาสาสมัครพิทักษ์กระทิง และมัคคุเทศก์ตำบลวังหมี และประเมินความพร้อมของชุมชนในการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน ซึ่งการประเมินความพร้อมในด้านต่าง ๆ จะทำให้สามารถส่งเสริมและพัฒนาการจัดการการท่องเที่ยวโดยชุมชนได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน ช่วยลดความขัดแย้งระหว่างคนกับสัตว์ป่า นำไปสู่การอยู่ร่วมกันระหว่างคนและสัตว์ป่าให้ดียิ่งขึ้น และใช้ประโยชน์ทรัพยากรในพื้นที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุดเพื่อสร้างรายได้ให้กับชุมชนท้องถิ่น

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ได้แก่ แนวคำถามในการสัมภาษณ์เชิงลึก แบบสัมภาษณ์ อุปกรณ์บันทึกภาพและเครื่องบันทึกเสียง คอมพิวเตอร์ และโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลมีวิธีการได้แก่

1) การสังเกตการณ์แบบไม่มีส่วนร่วม (non-participant observation) เพื่อสังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชุมชน เช่น สภาพพื้นที่ รูปแบบกิจกรรมและการจัดการท่องเที่ยว การมีส่วนร่วมของคนในชุมชน สิ่งอำนวยความสะดวก เป็นต้น

2) การสัมภาษณ์เชิงลึก เป็นการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลหลัก (key informant) ใช้เทคนิคการหาผู้ให้ข้อมูลหลักแบบบอกต่อ (snowball technique) จำนวน 7 คน ได้แก่ กลุ่มแกนนำกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ จำนวน 2 คน ผู้นำชุมชน จำนวน 2 คน เจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ผู้ประกอบการนำเที่ยว และกลุ่มสนับสนุนที่เกี่ยวข้อง

3) การสำรวจครัวเรือนด้วยแบบสัมภาษณ์ เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณ โดยประยุกต์ใช้คำถามตามองค์ประกอบของมาตรฐานการท่องเที่ยวโดยชุมชนของอาเซียน ซึ่งเป็นการหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์ (IOC) (Lenz, 2010) มาสร้างเป็นข้อคำถาม จากนั้นนำไปทดลองใช้สัมภาษณ์ครัวเรือนตัวอย่างในพื้นที่ชุมชนบ้านสันกำแพง จำนวน 30 ครัวเรือน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสัมภาษณ์ โดยคำนวณค่าความเชื่อมั่นกรณีที่เป็นข้อคำถามเกี่ยวกับระดับความพร้อมในการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน ที่กำหนดการตอบแบบ Rating scale จากการทดสอบด้วยสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาช (Cronbach alpha coefficient) เท่ากับ 0.98 โดยมีประชากรในการศึกษาได้แก่ ครัวเรือนในบ้านคลองปลากั้ง และบ้านทรัพย์ทวีคุณ ตำบลวังหมี อำเภอน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 118 ครัวเรือน จากครัวเรือนทั้งหมด 137 ครัวเรือน ซึ่งกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างในการสำรวจด้วยสูตรของเครซีและมอร์แกน (Krejcie and Morgan, 1970) โดยกำหนดขนาดตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และสัมประสิทธิ์ความผันแปรเท่ากับ 0.5

4) การประชุมกลุ่ม โดยมีผู้เข้าร่วมประชุม ได้แก่ ประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ ตัวแทนสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ จำนวน 2 คน ผู้นำชุมชนจำนวน 2 คน และเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่จำนวน 2 คน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1) ข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึก การสังเกตการณ์ การประชุมกลุ่ม ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา (content analysis) เป็นการจับประเด็นสำคัญ ตีความหมาย คำอธิบาย และสถานการณ์ที่เกิดขึ้น

2) ข้อมูลเชิงปริมาณจากแบบสัมภาษณ์ วิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ คำนวณหาค่าสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในกรณีการประเมินความพร้อมของชุมชนในการจัดการท่องเที่ยว ได้มีการแสดงให้เห็นผลการประเมินของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช่สมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ และกลุ่มตัวอย่างที่เป็นสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ เพื่อเปรียบเทียบความคิดเห็นระหว่าง 2 กลุ่มตัวอย่าง เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช่สมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ ส่วนใหญ่เป็นประชาชนในชุมชนที่ทราบว่าในชุมชนมีกิจกรรมการท่องเที่ยวโดยชุมชน ไม่ได้เข้ามาใกล้ชิดกับการจัดการท่องเที่ยว แต่ให้การยอมรับและมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรม ส่วนกลุ่ม

ตัวอย่างที่เป็นสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ตรงและมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการการท่องเที่ยวโดยชุมชน ในการประเมินความพร้อมด้วยตัวชี้วัดตามเกณฑ์องค์ประกอบของมาตรฐานการท่องเที่ยวโดยชุมชนของอาเซียน ข้อที่ตอบว่ามีความพร้อมให้ใส่ค่าคะแนน 1 และข้อที่ตอบว่าไม่มีความพร้อมให้ใส่ค่าคะแนน 0 และกำหนดเกณฑ์การประเมินระดับความพร้อมของชุมชน ซึ่งได้แบ่งระดับความพร้อมเป็น 3 ระดับ มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 3 นำค่าประเมินมาเฉลี่ย โดยกำหนดค่าการประเมินดังนี้

ค่า 0.00 - 1.00 คือ การจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนอยู่ในระดับความพร้อมน้อย

ค่า 1.01 - 2.00 คือ การจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนอยู่ในระดับความพร้อมปานกลาง

ค่า 2.01 - 3.00 คือ การจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนอยู่ในระดับความพร้อมมาก

ผลและวิจารณ์

สภาพทั่วไปของหมู่บ้านคลองปลากั้งและหมู่บ้านทรัพย์ทวีคุณ

จากการสังเกตการณ์แบบไม่มีส่วนร่วม การสำรวจครัวเรือนด้วยแบบสัมภาษณ์ และการสัมภาษณ์เชิงลึกพบว่า

บ้านคลองปลากั้ง หมู่ที่ 16 และบ้านทรัพย์ทวีคุณ หมู่ที่ 22 ตำบลวังหมี อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดนครราชสีมา มีลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขาและที่ลาดชันเป็นลอนคลื่นสลับกันตลอดทั้งพื้นที่ มีแนวเขตติดกับอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จึงทำให้มีทรัพยากรธรรมชาติและสัตว์ป่าที่อุดมสมบูรณ์ มีแหล่งน้ำตามธรรมชาติที่มีต้นกำเนิดมาจากอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ไหลผ่านชุมชนสำหรับอุปโภคได้ตลอดทั้งปี และมีแหล่งท่องเที่ยวอื่นๆ ในบริเวณใกล้เคียงที่หลากหลาย

สภาพเศรษฐกิจและสังคม พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 51.69) มีอายุระหว่างอายุ 46 - 60 ปี (ร้อยละ 43.20) และจบการศึกษาระดับประถมศึกษา (ร้อยละ 43.22) มีสถานภาพในครัวเรือนเป็นหัวหน้าครัวเรือน (ร้อยละ 59.32) มีจำนวนสมาชิก 1-3 คน ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพรับจ้าง (ร้อยละ 60.17) เนื่องจากชุมชนมีพื้นที่ทำกินติดกับอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จึงประสบปัญหาสัตว์ป่าออกมาในพื้นที่เกษตรกรรม ส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อพืชผลทางการเกษตร และกลุ่มตัวอย่างมีการขายที่ดินให้กับบุคคลภายนอก เพื่อปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินจากภาคเกษตร

ไปสู่การสร้างเป็นธุรกิจการท่องเที่ยว บ้านพักตากอากาศ และการผลิตเป็นฟาร์มขนาดใหญ่ รวมทั้งการไม่มีที่ดินทำกิน จึงส่งผลให้กลุ่มตัวอย่างปรับเปลี่ยนอาชีพจากการเกษตรมาสู่การรับจ้างในธุรกิจเพื่อการท่องเที่ยวและการรับจ้างในภาคการเกษตร นอกจากนี้ยังพบว่า กลุ่มตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 38.98 ยังคงประกอบอาชีพเกษตรกรรม พืชที่นิยมปลูก ได้แก่ ข้าวโพด มันสำปะหลัง พืชผัก และไม้ผลชนิดต่าง ๆ โดยกลุ่มตัวอย่างมีรายได้เฉลี่ย 165,810 บาทต่อครัวเรือนต่อปี ทั้งนี้กว่าร้อยละ 50 ของครัวเรือนตัวอย่างมีภาวะหนี้สิน

สถานภาพและรูปแบบการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน

1. ประวัติของการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน

จากการสัมภาษณ์เชิงลึกและการประชุมกลุ่มพบว่า ในพื้นที่บ้านคลองปลากั้ง และบ้านทรัพย์ทวีคุณ มีปัญหากระต๊อบนอกพื้นที่ป่าเข้ามาหากินในพื้นที่เกษตรกรรม ส่งผลให้ประชาชนที่ได้รับความเดือดร้อนจากการที่พืชผลทางการเกษตรได้รับความเสียหาย จึงได้รวมตัวกันเพื่อก่อตั้งเป็นกลุ่มอาสาสมัครพิทักษ์กระต๊อบเมื่อปี พ.ศ. 2545 โดยการนำของ พ.ต.ท. ศักดิ์สิน เทพกลาง ซึ่งเป็นข้าราชการบำนาญ ที่พักอาศัยอยู่ในหมู่บ้านบุเจ้าคุณ แนวคิดการนำวิถีวิถีที่มีสัตว์ป่าออกมาหากินนอกพื้นที่มาพัฒนาการท่องเที่ยวโดยชุมชน ซึ่งกลุ่มได้ดำเนินกิจกรรมการท่องเที่ยวอย่างต่อเนื่อง แต่เมื่อประธานกลุ่มฯ เสียชีวิต ไม่มีผู้นำในการดำเนินการต่อ ก่อปรกับปัญหาในการบริหารจัดการ เช่น ระเบียบและกฎหมายเกี่ยวกับอุทยานแห่งชาติ ทักษะของผู้ให้บริการ การให้ความร่วมมือของเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ การส่งเสริมจากหน่วยงานต่างๆ และศักยภาพในการประกอบกิจกรรมของสมาชิกกลุ่ม เป็นต้น ส่งผลให้ชุมชนไม่สามารถดำเนินกิจกรรมต่อไปจนต้องยุติลงเมื่อแต่ต้องยุติลง ปี พ.ศ. 2558

อย่างไรก็ตาม ปัญหาสัตว์ป่าทั้งกระต๊อบและช้างป่าที่ออกมาหากินในพื้นที่เกษตรกรรมยังมีอยู่อย่างต่อเนื่อง และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ทำให้ความเสียหายให้แก่พืชผลทางการเกษตร สร้างความเดือดร้อนให้กับประชาชน ชุมชนจึงได้ร่วมกันหาทางออก และได้กลับมารวมกลุ่มกันอีกครั้งในปี พ.ศ. 2563 เพื่อจัดกิจกรรมการท่องเที่ยวโดยได้เปลี่ยนชื่อเป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชน กลุ่มอาสาสมัครพิทักษ์กระต๊อบและมัคคุเทศก์ตำบลวังหมี โดยมีนายสมชาย เสี่ยงทอง เป็นประธานกลุ่ม มีสมาชิกทั้งกลุ่มสมาชิกเดิมและประชาชนในตำบลวังหมีที่ได้รับความเสียหายจากสัตว์ป่าออกมาหากินจำนวน 21 คน การดำเนินกิจกรรมต่างๆ กลุ่มฯ ได้มีการร่วมมือกับหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ที่ขง.4 (คลองปลากั้ง) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบด้านการ

ผลักดันสัตว์ป่ากลับคืนสู่ธรรมชาติ ในปัจจุบัน ทั้งนี้ได้รับการสนับสนุนจากหลายภาคส่วน เช่น อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ มูลนิธิพิทักษ์อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ เป็นต้น

2. รูปแบบการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน

กิจกรรมการท่องเที่ยว มีอยู่ 2 ประเภท คือ กิจกรรมการท่องเที่ยวที่เน้นการใช้ทรัพยากรสัตว์ป่าเป็นฐานในการท่องเที่ยว ซึ่งจะเป็นการดำเนินการโดยกลุ่มวิสาหกิจฯ และกิจกรรมการท่องเที่ยวต่อเนื่องอื่น ๆ เนื่องจากกิจกรรมการท่องเที่ยวที่ใช้สัตว์ป่าเป็นฐาน ส่วนใหญ่มีช่วงเวลาในการประกอบกิจกรรมในช่วงเย็นและช่วงกลางคืน ดังนั้นในช่วงกลางวันนักท่องเที่ยวจึงสามารถประกอบกิจกรรมอื่น ๆ โดยในพื้นที่หรือบริเวณใกล้เคียงยังมีแหล่งท่องเที่ยว และกิจกรรมที่หลากหลายให้นักท่องเที่ยวสามารถเลือกประกอบกิจกรรมควบคู่ไปกับการท่องเที่ยวที่ใช้สัตว์ป่าเป็นทรัพยากรหลักในการท่องเที่ยวได้

2.1 กรณีกิจกรรมการท่องเที่ยวที่เน้นการใช้ทรัพยากรสัตว์ป่าเป็นฐานในการท่องเที่ยว มีพื้นที่ในการประกอบกิจกรรม 2 แห่ง คือ 1) หน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ที่ ขญ.4 (คลองปลากั้ง) โดยดำเนินการในบริเวณรอบแนวเขตของอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ พื้นที่ประมาณ 10 กิโลเมตร และบริเวณหอดูสัตว์คลองปลากั้ง และ 2) เขตห้ามล่าสัตว์ป่าเขาแผงม้า โดยดำเนินการในบริเวณเขตรอยต่อระหว่างหมู่บ้านคลองปลากั้งและเขตห้ามล่าสัตว์ป่าเขาแผงม้า และจุดสกัดเขาสูง โดยพื้นที่ทั้ง 2 ประกอบด้วยทรัพยากรที่มีอุดมสมบูรณ์ทั้งทรัพยากรป่าไม้และสัตว์ป่า โดยเฉพาะทรัพยากรสัตว์ป่าที่มีการใช้ประโยชน์เพื่อเป็นทรัพยากรการท่องเที่ยว ได้แก่ กระต๊อ ช้างป่า และนก รวมทั้งมีสิ่งอำนวยความสะดวกพื้นฐานประกอบด้วย ถนนที่สามารถเข้าถึง ทางเดิน ที่จอดรถ วิทยุสื่อสาร ราวกันตก จุดบริการนักท่องเที่ยว หอดูสัตว์ ที่พัก รีสอร์ท โฮมสเตย์ ห้องน้ำ ถังขยะ และสิ่งสาธารณูปโภคต่างๆ และพื้นที่สำหรับประกอบกิจกรรมกางเต็นท์และมีเต็นท์ไว้บริการแก่นักท่องเที่ยว มีกิจกรรมสำคัญดังต่อไปนี้

1) ดูกระต๊อ ช่วงเวลา 16.00 – 18.00 น. โดยในพื้นที่ในการดำเนินกิจกรรมจำนวน 2 แห่ง คือ หอดูสัตว์ ณ หน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ที่ ขญ.4

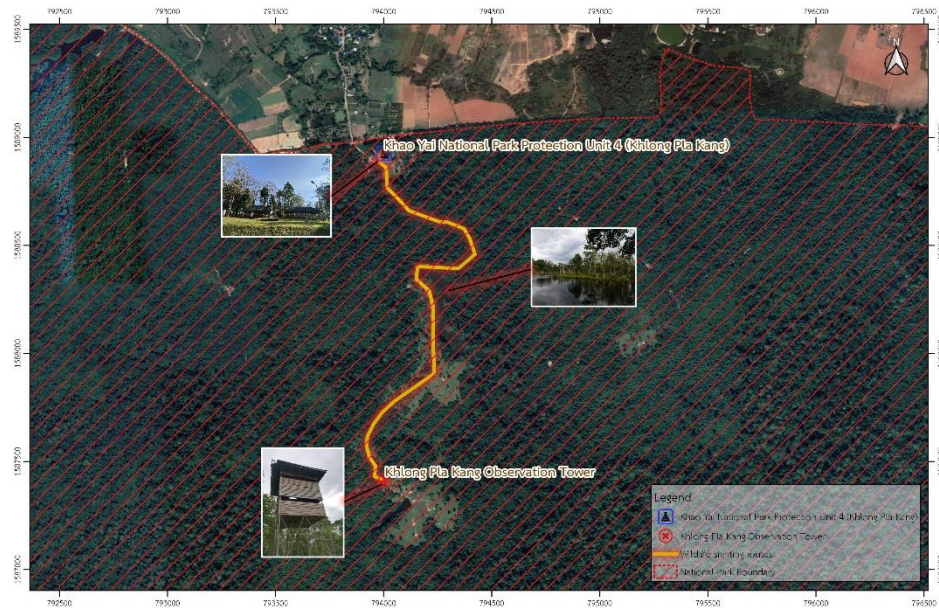
(คลองปลากั้ง) ตั้งอยู่บริเวณพื้นที่ทุ่งหญ้าติดชายป่าเชิงสันเขากำแพง ซึ่งมีทิวทัศน์ที่สวยงาม ในช่วงเย็นเวลาประมาณ 16.00 - 18.30 น. จะมีฝูงกระต๊อออกมาหากินในบริเวณใกล้ๆ นักท่องเที่ยวสามารถชมกระต๊อได้จากหอดูสัตว์อย่างชัดเจน และที่จุดสกัดเขาสูง ณ เขตห้ามล่าสัตว์ป่าเขาแผงม้า ซึ่งเป็นจุดชมกระต๊อที่ได้รับความนิยมจากนักท่องเที่ยวจำนวนมาก โดยจะมีพื้นที่สำหรับจัดไว้ให้นักท่องเที่ยวได้ดูกระต๊อผ่านทางกล้องส่องทางไกล ในช่วงเย็นเวลาประมาณ 16.00 - 17.00 น. จะมีฝูงกระต๊อออกมาหากินในบริเวณใกล้ๆ ให้นักท่องเที่ยวสามารถดูได้อย่างชัดเจน

2) ส่องสัตว์ ช่วงเวลา 19.00 – 21.00 น. ในการดำเนินกิจกรรมกำหนดให้รถส่องสัตว์รับนักท่องเที่ยวได้ไม่เกิน 7 คนต่อคัน โดยผู้ที่ดำเนินการกิจกรรมจะต้องเป็นสมาชิกของกลุ่มวิสาหกิจฯ ซึ่งในการบรรยายให้ความรู้แก่นักท่องเที่ยวของแต่ละคนจะแตกต่างกัน แล้วแต่ความเชี่ยวชาญในแต่ละด้านของผู้บรรยาย โดยมีเส้นทางส่องสัตว์ 2 เส้นทาง คือ หน่วยพิทักษ์ฯ ขญ.4 (คลองปลากั้ง) ไปยังหอดูสัตว์คลองปลากั้ง และหน่วยพิทักษ์ฯ ขญ.4 (คลองปลากั้ง) ไปยังจุดสกัดเขาสูง เขตห้ามล่าสัตว์ป่าเขาแผงม้า (Figure 1)

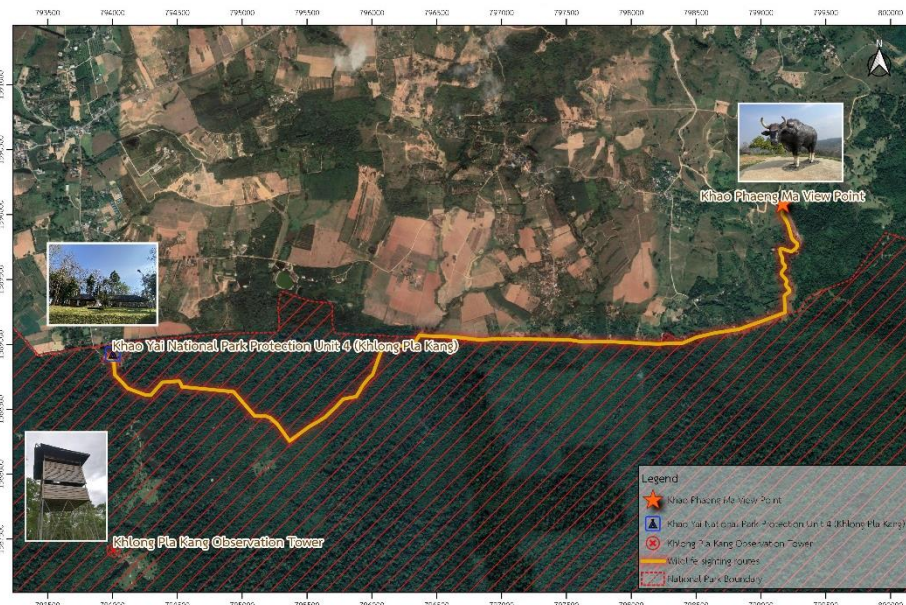
3) เดินป่าศึกษาธรรมชาติ เช่น ศึกษาสมุนไพร และธรรมชาติ เป็นต้น โดยดำเนินกิจกรรมในพื้นที่เส้นทางศึกษาธรรมชาติของหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ที่ ขญ.4 (คลองปลากั้ง) ระยะทาง 3.3 กิโลเมตร ซึ่งนักท่องเที่ยวจะต้องติดต่อขอใช้บริการมัคคุเทศก์สำหรับเป็นผู้นำทาง

4) เข้าค่ายพักแรม ดำเนินกิจกรรมในพื้นที่ของหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ที่ ขญ.4 (คลองปลากั้ง) โดยนักท่องเที่ยวจะต้องติดต่อขอใช้บริการก่อนล่วงหน้าอย่างน้อย 1 วัน

5) เดินป่าท่องไพร ชมน้ำตกแก่งยาว ซึ่งต้องเดินป่าเข้าไปในพื้นที่ของหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ที่ ขญ.4 (คลองปลากั้ง) โดยนักท่องเที่ยวจะต้องติดต่อขอใช้บริการมัคคุเทศก์สำหรับเป็นผู้นำทางและต้องมีเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่เป็นผู้ร่วมประกอบกิจกรรมด้วยทุกครั้ง



(A) From Khao Yai National Park Protection Unit 4 (Khlong Pla Kang) to Khlong Pla Kang Observation Tower



(B) From Khao Yai National Park Protection Unit 4 (Khlong Pla Kang) to Khao Phaeng Ma Viewpoint map

Figure 1 Wildlife sighting routes of community enterprise, Guar Protection Volunteer group, and Wang Mi Subdistrict Tourist Guides.

นักท่องเที่ยวที่เข้ามาประกอบกิจกรรมมีการติดต่อผ่านทางโทรศัพท์ที่ประชาสัมพันธ์ไว้ตามรีสอร์ทต่าง ๆ ช่องทางเพจ Facebook “ส่องสัตว์ดูกระทิง” และเดินทางมาติดต่อด้วยตัวเอง ณ จุดบริการนักท่องเที่ยวบริเวณหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ที่ขย. 4 (คลองปลากั้ง) ซึ่งจะมีคนของกลุ่มวิสาหกิจมานั่งรอรับนักท่องเที่ยวเป็นประจำทุกวัน โดยประธานกลุ่มวิสาหกิจฯ จะเป็นผู้จัดลำดับคิวให้กับสมาชิก โดยผู้ที่นำประกอบกิจกรรมต้องเป็นสมาชิกของกลุ่มวิสาหกิจฯ เท่านั้น และ

จะต้องมีเจ้าหน้าที่ของอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ร่วมประกอบกิจกรรมด้วยทุกครั้ง ยกเว้นในช่วงที่มีเจ้าหน้าที่ไม่เพียงพอก็จะให้ผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในเส้นทางและทราบวิธีปฏิบัติเมื่อพบเห็นสัตว์ป่าเป็นผู้ดูแลในการประกอบกิจกรรม โดยนักท่องเที่ยวจะต้องปฏิบัติตามระเบียบหรือข้อบังคับของอุทยานแห่งชาติอย่างเคร่งครัด ซึ่งส่วนมากลักษณะกิจกรรมจะเป็นแบบไปเช้าเย็นกลับ นักท่องเที่ยวที่เข้ามาประกอบกิจกรรมการท่องเที่ยวจะได้รับประสบการณ์ที่ตื่นเต้น และมีความรู้สึกร่วมในการทำ

กิจกรรม โดยนักท่องเที่ยวจะได้สัมผัสธรรมชาติอย่างแท้จริงของสัตว์ป่าที่อยู่ในพื้นที่ธรรมชาติ รวมทั้งได้รับประสบการณ์ความสุนทรีย์จากกิจกรรมการท่องเที่ยว และทำให้นักท่องเที่ยวมีความตระหนักถึงผลกระทบต่างๆ ที่เกิดกับทรัพยากร

โดยพื้นที่ในการประกอบกิจกรรมการท่องเที่ยวโดยชุมชนดังกล่าว เป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพในการเป็นแหล่งท่องเที่ยว ดังตัวอย่างจากบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

“พื้นที่มีทรัพยากรสัตว์ป่า และมีความอุดมสมบูรณ์ทางด้านทรัพยากร การเข้าถึงสะดวกสามารถเข้าถึงได้ ทางถนนลาดยางไม่มีร่องน้ำ มีห้องน้ำ มีที่พักทั้งรีสอร์ท โฮมสเตย์ ลานกางเต็นท์ และอยู่ใกล้แหล่งท่องเที่ยวอื่น ๆ ที่เป็นรู้จักของนักท่องเที่ยว เช่น แปลงผักที่บ้านทรัพย์ทวีคุณ อ่างเก็บน้ำสันกำแพง สวนผลไม้เกษตร มีการประสานงานและจัดลำดับคิว มีผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้านที่เป็นผู้ถนัดในการจัดคิวแม่บ้านในเรื่องของอาหารต่างๆ การต้อนรับ และมีกิจกรรมอื่นในเรื่องของการนวดสมุนไพร”

(ประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชน, สัมภาษณ์, 23 มกราคม 2565)

จากบทสัมภาษณ์ดังกล่าวมีความสอดคล้องกับองค์ประกอบในการบ่งชี้ศักยภาพของแหล่งท่องเที่ยวที่ Rojanasoonthorn (1999) ได้กล่าวไว้ว่า แหล่งท่องเที่ยวที่สามารถนำมาพัฒนาเพื่อตอบสนองความต้องการของนักท่องเที่ยวได้ ประกอบด้วยปัจจัยจุดใจหลักของการท่องเที่ยวด้านธรรมชาติ โดยมีลักษณะของแหล่งท่องเที่ยวที่สามารถตอบสนองความต้องการของนักท่องเที่ยวที่หลากหลาย และปัจจัยประกอบในการสนับสนุน มีสิ่งอำนวยความสะดวก และโครงสร้างพื้นฐาน เพื่อตอบสนองความต้องการของนักท่องเที่ยว

กิจกรรมการท่องเที่ยวสามารถสร้างรายได้เสริมให้กับชุมชน ทำให้คนในชุมชนขึ้น สร้างความร่วมมือสามัคคี และความสัมพันธ์อันดีระหว่างชาวบ้านกับเจ้าหน้าที่รัฐ แต่ยังมีผลด้านลบที่เกิดขึ้น เช่น การท่องเที่ยวอาจเป็นการรบกวนสัตว์ป่า และทำให้สัตว์ป่าเกิดความเคยชินจากการพบเห็นมนุษย์ ซึ่งชุมชนอาจได้รับผลกระทบจากการที่ไม่สามารถผลักดันสัตว์ป่าเข้าป่าได้ รวมทั้งปัญหาด้านมลพิษที่เกิดจากการท่องเที่ยว เช่น ขยะ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ ได้มีกิจกรรมในการปรับปรุงภูมิทัศน์ของเส้นทาง การบำรุงรักษาหอดูสัตว์ โดยตรวจสอบความชำรุดพังของอาคารและดำเนินการเท่าที่สามารถใช้วัสดุท้องถิ่นในการซ่อมบำรุงได้ เนื่องจากไม่มีงบประมาณ การจัดทำทุ่งหญ้าและโป่งเทียม การปลูกพืชที่เป็นอาหารของสัตว์ป่า เช่น ต้นเต้าร้าง ซึ่งเป็นพืชที่สัตว์กินและมีอยู่ในท้องถิ่น การสร้างฝายกั้นน้ำและแนวกัน

ไฟ และการอบรมเยาวชนเพื่อเป็นมัคคุเทศก์น้อย ซึ่งได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากชุมชน

2.2 กิจกรรมการท่องเที่ยวต่อเนื่องอื่น ๆ เป็นกิจกรรมที่นักท่องเที่ยวสามารถเลือกประกอบกิจกรรมได้ตามความสมัครใจ อาทิเช่น

1) การท่องเที่ยวเชิงนิเวศด้านสมุนไพร ในบ้านคลองปลากั้งและบ้านทรัพย์ทวีคุณ มีปราชญ์เรื่องสมุนไพรและมีแปลงสมุนไพรให้นักท่องเที่ยวที่มีความสนใจได้ศึกษาเรียนรู้

2) การท่องเที่ยวเชิงเกษตร ซึ่งนักท่องเที่ยวสามารถเข้าชมและเลือกซื้อผลิตภัณฑ์สำหรับเป็นของฝากในพื้นที่ใกล้เคียง เช่น ตลาดกลางพุทราณมสด (ผลผลิตมีช่วงเดือนกันยายน – เดือนกุมภาพันธ์) แปลงผักอแกนนิโคร์ “อัญพร” สวนเบญจมาศ ฟาร์มเห็ดหอมและเห็ดอื่น ๆ ที่สามารถเข้าชมขั้นตอนการผลิต สวนผักเมืองหนาวปลอดสารพิษ สวนลุงโชค Flora Park

3) การท่องเที่ยวชมวิวนิวบริเวนอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง 1 บริเวณหมู่บ้านสันกำแพง ซึ่งนักท่องเที่ยวสามารถพักผ่อนหย่อนใจและประกอบกิจกรรมนันทนาการปั่นจักรยาน และชื่นชมความสวยงามของบริเวณโดยรอบ

4) การท่องเที่ยวในพื้นที่อนุรักษ์อื่น ๆ เช่น จุดชมวิวกาเบ้ตะวันตกที่สามารถชมพระอาทิตย์ตกดิน มีมูลหลง มูลสามง่าม สถานที่ที่มีความงดงาม นักท่องเที่ยวสามารถชมทะเลหมอกในช่วงเช้าตรู่และเดินป่าศึกษาธรรมชาติ และมีน้ำตกสวนหอม น้ำตกห้วยใหญ่ได้ น้ำตกห้วยขมิ้น ซึ่งเป็นธารน้ำตกที่เหมาะสมแก่การพักผ่อนหย่อนใจ

ความพร้อมของชุมชนในการจัดการการท่องเที่ยวโดยใช้ทรัพยากรสัตว์ป่าเป็นฐานในการท่องเที่ยว

การรับรู้ถึงกิจกรรมการท่องเที่ยวโดยชุมชน พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ทราบว่าในชุมชนมีกิจกรรมการท่องเที่ยวโดยชุมชน ซึ่งเป็นกิจกรรมที่มีการดำเนินการมาแล้วในอดีตและในปัจจุบันก็มีการดำเนินการอยู่ แต่ไม่สามารถระบุปีที่ดำเนินการได้อย่างแน่ชัด โดยเหตุผลในการดำเนินกิจกรรมการท่องเที่ยว ส่วนใหญ่ให้เหตุผลคือ ชุมชนได้รับผลกระทบจากสัตว์ป่าออกนอกพื้นที่ จึงพลิกวิกฤตให้เป็นโอกาส ด้วยการจัดกิจกรรมการท่องเที่ยวโดยชุมชน โดยใช้ประโยชน์จากทรัพยากรสัตว์ป่า คิดเป็นร้อยละ 27.12 รองลงมา คือ ต้องการสร้างรายได้เสริมให้กับชุมชน เพื่อบรรเทาผลกระทบที่เกิดขึ้นจากสัตว์ป่าออกนอกพื้นที่ คิดเป็นร้อยละ 12.71 ตามลำดับ

จุดเด่นของพื้นที่คือ การมีทรัพยากรสัตว์ป่าที่สามารถพบเห็นได้ง่าย มีการป้องกันพื้นที่และการปรับปรุงถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า ช่วยฟื้นฟูประชากรสัตว์ป่าหลาย

ชนิด และดึงดูดสัตว์ป่าให้เข้ามาใช้ประโยชน์ในบริเวณแหล่งท่องเที่ยว จึงมีสัตว์ป่าที่สามารถดึงดูดนักท่องเที่ยว เช่น กระต่าย และช้างป่า เป็นต้น ทำให้มีนักท่องเที่ยวเข้ามาพักผ่อนหย่อนใจและศึกษาธรรมชาติตลอดทั้งปี มีกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ ที่ดำเนินการด้านการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน ที่มีระบบการบริหารจัดการโดยคณะกรรมการ มีการกำหนดบทบาทและแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบภายในกลุ่ม รวมทั้งมีแหล่งท่องเที่ยวอื่น ๆ ในบริเวณใกล้เคียงที่มีทรัพยากรหลากหลาย มีความอุดมสมบูรณ์และสวยงาม อย่างไรก็ตาม ผู้นำเที่ยวยังขาดศักยภาพในการให้บริการ โดยเฉพาะคุณภาพการถ่ายทอดความรู้ขาดทักษะในการจัดการการท่องเที่ยวโดยชุมชน รวมทั้งไม่มีระบบการจัดสรรผลประโยชน์และระบบการจัดการทางการเงิน

ในกรณีการประเมินความพร้อมของชุมชนในการจัดการท่องเที่ยว ประกอบด้วยองค์ประกอบ 5 ด้าน จำนวน 41 ตัวชี้วัด ดังนี้ ด้านการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน (จำนวน 8 ตัวชี้วัด) ด้านการส่งเสริมสภาพความเป็นอยู่ (จำนวน 5 ตัวชี้วัด) ด้านอนุรักษ์และการปรับปรุงสิ่งแวดล้อม (จำนวน 7 ตัวชี้วัด) ด้านการส่งเสริมการมีส่วนร่วมระหว่างชุมชนกับนักท่องเที่ยว (จำนวน 7 ตัวชี้วัด) และด้านคุณภาพการให้บริการและความปลอดภัย (จำนวน 14 ตัวชี้วัด) โดยการประเมินความพร้อมของชุมชน ได้มีการแสดงให้เห็นผลการประเมินของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มตัวอย่างที่เป็นสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ และกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช่สมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ ซึ่งมีผลการศึกษา ดังต่อไปนี้

1. ความพร้อมด้านการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน

กลุ่มตัวอย่างที่เป็นสมาชิกของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ เห็นว่า ชุมชนมีความพร้อมในด้านการจัดการท่องเที่ยวอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.13 เนื่องจากเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ตรงและมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการการท่องเที่ยวโดยชุมชน แต่กลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช่สมาชิกของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ เห็นว่า ความพร้อมในด้านการจัดการท่องเที่ยวสัตว์ป่าอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.91 เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นชาวบ้านที่ไม่ได้เข้ามาใกล้ชิดกับการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน แต่ให้การยอมรับและมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรม ซึ่งทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ มีระบบการบริหารจัดการ โดยมีคณะกรรมการและสมาชิกกลุ่มที่มีประสบการณ์/ความรู้ด้านการจัดการท่องเที่ยว มีการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบภายในกลุ่ม และมีการกำหนดข้อตกลงและกฎระเบียบเพื่อบริหารจัดการการท่องเที่ยวและสิ่งแวดล้อม ซึ่งได้รับความร่วมมือในการปฏิบัติเป็น

อย่างดี เพียงแต่ยังไม่มีการจัดเก็บข้อมูลที่เป็นระบบ และไม่ได้ปรับปรุงข้อมูลให้ทันสมัยอยู่เสมอ รวมทั้งยังไม่มีกำหนดปฏิทินกิจกรรมท่องเที่ยวเพื่อให้ผู้ประกอบการ/นักท่องเที่ยวทราบล่วงหน้าอย่างชัดเจน

2. ความพร้อมด้านการส่งเสริมสภาพความเป็นอยู่

กลุ่มตัวอย่างทั้งที่เป็นสมาชิกของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ และไม่ใช่สมาชิกของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ ต่างเห็นว่า ชุมชนมีความพร้อมด้านการส่งเสริมสภาพความเป็นอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกันคือ 1.86 และ 1.90 ตามลำดับ เนื่องจากสมาชิกในชุมชนมีโอกาสในการจ้างงานจากการท่องเที่ยวโดยชุมชน และกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ มีการกระจายรายได้และมีการนำผลิตภัณฑ์และบริการในท้องถิ่นมาให้บริการด้านการท่องเที่ยว โดยประสานกันระหว่างกลุ่มต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมกิจกรรมการท่องเที่ยวภายในชุมชน แต่การจัดหาผลิตภัณฑ์ยังไม่หลากหลาย และไม่เป็นที่น่าสนใจ รวมทั้งระบบการจัดการทางการเงิน ยังขาดกลไกในการจัดสรรผลประโยชน์อย่างเป็นระบบ และการสนับสนุนจากหน่วยงานต่างๆ ในการส่งเสริมโครงการที่เกี่ยวข้องกับความเป็นอยู่ที่ดีของชุมชนท้องถิ่นยังมีไม่มากนัก

3. ความพร้อมด้านอนุรักษ์และการปรับปรุงสิ่งแวดล้อม

กลุ่มตัวอย่างทั้งที่เป็นสมาชิกของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ และไม่ใช่สมาชิกของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ ต่างเห็นว่า ชุมชนมีความพร้อมด้านอนุรักษ์และการปรับปรุงสิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันคือ 1.90 และ 1.95 ตามลำดับ เนื่องจากพื้นที่ดำเนินกิจกรรมมีเส้นทางคมนาคมที่สะดวก ไม่ส่งผลกระทบต่อทรัพยากรสัตว์ป่าและทรัพยากรธรรมชาติอื่น ๆ เนื่องจากเป็นเส้นทางตรวจการณ์ และถนนเดิมที่มีอยู่แล้ว ซึ่งมีการใช้ประโยชน์เป็นประจำและมีการบำรุงรักษาไม่ให้ส่งผลกระทบต่อทรัพยากรในพื้นที่ และชุมชนมีกิจกรรมในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่ เช่น กิจกรรมการเสริมแร่ธาตุอาหารสัตว์ป่า และการพัฒนาพื้นที่ เป็นต้น แต่กิจกรรมที่ให้นักท่องเที่ยวได้ร่วมอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในชุมชนยังมีค่อนข้างน้อย รวมทั้งไม่มีแผนคุ้มครองทรัพยากรธรรมชาติและสถานที่ที่อ่อนไหวที่ชัดเจน และยังไม่มีการจัดตั้งเป็นกองทุนอย่างเป็นระบบสำหรับสนับสนุนการดำเนินกิจกรรมด้านการอนุรักษ์ของชุมชน

4. ความพร้อมด้านการส่งเสริมการมีส่วนร่วมระหว่างชุมชนกับนักท่องเที่ยว

กลุ่มตัวอย่างทั้งที่เป็นสมาชิกของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ และไม่ใช่สมาชิกของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ ต่างเห็นว่า

ว่า ชุมชนมีความพร้อมด้านการส่งเสริมการมีส่วนร่วมระหว่างชุมชนกับนักท่องเที่ยวในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันคือ 2.00 และ 1.92 ตามลำดับ โดยส่วนใหญ่เห็นว่า กลุ่มเปิดโอกาสให้คนในชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรมของกลุ่มท่องเที่ยวและเปิดโอกาสให้คนในชุมชนเข้ามาเป็นสมาชิกกลุ่มท่องเที่ยวและเปิดโอกาสให้คนในชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมในการทำงานร่วมกับเครือข่าย องค์กรต่าง ๆ ยังไม่ต่อเนื่อง และยังไม่มียุทธศาสตร์การจัดการที่ทำให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ระหว่างชุมชนและผู้มาเยือนผ่านการท่องเที่ยวที่สามารถสร้างความเข้าใจและการรับรู้ในวิถีชีวิตและวัฒนธรรมที่แตกต่างกัน รวมทั้งยังต้องพัฒนาความรู้ในการบริการท้องถิ่น การให้ความรู้ และการสื่อความหมาย ซึ่งสอดคล้องกับ Phumsathan and Pongpattananurak (2021) กล่าวว่า กิจกรรมการท่องเที่ยวที่ใช้ทรัพยากรสัตว์ป่า ในประเทศไทยเป็นเพียงการชมสัตว์ที่พบเห็นตามโอกาส ยังไม่มีกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักท่องเที่ยวได้เรียนรู้ และยังไม่มีการพัฒนาโปรแกรมสื่อความหมายธรรมชาติเกี่ยวกับการจัดการสัตว์ป่า เพื่อให้นักท่องเที่ยวมีความรู้ความเข้าใจ

5. ความพร้อมด้านคุณภาพการให้บริการและความปลอดภัย

กลุ่มตัวอย่างทั้งที่เป็นสมาชิกของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ และไม่ใช่สมาชิกของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ ต่างเห็นว่า ชุมชนมีความพร้อมด้านคุณภาพการให้บริการและความปลอดภัยในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันคือ 1.91 และ 1.85 ตามลำดับ โดยมีความพร้อมและเต็มใจรับนักท่องเที่ยวมากที่สุด ซึ่งต้องการส่งเสริมให้ชุมชนเป็นแหล่งท่องเที่ยว เพื่อให้มีรายได้หมุนเวียนภายในชุมชน โดยในการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนมีผู้ประสานงานเรื่องการท่องเที่ยวที่ชัดเจน สามารถติดต่อได้สะดวก และมีตัวแทนในกรณีผู้ประสานงานหลักไม่สามารถปฏิบัติหน้าที่หรือติดต่อไม่ได้ และได้มีการสำรวจเส้นทางท่องเที่ยวและประเมินความเสี่ยงต่อนักท่องเที่ยวและคนในชุมชน แต่ยังไม่มีการวางแผนงานในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่ชัดเจน นอกจากนี้มีผู้นำเที่ยวที่มีความรู้และประสบการณ์ในด้านทรัพยากรธรรมชาติและสัตว์ป่า เพียงแต่ยังขาดทักษะในการถ่ายทอดองค์ความรู้และทักษะในการให้บริการแก่นักท่องเที่ยว อีกทั้งระบบการจัดการขยะในท้องถิ่นยังไม่เหมาะสม โดยจัดการด้วยวิธีฝังกลบและนำออกไปทิ้งยังตัวอำเภอปากช่อง และสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ยังต้องมีการพัฒนาและปรับปรุง เพื่อให้

สามารถตอบสนองความต้องการของนักท่องเที่ยวได้ เช่น สถานที่รับนักท่องเที่ยว ร้านอาหาร และป้ายสื่อความหมาย เป็นต้น ซึ่งในการให้บริการสิ่งที่กลุ่มตัวอย่างเห็นว่ายังไม่มีความพร้อม คือ ร้านขายของที่ระลึก เนื่องจากทั้ง 2 หมู่บ้านยังไม่มีร้านสำหรับการวางสินค้าเพื่อจำหน่ายของที่ระลึก มีเพียงการจำหน่ายตามบ้านหรือร้านขายของชำหรือการตั้งแผงเพียงเท่านั้น ความพร้อมในภาพรวมของการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน โดยใช้ทรัพยากรสัตว์ป่าเป็นฐานในการท่องเที่ยว

ภาพรวมในการประเมินความพร้อมของชุมชนในการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน โดยใช้ทรัพยากรสัตว์ป่าเป็นฐานในการท่องเที่ยว ผลการศึกษา พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เห็นว่า ชุมชนมีความพร้อมในการจัดการท่องเที่ยวทางธรรมชาติและท่องเที่ยวสัตว์ป่าในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.92 ซึ่งมีความพร้อมด้านการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.97 รองลงมา คือ ด้านอนุรักษ์และการปรับปรุงสิ่งแวดล้อม และด้านการส่งเสริมการมีส่วนร่วมระหว่างชุมชนกับนักท่องเที่ยว มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.93 ด้านการส่งเสริมสภาพความเป็นอยู่ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.89 และด้านคุณภาพการให้บริการและความปลอดภัย มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.87 โดยชุมชนเห็นว่า การจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนมีความพร้อมในด้านต่างๆ ในระดับปานกลาง เนื่องมาจากชุมชนมีการเตรียมความพร้อมสำหรับจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนในเบื้องต้นแล้ว และมีการดำเนินการมาเป็นระยะเวลานาน เพียงแต่ยังไม่มีการกลไกในการบริหารจัดการที่เป็นระบบ และบุคลากรยังขาดทักษะในการให้ความรู้และบริการ รวมทั้งสิ่งอำนวยความสะดวกยังมีไม่มาก โดยชุมชนต้องการให้มีการส่งเสริมให้ชุมชนเป็นแหล่งท่องเที่ยว เพื่อประโยชน์ในด้านเศรษฐกิจ ซึ่งชุมชนมีความพร้อมในการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ และเต็มใจให้บริการ พร้อมที่จะเป็นผู้ดูแลจัดการการท่องเที่ยวภายในชุมชน โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khowinthewong (2016) ที่ได้ศึกษาการจัดการท่องเที่ยวสัตว์ป่าในอุทยานแห่งชาติของประเทศไทย พบว่า การท่องเที่ยวสัตว์ป่าของประเทศไทยยังไม่มีกำหนดรูปแบบหรือวิธีการบริหารจัดการที่ชัดเจนอย่างเป็นรูปธรรม ส่งผลให้การท่องเที่ยวสัตว์ป่าเกิดปัญหาและอุปสรรคในการจัดการให้มีคุณภาพ โดยเฉพาะศักยภาพในการประกอบกิจกรรมและทักษะความรู้และภาษาของเจ้าหน้าที่และมัคคุเทศก์นำเที่ยว รายละเอียดดัง Table 1

Table 1 Community readiness for community - based tourism management.

Indicators	Level of readiness (0.00 – 3.00)								
	Member of group			Non member of group			Total		
	Mean	SD	Level	Mean	SD	Level	Mean	SD	Level
1. Community-based tourism management	2.13	0.70	high	1.91	0.61	moderate	1.97	0.63	moderate
1) Tourism management group is recognized by local/provincial/national authorities.	2.38	0.59	high	2.05	0.47	high	2.14	0.52	high
2) Group has a working system and a committee for administrative and management activities.	2.38	0.59	high	1.91	0.57	moderate	2.04	0.63	high
3) Committee/ group members have experience/knowledge in wildlife tourism management.	2.14	0.48	high	1.91	0.60	moderate	1.97	0.58	moderate
4) Group can maintain systematic data collection and is kept up-to-date.	2.05	0.59	high	1.67	0.57	moderate	1.77	0.60	moderate
5) Group has agreements or rules that group members follow and are accepted by community members.	2.50	0.51	high	2.10	0.67	high	2.21	0.65	high
6) Set up of a calendar of tourist activities for operators or tourists to know in advance.	1.67	1.02	moderate	1.60	0.86	moderate	1.62	0.90	moderate
7) Tourism activities are consistent with the community and target groups.	2.14	0.36	high	2.09	0.54	high	2.10	0.50	high
8) Group has practical guidelines for community tourism entrepreneurs.	1.76	0.94	moderate	1.97	0.56	moderate	1.91	0.68	moderate
2. Participation in promoting well-being	1.86	0.83	moderate	1.90	0.66	moderate	1.89	0.72	moderate
1) Group has a transparent financial management system and is accessible to community members.	2.10	1.00	high	1.78	0.65	moderate	1.86	0.76	moderate
2) Benefits from tourism activities, such as income, are widely distributed.	2.33	0.66	high	1.97	0.70	moderate	2.06	0.70	high
3) Community members have opportunities to employ in wildlife tourism activities.	2.00	0.55	high	2.07	0.62	high	2.05	0.60	high
4) Group provides local products and services for use in community tourism projects.	1.52	0.93	moderate	1.81	0.71	moderate	1.73	0.78	moderate
5) Groups have been involved in projects to present the value of natural resources to the local community's well-being.	1.33	1.02	moderate	1.88	0.62	moderate	1.73	0.78	moderate
3. Environmental conservation and improvement	1.90	0.79	moderate	1.95	0.66	moderate	1.93	0.72	moderate
1) Group has activities for tourists to participate in conserving natural resources and environment in the community.	2.24	0.44	high	1.69	0.80	moderate	1.84	0.76	moderate
2) Natural resources and environmentally vulnerable areas that are important for community with a clear protection plan were identified.	1.67	0.91	moderate	1.79	0.79	moderate	1.76	0.82	moderate
3) The community has a funds to support community-led conservation activities or projects.	0.95	0.97	low	1.59	0.73	moderate	1.42	0.84	moderate
4) The community has rules and regulations related to protecting natural resources.	1.90	1.18	moderate	2.12	0.50	high	2.06	0.74	high
5) The community has activities related to the conservation of natural resources.	2.10	0.63	high	2.28	0.64	high	2.23	0.64	high
6) There are convenient transportation routes without affecting wildlife resources and other natural resources.	2.38	0.59	high	2.34	0.61	high	2.35	0.60	high
7) The tourism group has a database about the natural resources and environment in the community, relationship between people and resources, especially related to wildlife issues.	1.90	0.83	moderate	1.84	0.56	moderate	1.86	0.63	moderate

Table 1 continued

Indicators	Level of readiness (0.00 – 3.00)								
	Member of group			Non member of group			Total		
	Mean	SD	Level	Mean	SD	Level	Mean	SD	Level
4. Promoting engagement between communities and visitors	2.00	0.86	moderate	1.92	0.60	moderate	1.93	0.74	moderate
1) There are always activities that enhance the wildlife tourism experience for members.	1.81	0.75	moderate	1.92	0.60	moderate	1.91	0.64	moderate
2) The group always allows community members to participate in any activities of the tourism group.	2.48	0.51	high	2.12	0.70	high	2.22	0.67	high
3) The community members approve tourism activities and group committees.	2.00	1.10	high	1.88	0.73	moderate	1.91	0.83	moderate
4) Groups have always allowed other community members to become members of the tourism management group.	2.57	0.75	high	2.14	0.58	high	2.25	0.65	high
5) Existence of a community forum to create awareness about the tourism group's operation and get feedback from the community.	1.62	1.07	moderate	1.97	0.18	moderate	1.87	0.85	moderate
6) Interpreters are members of tourism management groups who are members of the community.	1.86	0.79	moderate	1.97	0.59	moderate	1.94	0.65	moderate
7) Collaboration with networks, stakeholders, and partners in natural resource and environmental management.	1.62	1.07	moderate	1.38	0.85	moderate	1.44	0.92	moderate
5. Quality of service and safety	1.91	0.72	moderate	1.85	0.69	moderate	1.87	0.71	moderate
1) There is a visitor center or area for welcoming tourists.	1.48	0.93	moderate	1.79	0.83	moderate	1.71	0.86	moderate
2) There are nature and wildlife trails for tourists.	2.43	0.51	high	2.00	0.62	high	2.11	0.62	high
3) Adequate parking spaces are provided for tourists.	2.24	0.89	high	2.14	0.69	high	2.16	0.74	high
4) Sufficient accommodation is available and has basic necessities that are clean enough for tourists.	2.19	0.40	high	2.03	0.77	high	2.08	0.69	high
5) Restaurants.	1.33	0.73	moderate	1.53	1.03	moderate	1.48	0.96	moderate
6) Souvenir shops.	0.57	0.81	low	0.48	0.82	low	0.51	0.81	low
7) Restrooms are clean, hygienic, and always cleaned.	1.95	0.81	moderate	1.90	0.64	moderate	1.91	0.68	moderate
8) Appropriate waste management systems.	1.76	0.94	moderate	1.78	0.70	moderate	1.77	0.77	moderate
9) Warning signs have been put in place in risky areas.	1.76	0.94	moderate	1.97	0.65	moderate	1.91	0.74	moderate
10) There are survey tourism trails and assessment of the risks to tourists and the community.	2.38	0.50	high	2.00	0.62	high	2.10	0.61	high
11) Community members are ready and willing to accept tourists.	2.62	0.50	high	2.41	0.56	high	2.47	0.55	high
12) Group has plans to manage the natural resources, environment, and biodiversity.	1.62	0.97	moderate	1.83	0.57	moderate	1.77	0.70	moderate
13) Local interpreters have the skills to welcome tourists, provide information, and inform about the guidelines for community tourism.	1.95	0.67	moderate	2.02	0.58	high	2.00	0.60	high
14) There are wildlife tourism coordinators and are easy to contact. However, if the coordinator is not available, the representatives can be delegated the duties.	2.43	0.51	high	2.05	0.54	high	2.15	0.56	high
Overall	1.96	0.78	moderate	1.96	0.60	moderate	1.92	0.70	moderate

Remarks: Score 0.00 -1.00 : level of readiness is low

Score 1.01 -2.00 : level of readiness is moderate

Score 2.01 -3.00 : level of readiness is high

SD = Standard deviation

ข้อเสนอแนะการส่งเสริมและพัฒนากิจการการ ท่องเที่ยวโดยชุมชน

จากผลการศึกษาความพร้อมของชุมชนในด้านต่าง ๆ แสดงให้เห็นว่า การดำเนินการท่องเที่ยวโดยชุมชนยังอยู่ในระดับปานกลาง มีสิ่งที่จำเป็นต้องพัฒนาในทุก ๆ ด้าน โดยเฉพาะด้านคุณภาพการให้บริการและความปลอดภัย และด้านการส่งเสริมสภาพความเป็นอยู่ สามารถเสนอแนะแนวทางในการส่งเสริมและพัฒนากิจการการท่องเที่ยวโดยชุมชนในประเด็นต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. การพัฒนาศักยภาพบุคคลที่เกี่ยวข้องกับการนำเที่ยวและชุมชน โดยให้ความรู้ เพื่อเตรียมบุคลากรในการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การฝึกอบรมอย่างต่อเนื่องในการให้ความรู้ด้านต่าง ๆ เกี่ยวกับการท่องเที่ยวโดยชุมชน การให้ความรู้ด้านการบริหารจัดการ การอบรมมัคคุเทศก์ท้องถิ่นและการบริการนำเที่ยวให้แก่ผู้นำเที่ยวท้องถิ่นและอาสาสมัครนำชมท้องถิ่น ทั้งนี้ควรมีการพัฒนาทักษะการสื่อสารที่เป็นภาษาต่างประเทศ เพื่อต้อนรับนักท่องเที่ยวต่างชาติ เนื่องจากกลุ่มนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติ ให้ความสนใจในการศึกษาและท่องเที่ยวเชิงนิเวศรวมทั้งการพัฒนาโปรแกรมสื่อความหมายธรรมชาติที่สะท้อนถึงความเป็นมรดกโลกทางธรรมชาติ

2. การพัฒนาการมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการท่องเที่ยว ปัจจัยความสำเร็จที่สำคัญในการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนคือ การมีส่วนร่วมของชุมชน ต้องมาจากความต้องการของชุมชนในการร่วมมือกันเพื่อพัฒนาให้ชุมชนเป็นแหล่งท่องเที่ยว หากชุมชนมีความตั้งใจจริงในการจัดการท่องเที่ยวและตระหนักถึงผลประโยชน์ของชุมชนที่ได้จากการท่องเที่ยว ซึ่งจะทำให้คนในชุมชนมีคุณภาพชีวิตไปในทางที่ดีขึ้นได้ จึงควรมีการจัดกิจกรรมเพื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างชุมชน และหน่วยงานอื่น เพื่อพัฒนาชุมชนให้ดียิ่งขึ้น เช่น กิจกรรมบำรุงรักษาทรัพยากรธรรมชาติ การแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็นซึ่งกันและกันเกี่ยวกับการดำเนินการท่องเที่ยว การพัฒนาชุมชนและการอนุรักษ์ทรัพยากรที่มีในชุมชน ส่งเสริมและพัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่น รวมถึงการนำทรัพยากรที่มีอยู่ในชุมชนมาใช้ประโยชน์ในการสร้างอาชีพและรายได้ให้แก่ชุมชน เป็นต้น

3. การส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงนิเวศที่เชื่อมโยงแหล่งท่องเที่ยวต่าง ๆ โดยเชื่อมโยงเครือข่ายการท่องเที่ยวโดยชุมชนในพื้นที่บริเวณโดยรอบให้สามารถส่งต่อนักท่องเที่ยวจากแหล่งท่องเที่ยวหนึ่งไปยังอีกแหล่งท่องเที่ยวหนึ่ง เพื่อให้มีการท่องเที่ยวของชุมชนมีความเข้มแข็ง และ

กระจายรายได้จากการท่องเที่ยวให้ชุมชนได้รับประโยชน์ร่วมกัน เช่น ในช่วงเช้าส่งเสริมให้นักท่องเที่ยวประกอบกิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงเกษตรกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ฯ หรือพื้นที่ที่มีการดำเนินการท่องเที่ยวประเภทนี้ โดยเยี่ยมชมสวนและแปรรูปผลิตภัณฑ์ แล้วในช่วงเย็นส่งเสริมให้นักท่องเที่ยวประกอบกิจกรรมส่องสัตว์กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ฯ เป็นต้น

4. การประชาสัมพันธ์ให้กิจกรรมการท่องเที่ยวโดยชุมชนเป็นที่รู้จักมากยิ่งขึ้น รวมทั้งการสนับสนุนในด้านต่าง ๆ จากทุกภาคส่วน ซึ่งการที่จะทำให้การท่องเที่ยวโดยชุมชนประสบความสำเร็จ สามารถดำเนินการไปได้อย่างต่อเนื่องและยั่งยืน ไม่สามารถดำเนินการได้เพียงปัจจัยใดปัจจัยหนึ่ง แต่ต้องอาศัยความร่วมมือจากหลายภาคส่วน โดยความร่วมมือจากหน่วยงานสนับสนุนภายนอกเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้การท่องเที่ยวโดยชุมชนสามารถดำเนินการไปได้อย่างต่อเนื่อง จึงควรมีการประสานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และได้รับการสนับสนุน เช่น การสนับสนุนที่เลี้ยวหรือที่ปรึกษาที่มีความรู้และประสบการณ์ในการจัดการท่องเที่ยวเพื่อให้คำแนะนำและคำปรึกษาในระยะเริ่มต้นในการดำเนินงาน ซึ่งที่ปรึกษาหรือที่เลี้ยวอาจเป็นบุคลากรจากภาครัฐ ภาคเอกชน หรือจากชุมชนอื่น ๆ รวมทั้งปราชญ์ชาวบ้านที่มีความรู้เป็นอย่างดี การส่งเสริมในด้านงบประมาณ เพื่อพัฒนาการท่องเที่ยวโดยชุมชนให้มีประสิทธิภาพ และการจัดสรรงบประมาณเพื่อส่งเสริมให้มีการศึกษาดูงานจากสถานที่อื่นที่ประสบความสำเร็จในการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน สำหรับนำมาปรับใช้ในการจัดการท่องเที่ยวในพื้นที่ของชุมชนตนเอง รวมทั้งความร่วมมือในการประชาสัมพันธ์หรือจัดกิจกรรมของหน่วยงานด้านการท่องเที่ยวและจังหวัดที่เป็นการแนะนำให้ นักท่องเที่ยวได้รู้จักกิจกรรมการท่องเที่ยวโดยชุมชนในพื้นที่และบริเวณใกล้เคียงเพิ่มมากขึ้น

สรุปและข้อเสนอแนะ

การจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน กลุ่มอาสาสมัครพิทักษ์กระทิงและมัคคุเทศก์ตำบลวังหมี พิจารณาจากองค์ประกอบ 5 ด้าน จำนวน 41 ตัวชี้วัด พบว่า มีความพร้อมของชุมชนในการจัดการท่องเที่ยว อยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.92 โดยด้านการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน (จำนวน 8 ตัวชี้วัด) มีความพร้อมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.97 รองลงมา คือ ด้านอนุรักษ์และการปรับปรุงสิ่งแวดล้อม (จำนวน 7 ตัวชี้วัด) มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.93 ด้านการส่งเสริมการมีส่วนร่วมระหว่างชุมชนกับนักท่องเที่ยว (จำนวน 7 ตัวชี้วัด) มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.93 ด้านการส่งเสริมสภาพความเป็นอยู่

(จำนวน 5 ตัวชี้วัด) มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.89 และด้านคุณภาพการให้บริการและความปลอดภัย (จำนวน 14 ตัวชี้วัด) มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.87 ตามลำดับ

จากผลการประเมินในด้านคุณภาพและการบริการควรมีการปรับปรุงมากที่สุด โดยมีข้อเสนอแนะการส่งเสริมและพัฒนาการจัดการการท่องเที่ยวโดยชุมชน ได้แก่ การพัฒนาศักยภาพบุคคลที่เกี่ยวข้องกับการนำเที่ยวและชุมชน การเสริมสร้างศักยภาพของกลุ่มวิสาหกิจฯ ในการบริหารจัดการการท่องเที่ยว การพัฒนาการมีส่วนร่วมของชุมชน การส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงนิเวศที่เชื่อมโยงแหล่งท่องเที่ยวต่าง ๆ และการประชาสัมพันธ์ให้กิจกรรมการท่องเที่ยวโดยชุมชนเป็นที่รู้จักมากยิ่งขึ้น

REFERENCES

- Chimsook, J. 2001. **A Community-Based Oral Public Health Approach to Promote Health Equity**. Khon Kaen University, Khon Kaen. (in Thai)
- Higginbottom, K. 2004. Wildlife tourism: An introduction. **Wildlife Tourism: An Introduction**, 1-14.
- Khowinhawong, C. 2016. **Wildlife Tourism Management in Thai National Parks**. M.Sc. Thesis, Kasetsart University. Bangkok. (in Thai)
- Krejcie, R.V., Morgan, D.W. 1970. Determining sample size for research activities. **Educ. Psychol. Meas.**, 30(3): 607-610.
- Lenz, E.R. 2010. **Measurement in Nursing and Health Research**. Springer publishing company. New York, United States.
- Manirochana, N. 2017. Community based tourism management. **International Thai Tourism Journal**, 13(1): 25-46.
- Phumsathan, S., Pongpattananurak, N. 2021. Wildlife tourism management: case study of the Kruger National Park, South Africa as a guideline for wildlife tourism management in Thailand. **Thai Journal of Forestry**, 40(2): 204-219. (in Thai)
- Rojanasoonthorn, T. 1999. **Summary of the Northern Tourism Development Seminar**. Tourism Authority of Thailand, Bangkok. (in Thai)
- Suansri, P., Yeejaw-haw, S. 2013. **Community Based Tourism Standard Handbook**. The Thailand Community Based Tourism Institute, Chiang Mai. (in Thai)
- Thongma, W. 2018. **The Community-based Tourism for Improving the Quality of Life to Communities in the Forest Area**. Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok. (in Thai).
- Tongsanoer, N. 2018. The readiness of people in community development as a new attraction In: **The 9th Hatyai National and International Conference**. Hatyai, Thailand, pp. 720-730. (in Thai)

นิพนธ์ต้นฉบับ

มูลค่าด้านนันทนาการของวนอุทยานเขานางพันธุรัต จังหวัดเพชรบุรี

Recreational Value of the Khao Nang Phanthurat Forest Park,
Phetchaburi Provinceเจนจิรา แก้วโมรา^{1,2}Jenjira Kaewmora^{1,2}สันติ สุขสอาด^{1*}Santi Suksard^{1*}อภิชาติ ภัทรธรรม¹Apichart Pattaratuma¹ศุภศิษย์ ศรีอักษรินทร์¹Supasit Sriarkarin¹¹คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

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

²สำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Forest Land Management Office, Royal Forest Department, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

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

รับต้นฉบับ 18 มกราคม 2566

รับแก้ไข 21 กุมภาพันธ์ 2566

รับลงพิมพ์ 15 มีนาคม 2566

ABSTRACT

The objectives of this study were to determine the socio-economic background of visitors in the Khao Nang Phanthurat Forest Park and the recreational value of the Khao Nang Phanthurat Forest Park based on the individual travel cost model (ITCM) and the willingness to pay (WTP). Data were collected by interviewing 400 visitors who had traveled to the Khao Nang Phanthurat Forest Park during the period from February to September 2022.

The results indicated that a majority of the visitors were females with an average age of 36 years. Most of them were Buddhists, single, having at least graduated with a bachelor's degree, working in the private sector with an average salary of 24,890.24 Baht/month. Some of them had traveled for the first-time, were on day trips for recreational purposes with a family having an average of four members. Satisfaction with the facilities was recorded as between average and high levels. Most of the visitors wanted to come back to this forest park again.

The recreational value of the Khao Nang Phanthurat Forest Park was estimated using an individual travel cost model with the factors affecting travel to the Khao Nang Phanthurat Forest Park being salary per month of the visitors and the total travel cost. The recreational value was estimated at 70,742,501.20 Baht/year. The recreational value of Khao Nang Phanthurat Forest Park estimated using the contingent valuation method by willingness to pay with travel to Khao Nang Phanthurat Forest Park and salary per month of the visitors being the factors estimated the value at 1,071,951.90 Baht/year. The results of this study can be used for allocating optimal budgets for the maintenance of facilities that were average to below average in the survey and the development of Khao Nang Phanthurat Forest Park as a potential recreation area. The results can be used to meet the needs of visitors efficiently and sustainably, as well as providing information to determine the entrance fee for tourism in the Khao Nang Phanthurat Forest Park.

Keywords: Khao Nang Phanthurat Forest Park; Recreation; Value

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลทางเศรษฐกิจ สังคม และลักษณะการเข้าร่วมกิจกรรมนันทนาการของ ผู้มาเยือนวนอุทยานเขานางพันธุรัต และเพื่อประเมินมูลค่าด้านนันทนาการของวนอุทยานเขานางพันธุรัต โดยใช้วิธีอาศัย ค่าใช้จ่ายในการเดินทางระดับบุคคล (ITCM) และวิธีสมมติเหตุการณ์โดยใช้ความเต็มใจที่จะจ่าย (WTP) โดยใช้แบบสัมภาษณ์ ผู้มาเยือนวนอุทยานเขานางพันธุรัต จำนวน 400 คน ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2565

ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างผู้มาเยือนส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุเฉลี่ย 36 ปี ส่วนใหญ่นับถือศาสนาพุทธ สถานภาพโสด จบการศึกษาระดับปริญญาตรี มีอาชีพพนักงานบริษัทเอกชน รายได้เฉลี่ยเดือนละ 24,890.24 บาท ส่วนใหญ่ รู้จักวนอุทยานเขานางพันธุรัตทางอินเทอร์เน็ต เดินทางมาเที่ยวเป็นครั้งแรก แบบไปเช้า-เย็นกลับ วัตถุประสงค์เพื่อพักผ่อน หย่อนใจ เดินทางมากับครอบครัว มีจำนวนสมาชิกที่ร่วมเดินทางเฉลี่ย 4 คน ส่วนใหญ่เดินทางมาท่องเที่ยววนอุทยาน เขานางพันธุรัตเพียงแห่งเดียว ระดับความพึงพอใจเฉลี่ยในสิ่งอำนวยความสะดวกในวนอุทยานเขานางพันธุรัตอยู่ในระดับมาก ส่วนมากต้องการกลับมาท่องเที่ยวที่วนอุทยานเขานางพันธุรัตอีก

การประเมินมูลค่าด้านนันทนาการของวนอุทยานเขานางพันธุรัตโดยใช้วิธีอาศัยค่าใช้จ่ายในการเดินทางระดับบุคคล พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเดินทางมาท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัต คือ รายได้ต่อเดือนของผู้มาเยือนและค่าใช้จ่าย ในการเดินทางมาท่องเที่ยวทั้งหมด โดยมูลค่าด้านนันทนาการเท่ากับ 70,742,501.20 บาทต่อปี และการประเมินมูลค่าด้าน นันทนาการของวนอุทยานเขานางพันธุรัตด้วยวิธีสมมติเหตุการณ์โดยใช้ความเต็มใจที่จะจ่าย พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อ การเดินทางมาท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัต คือ รายได้ต่อเดือนของผู้มาเยือน โดยมูลค่าด้านนันทนาการเท่ากับ 1,071,951.90 บาทต่อปี จากผลการศึกษาครั้งนี้สามารถนำมูลค่าด้านนันทนาการมาใช้ประกอบการพิจารณาจัดสรร งบประมาณที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการดูแลและพัฒนาพื้นที่วนอุทยานเขานางพันธุรัตให้เป็นแหล่งนันทนาการที่มีศักยภาพ สามารถตอบสนองความต้องการของผู้มาเยือนได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน รวมทั้งเพื่อนำข้อมูลไปประกอบการพิจารณา เสนอการกำหนดอัตราค่าธรรมเนียมผ่านเข้าไปท่องเที่ยวในวนอุทยานเขานางพันธุรัต

คำสำคัญ: วนอุทยานเขานางพันธุรัต นันทนาการ มูลค่า

คำนำ

ในอดีตเมื่อปี พ.ศ. 2516 ประเทศไทยมีพื้นที่ป่าไม้ 138 ล้านไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 43.21 ของพื้นที่ประเทศ ต่อมาในปี พ.ศ. 2564 ประเทศไทยมีพื้นที่ป่าไม้ลดลงเหลือ เพียงประมาณ 102 ล้านไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 31.59 ของพื้นที่ประเทศ อันมีสาเหตุจากการบุกรุกแผ้วถาง ยึดครองพื้นที่ป่าการลักลอบตัดไม้ทำลายป่าการเผาป่าเพื่อ หาของป่าและสัตว์ป่า เป็นต้น (Royal Forest Department, 2021) รัฐบาลจึงได้กำหนดมาตรการและนโยบายที่เกี่ยวข้อง กับการบริหารจัดการป่าไม้ขึ้น เพื่อป้องกันหยุดยั้งและ อนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์อย่าง ยั่งยืนต่อไป เช่น นโยบายป่าไม้แห่งชาติกำหนดให้มีพื้นที่ ป่าไม้ทั่วประเทศอย่างน้อยในอัตราร้อยละ 40 ของพื้นที่ ประเทศประกอบด้วย ป่าอนุรักษ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 25

ของพื้นที่ประเทศ ป่าเศรษฐกิจและป่าชุมชนไม่น้อยกว่า ร้อยละ 15 ของพื้นที่ประเทศ ซึ่งป่าอนุรักษ์หรือพื้นที่ป่า เพื่อการอนุรักษ์นั้น สามารถแบ่งได้ดังนี้ ป่าอนุรักษ์ตามกฎหมาย เช่น อุทยานแห่งชาติ วนอุทยาน เขตรักษาพันธุ์ สัตว์ป่า เขตห้ามล่าสัตว์ป่า ป่าเพื่อการอนุรักษ์ตามมติ คณะรัฐมนตรี เป็นป่าที่คณะรัฐมนตรีกำหนดให้เป็น พื้นที่ต้นน้ำ ชั้น 1 ป่าชายเลนเขตอนุรักษ์รวมถึงป่าที่ คณะรัฐมนตรีกำหนดให้เป็นป่าอนุรักษ์เพิ่มเติมและป่าเพื่อ การอนุรักษ์ตามนโยบาย ได้แก่ พื้นที่ป่าที่กรมอุทยาน แห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืชจัดให้เป็นวนอุทยาน สวนรุกชาติ สวนพฤกษศาสตร์ เป็นต้น (Subcommittee on National Forest Policy Drafting and National Forest Development Master Plan, 2020.)

วนอุทยาน เป็นพื้นที่ที่มีทัศนธรรมชาติสวยงาม เช่น ถ้ำ น้ำตก หาดทราย โดยทำการปรับปรุงและตกแต่ง สถานที่ให้เหมาะสมในการพักผ่อนหย่อนใจสำหรับประชาชน เป็นสถานที่ซึ่งไม่อยู่ห่างไกลจากชุมชนมากนัก สะดวกแก่การเดินทางไปพักผ่อน (Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, 2018) การจัดตั้งวนอุทยานจึงมีวัตถุประสงค์สงวนรักษาไว้ให้เป็นแหล่งคุ้มครองทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม หรือเพื่อเป็นแหล่งศึกษาเรียนรู้ทางธรรมชาติหรือนันทนาการของประชาชนโดยไม่มีการเรียกเก็บค่าธรรมเนียม (National Parks of Thailand, 2016) ส่งผลให้มูลค่าการใช้ประโยชน์ด้านนันทนาการของวนอุทยานไม่ปรากฏในรูปของตัวเงินอย่างชัดเจน

วนอุทยานเขานางพันธุรัต จังหวัดเพชรบุรี มีเนื้อที่ประมาณ 2,009 ไร่ จัดตั้งขึ้นมีวัตถุประสงค์เพื่อการอนุรักษ์พื้นที่ป่าไม้ เป็นแหล่งศึกษาเรียนรู้ทางธรรมชาติ เนื่องจากมีแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติที่สวยงาม เหมาะแก่การเป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจของประชาชน มีจำนวนผู้มาเยือนเฉลี่ยที่เข้ามาท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัตรายหลัง 5 ปี ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2560-2564 ประมาณ 28,421 คนต่อปี วนอุทยานเขานางพันธุรัตเป็นสถานที่ที่เป็นตำนานเล่าขานสืบต่อกันมาเกี่ยวกับวรรณคดีไทย เรื่อง สังข์ทอง ซึ่งเป็นประวัติศาสตร์อันทรงคุณค่ายิ่งของประเทศไทย จุดท่องเที่ยวส่วนใหญ่จะเชื่อมโยงกับวรรณคดีเรื่องสังข์ทอง ได้แก่ 1) เส้นทางเดินศึกษาธรรมชาติระยะสั้น ระยะทาง 150 เมตร ประกอบด้วย ศาลแม่นางพันธุรัต เมรุแม่นางพันธุรัต และกระเจกนางพันธุรัต 2) เส้นทางศึกษาธรรมชาติระยะไกล ระยะทาง 2.50 กิโลเมตร ประกอบด้วย ลานเกือกแก้ว บ่อชุบตัวพระสังข์ คอกช้าง และจุดชมวิวกุญชรชู้ ซึ่งเป็น การเปิดให้ผู้มาเยือนเข้าไปท่องเที่ยวโดยไม่มีการเรียกเก็บค่าธรรมเนียม (Khao Nang Phanthurat Forest Park, 2021) ประกอบกับมีการปรับปรุงกฎหมายว่าด้วย อุทยานแห่งชาติ ในพระราชบัญญัติอุทยานแห่งชาติ พ.ศ. 2562 มาตรา 29 ระบุว่า เพื่อประโยชน์ในการรักษาความปลอดภัย ความสะอาด ความเป็นระเบียบเรียบร้อย การให้บริการ และการอำนวยความสะดวกด้านต่าง ๆ ในอุทยานแห่งชาติ วนอุทยาน สวนพฤกษศาสตร์ หรือสวนรุกขชาติ

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช จะเรียกเก็บค่าบริการหรือค่าตอบแทนสำหรับกรานั้นก็ได้ เพื่อนำไปใช้ในการส่งเสริมและสนับสนุนการปฏิบัติงาน หรือ การอนุรักษ์ บำรุงรักษา และฟื้นฟู อุทยานแห่งชาติ วนอุทยาน สวนพฤกษศาสตร์หรือสวนรุกขชาติที่อยู่ในเขตพื้นที่ที่รับผิดชอบ ดังนั้น การศึกษามูลค่าด้านนันทนาการของวนอุทยานเขานางพันธุรัต จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลทางเศรษฐกิจ สังคม และลักษณะการเข้าร่วมกิจกรรมนันทนาการของผู้มาเยือนที่มาท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัต และ 2) ประเมินมูลค่าด้านนันทนาการของวนอุทยานเขานางพันธุรัต โดยประเมินมูลค่าด้านนันทนาการของวนอุทยานเขานางพันธุรัตให้อยู่ในรูปของตัวเงินอย่างชัดเจน และผลการศึกษาสามารถ นำไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการกำหนดรูปแบบการบริหารจัดการพื้นที่วนอุทยานเขานางพันธุรัตให้เหมาะสม เพื่อนำข้อมูลไปประกอบการขอรับการจัดสรรงบประมาณในการบริหารจัดการพื้นที่ เพื่อการอนุรักษ์ดูแลรักษาคุ้มครองทรัพยากรป่าไม้และสัตว์ป่า และพัฒนาให้เป็นแหล่งนันทนาการที่มีศักยภาพได้รับมาตรฐานสากล สามารถตอบสนองความต้องการของผู้มาเยือนได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน รวมทั้งเพื่อนำข้อมูลไปประกอบการพิจารณาเกณฑ์การกำหนดอัตราค่าธรรมเนียมผ่านเข้าไปท่องเที่ยวในวนอุทยานเขานางพันธุรัต

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ ประกอบด้วย

- 1) แบบสัมภาษณ์สำหรับการสัมภาษณ์ผู้มาเยือน และ
- 2) เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมสำเร็จรูป

การรวบรวมข้อมูล

1. รวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ (secondary data) จากเอกสาร งานวิจัย บทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยและสถิติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ศึกษา ได้แก่ เอกสารข้อมูลเกี่ยวกับสถิติของผู้มาเยือน แผนที่แสดงแนวเขตวนอุทยานเขานางพันธุรัต จังหวัดเพชรบุรี และมูลค่าด้านนันทนาการ

2. ข้อมูลปฐมภูมิ (primary data) ได้จากการเก็บข้อมูลภาคสนามจากการสัมภาษณ์ผู้มาเยือนที่มาท่องเที่ยว

วนอุทยานเขานางพันธุรัตโดยใช้แบบสัมภาษณ์ แบ่งคำถามออกเป็น 4 ส่วน ประกอบด้วย ส่วนที่ 1 ข้อมูลเศรษฐกิจและสังคมของผู้มาเยือน ส่วนที่ 2 ลักษณะการมานันทนาการและความพึงพอใจของผู้มาเยือน ส่วนที่ 3 การเดินทางและค่าใช้จ่าย และส่วนที่ 4 วิธีการสมมติเหตุการณ์ใช้การประมาณค่าโดยใช้ความเต็มใจที่จะจ่าย

นำแบบสัมภาษณ์ไปทำการทดสอบเบื้องต้น (pre-test) กับกลุ่มตัวอย่างของผู้มาเยือนในพื้นที่วนอุทยานเขานางพันธุรัต จำนวน 30 คน เพื่อหาความเชื่อมั่น (reliability) ของคำถามเกี่ยวกับความพึงพอใจในสิ่งอำนวยความสะดวกในวนอุทยานเขานางพันธุรัต (ส่วนที่ 2) คำนวณหาค่าแอลฟาด้วยวิธีการของ Cronbach ทั้งนี้ ค่าความเชื่อมั่นจะต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 0.80 (Thaweerat, 2000) จากการทดสอบได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.89

ประชากรและขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานี้ คือ ผู้มาเยือนที่เดินทางมาท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัต ในปี พ.ศ. 2562 ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม จำนวน 31,621 คน (Khao Nang Phan Thu Rat Forest Park, 2021) กำหนดขนาดตัวอย่าง (sample size) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และสัมประสิทธิ์ความผันแปรเท่ากับ 0.05 โดยใช้สูตร Yamane (Yamane, 1973) ได้จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 400 ตัวอย่าง

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา (descriptive analysis) เป็นการนำข้อมูลที่รวบรวมได้มานำเสนอให้ทราบถึงข้อมูลเศรษฐกิจและสังคมของผู้มาเยือน ได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพสมรส ศาสนา ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ รวมทั้งข้อมูลเกี่ยวกับการมาร่วมกิจกรรมนันทนาการ ความพึงพอใจของผู้มาเยือนต่อสิ่งอำนวยความสะดวกภายในวนอุทยานเขานางพันธุรัต และความเต็มใจที่จะจ่ายค่าธรรมเนียมการผ่านเข้าไปท่องเที่ยว โดยนำเสนอในรูปแบบของค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุด

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ (quantitative analysis) ทำการวิเคราะห์โดยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ดังนี้

2.1 การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการมาท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัต โดยวิธีคิดค่าใช้จ่ายการเดินทางระดับบุคคล (individual travel cost model: ITCM) (Hoamuangkaew, 2010) ดังสมการที่ (1)

$$V_i = f(TC_i, A_i, I_i, E_i, L_i, S_i) \quad (1)$$

โดยที่ V_i = จำนวนครั้งที่มาเที่ยวของผู้มาเยือน (ครั้ง/ปี)

TC_i = ค่าใช้จ่ายในการมาท่องเที่ยวของผู้มาเยือน (บาท/ครั้ง)

A_i = อายุของผู้มาเยือน (ปี)

I_i = รายได้ต่อเดือนของผู้มาเยือนที่เดินทางมาท่องเที่ยว (บาท)

E_i = ระดับการศึกษาของบุคคลที่เดินทางมาท่องเที่ยว (จำนวนปีที่ใช้ในการศึกษา)

L_i = ระยะทางในการเดินทางมาท่องเที่ยว (กิโลเมตร)

S_i = เพศของผู้มาเยือน (เพศชาย = 0, เพศหญิง = 1)

i = ผู้มาเยือนที่ i โดยที่ $i = 1, 2, 3, \dots, 400$ (จำนวนตัวอย่าง 400 ตัวอย่าง)

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของอัตราการมาท่องเที่ยวกับตัวแปรอิสระ โดยการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน (stepwise multiple regression analysis) และนำมาทำการประมาณการเส้นอุปสงค์ของการมาท่องเที่ยว

2.2 การประเมินมูลค่าทางด้านนันทนาการของวนอุทยานเขานางพันธุรัตจากความพอใจส่วนเกินของผู้มาเยือน ด้วยการคำนวณพื้นที่ใต้เส้นอุปสงค์ ซึ่งเป็นตัวแทนของมูลค่าด้านนันทนาการของวนอุทยานเขานางพันธุรัตที่เกิดจากความพอใจส่วนเกินของผู้มาเยือนทั้งหมดในช่วงเวลาที่ศึกษา โดยนำสมการอุปสงค์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งในการเดินทางมาท่องเที่ยวกับค่าใช้จ่ายในการมาท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัต มาคำนวณหาส่วนเกินผู้บริโภคทั้งหมด

คำนวณหาค่าใช้จ่ายในการเดินทางมาท่องเที่ยวสูงสุด (choke price) ของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายในการเดินทางมาท่องเที่ยวสูงสุดที่กลุ่มผู้มาเยือนที่เต็มใจจะ

จ่ายในการเดินทางมาท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัต ได้จากการนำค่าใช้จ่ายในการเดินทางมาท่องเที่ยวทั้งหมดของผู้มาเยือนแต่ละคนเรียงลำดับจากน้อยที่สุดไปหามากที่สุด แล้วกำหนดค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของข้อมูล (Thailand Development Research Institute, 2000 ; Chankaew *et al.*, 2013)

นำสมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเดินทางมาท่องเที่ยวของผู้มาเยือนที่ i กับตัวแปรต่าง ๆ ทางด้านเศรษฐกิจและสังคมต่อครั้งของผู้มาเยือนที่ i มาคำนวณหาส่วนเกินของผู้บริโภคทั้งหมดโดยหาพื้นที่ใต้เส้นอุปสงค์ด้วยวิธีการปริพันธ์ (integral) ของค่าใช้จ่ายในการเดินทางมาท่องเที่ยวเฉลี่ยของแต่ละผู้มาเยือนถึงค่าใช้จ่ายในการท่องเที่ยวสูงสุดของแต่ละผู้มาเยือน ดังสมการที่ (2)

$$CS_i = \int_{T_{Ci}}^{T_{Ci}(\max)} f(T_{Ci}, A_i, I_i, E_i, L_i, S_i) dT_{Ci} \quad (2)$$

โดยที่ CS_i = ส่วนเกินผู้บริโภคทั้งหมด (บาทต่อปี)

$T_{Ci}(\max)$ = ค่าใช้จ่ายในการเดินทางมาท่องเที่ยวสูงสุด (บาท)

T_{Ci} = ค่าใช้จ่ายในการท่องเที่ยวเฉลี่ยของนักท่องเที่ยว (บาท)

จากนั้นคำนวณหาส่วนเกินผู้บริโภคของผู้มาเยือนที่เดินทางมาท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัตเฉลี่ยต่อครั้ง (average consumer surplus: ACS) ดังสมการที่ (3)

$$ACS = CS/V_i \quad (3)$$

คำนวณหาส่วนเกินของผู้บริโภคทั้งหมดของผู้มาเยือนที่เดินทางมาท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัต (มูลค่าด้านนันทนาการ) ดังสมการที่ (4)

$$CS = ACS \times N \quad (4)$$

โดยที่ CS = มูลค่าด้านนันทนาการของวนอุทยานเขานางพันธุรัต (บาทต่อปี)

N = จำนวนผู้มาเยือนที่เดินทางมาท่องเที่ยวต่อปี (คน)

2.3 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของความเต็มใจที่จะจ่ายกับปัจจัยต่าง ๆ โดยวิธีสมมติเหตุการณ์ (contingent valuation method: CVM) โดย

ใช้ความเต็มใจที่จะจ่าย (willingness to pay: WTP) จากการตรวจสอบเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังสมการที่ (5)

$$WTP = f(I, E, A, T, M, L, T_c, S_a) \quad (5)$$

โดยที่ WTP = ความเต็มใจที่จะจ่ายค่าธรรมเนียม (บาทต่อครั้ง)

I = รายได้ต่อเดือนของผู้มาเยือน (บาท)

E = ระดับการศึกษาของผู้มาเยือน (จำนวนปีที่ได้รับการศึกษา)

A = อายุของผู้มาเยือน (ปี)

T = จำนวนครั้งที่มาเที่ยวครั้งนี้ (ครั้ง)

M = จำนวนสมาชิกทั้งหมดในกลุ่มของผู้มาเยือนที่มาในครั้งนี้ (คน)

L = ระยะทางในการเดินทาง (กิโลเมตร)

T_c = ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (บาท)

S_a = ระดับความพึงพอใจ (คะแนน)

นำข้อมูลของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับความเต็มใจที่จะจ่ายมาวิเคราะห์ข้อมูล โดยการใช้การวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน และนำค่าเฉลี่ยของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับความเต็มใจที่จะจ่ายมาแทนค่าในสมการที่ได้ เพื่อหาค่าเฉลี่ยความเต็มใจที่จะจ่ายค่าธรรมเนียมท่องเที่ยวของวนอุทยานเขานางพันธุรัตต่อครั้ง (WTP) และทำการคำนวณหามูลค่าด้านนันทนาการ (V) ดังสมการที่ (6)

$$V = WTP \times N \quad (6)$$

ผลและวิจารณ์

ข้อมูลพื้นฐานของผู้มาเยือน

1. ข้อมูลเศรษฐกิจและสังคมของผู้มาเยือน จากการศึกษากลุ่มตัวอย่างของผู้มาเยือนสรุปได้ดังนี้

เพศ พบว่า ผู้มาเยือนเป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 56.75 และเพศชาย ร้อยละ 43.25 แสดงให้เห็นว่าผู้มาเยือนเพศหญิงมากกว่าเพศชาย

อายุ พบว่า ผู้มาเยือนมีอายุ 20-29 ปี คิดเป็นร้อยละ 30.5 รองลงมาคืออายุ 30-39 ปี อายุ 40-49 ปี อายุ 50-59 ปี อายุ 15-19 ปี และมีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 29.00, 20.75, 11.25, 5.00 และ 3.50

ตามลำดับ โดยมีอายุน้อยที่สุด 15 ปี อายุมากที่สุดที่ 82 ปี และมีอายุเฉลี่ย 36 ปี แสดงให้เห็นว่าผู้มาเยือนส่วนใหญ่จะเป็นกลุ่มวัยเรียนหรือวัยทำงานตอนต้น

ศาสนา พบว่า ผู้มาเยือนนับถือศาสนาพุทธ คิดเป็นร้อยละ 94.00 รองลงมาคือ นับถือศาสนาคริสต์ ศาสนาอิสลาม และไม่นับถือศาสนา คิดเป็นร้อยละ 2.50, 1.75 และ 1.75 ตามลำดับ

สถานภาพการสมรส พบว่า ผู้มาเยือนมีสถานภาพโสด คิดเป็นร้อยละ 57.75 รองลงมาคือ สมรส และหย่าร้าง/หม้าย/แยกกันอยู่ คิดเป็นร้อยละ 35.25 และ 7.00 ตามลำดับ

ระดับการศึกษาสูงสุด พบว่า ผู้มาเยือนจบการศึกษาระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 56.00 รองลงมาคือ จบการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ระดับปริญญาโท ระดับอนุปริญญา/ปวส. ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ระดับประถมศึกษา ไม่ได้รับการศึกษา และระดับปริญญาเอก คิดเป็นร้อยละ 15.00, 11.00, 7.50, 5.50, 1.75, 1.75 และ 1.50 ตามลำดับ

อาชีพ พบว่า ผู้มาเยือนมีอาชีพพนักงานบริษัทเอกชน คิดเป็นร้อยละ 24.75 รองลงมาคือ ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว รับราชการ รับจ้างทั่วไป นักเรียน/นักศึกษา แม่บ้าน/พ่อบ้าน เกษียณราชการ พนักงานรัฐวิสาหกิจ และเกษตรกร/ประมง คิดเป็นร้อยละ 21.75, 19.25, 14.00, 10.00, 3.75, 3.50, 2.25 และ 0.75 ตามลำดับ

รายได้ต่อเดือน พบว่า ผู้มาเยือนมีรายได้ต่อเดือนน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 24.00 รองลงมาคือ รายได้มากกว่า 30,000 บาท รายได้ 10,001-15,000 บาท รายได้ 15,001-20,000 บาท รายได้ 25,001-30,000 บาท รายได้ 5,001-10,000 บาท และรายได้ 20,001-25,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 22.75, 15.00, 14.25, 10.75, 7.50 และ 5.75 ตามลำดับ โดยมี รายได้สูงสุด 200,000 บาท และรายได้เฉลี่ย 24,890.24 บาท

2. ลักษณะของการมานันทนาการและความพึงพอใจของผู้มาเยือน จากการศึกษากลุ่มตัวอย่างผู้มาเยือนสรุปได้ดังนี้

แหล่งข้อมูลการท่องเที่ยว พบว่า ผู้มาเยือนรู้จักวนอุทยานเขานางพันธุรัตทางอินเทอร์เน็ต คิดเป็นร้อยละ

47.25 รองลงมาคือ เพื่อน/ญาติพี่น้อง ศูนย์ข้อมูลนักท่องเที่ยว/การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย อื่น ๆ (ป้ายบอกทาง ใกล้บ้าน) โทรศัพท์/วิทยุ หนังสือพิมพ์/นิตยสาร/เอกสารแผ่นพับ เจ้าหน้าที่ของวนอุทยานเขานางพันธุรัต และบริษัททัวร์ คิดเป็นร้อยละ 25.25, 13.75, 9.00, 5.75, 4.75, 3.00 และ 1.00 ตามลำดับ

ประสบการณ์ในการมาท่องเที่ยว พบว่า ผู้มาเยือนเดินทางมาท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัตเป็นครั้งแรก คิดเป็นร้อยละ 72.00 รองลงมาคือ เคยมา 2-5 ครั้ง เคยมาแล้วตั้งแต่ 10 ครั้งขึ้นไป และ เคยมา 6-9 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 22.75, 3.75 และ 1.50 ตามลำดับ

รูปแบบของการมานันทนาการ พบว่า ผู้มาเยือนเดินทางมาท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัตจะเดินทางแบบไปเช้า-เย็นกลับ คิดเป็นร้อยละ 92.50 รองลงมาคือ พักค้างคืน 1 คืน และพักค้างคืนตั้งแต่ 2 คืนขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 5.00 และ 2.50 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าผู้มาเยือนไม่นิยมพักค้างคืนที่วนอุทยานเขานางพันธุรัตอาจเป็นเพราะที่ตั้งของวนอุทยานเขานางพันธุรัตมีการคมนาคมที่สะดวก ง่ายต่อการเข้าถึงพื้นที่ รวมทั้งมีสถานที่ท่องเที่ยวที่น่าสนใจหลายแห่งอยู่บริเวณใกล้เคียง ทำให้สามารถเดินทางไปกลับได้ภายในวันเดียวและสามารถไปท่องเที่ยวสถานที่อื่นได้อีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการท่องเที่ยว พบว่า ผู้มาเยือนมีวัตถุประสงค์ของการท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัตคือ พักผ่อนหย่อนใจ คิดเป็นร้อยละ 87.25 รองลงมาคือ จุดแวะพัก ศึกษาพรรณไม้ รับประทานอาหาร/เครื่องดื่ม ออกกำลังกาย พักแรม และ อื่น ๆ (ไหว้ศาลแม่นางพันธุรัตทัศนศึกษา) คิดเป็นร้อยละ 27.00, 14.00, 10.25, 8.50, 7.50 และ 2.50 ตามลำดับ

บุคคลผู้ร่วมเดินทาง พบว่า ผู้มาเยือนเดินทางมาท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัตกับครอบครัว คิดเป็นร้อยละ 51.75 รองลงมาคือ เพื่อน อื่นๆ (นักเรียน/นักศึกษา) และมาคนเดียว คิดเป็นร้อยละ 37.25, 5.50 และ 2.50 ตามลำดับ

จำนวนผู้ร่วมเดินทาง พบว่า ผู้มาเยือนเดินทางมาท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัต จะมีจำนวนสมาชิกที่ร่วมเดินทางน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 คน คิดเป็นร้อยละ

60.00 รองลงมาคือ 4-6 คน 10-12 คน มากกว่า 12 คน และ 7-9 คน คิดเป็นร้อยละ 29.75, 3.50, 3.50 และ 3.25 ตามลำดับ โดยมีจำนวนสมาชิกที่ร่วมเดินทางเฉลี่ย 4 คน

ลักษณะกิจกรรม พบว่า ผู้มาเยือนเดินทางมาท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัตมาพักผ่อนหย่อนใจ คิดเป็นร้อยละ 76.00 รองลงมาคือ ถ่ายรูป เดินศึกษาพรรณไม้ ออกกำลังกาย ดุสัตว์ (ลิง กระรอก) รับประทานอาหาร กิจกรรมเชิงอนุรักษ์ (เก็บขยะ) และอื่น ๆ (เส้นทางศึกษารธรรมชาติ ไรศาลแม่ปางพันธุรัต ผักสมมติ) คิดเป็นร้อยละ 67.25, 17.50, 13.00, 11.25, 10.50, 10.25 และ 2.25 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า ผู้มาเยือนเดินทางมาท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัตมาพักผ่อนหย่อนใจ เนื่องจากวนอุทยานเขานางพันธุรัตเป็นสถานที่ที่มีความร่มรื่นจากพรรณไม้ต่าง ๆ มีความเงียบสงบ และเย็นสบาย อีกทั้งยังมีทัศนียภาพที่สวยงามเหมาะแก่การมาพักผ่อน

สาเหตุที่เดินทางมาท่องเที่ยว พบว่า ผู้มาเยือนเดินทางมาท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัตเพราะเป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ คิดเป็นร้อยละ 58.75 รองลงมาคือ เดินทางสะดวก เพราะเป็นทางผ่าน แหล่งท่องเที่ยวใกล้บ้าน เพื่อน/ครอบครัว ชักชวน แหล่งศึกษาเกี่ยวกับพรรณไม้ และ อื่น ๆ (แหล่งเรียนรู้ ศาลแม่ปางพันธุรัต ทางเดินเท้า) คิดเป็นร้อยละ 53.25, 28.50, 27.50, 25.50, 17.25 และ 3.25 ตามลำดับ

จุดมุ่งหมายของการมาท่องเที่ยว พบว่า ผู้มาเยือนเดินทางมาท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัตเพียงแห่งเดียว คิดเป็นร้อยละ 61.25 รองลงมาคือ 2-3 แห่ง และมากกว่า 4 แห่งขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 33.25 และ 5.50 ตามลำดับ

สถานที่ท่องเที่ยวที่เข้าไปท่องเที่ยว พบว่า ผู้มาเยือนเข้ามาท่องเที่ยวในวนอุทยานเขานางพันธุรัตนิยมเข้าไปเที่ยวศาลแม่ปางพันธุรัต คิดเป็นร้อยละ 78.00 รองลงมาคือ กระจกนางพันธุรัต เมรุนางพันธุรัต ลานเกือกแก้ว บ่อชุบตัวพระสังข์ จุดชมวิวกู่เศรษฐิ คอกช้าง และอื่น ๆ (ร้านกาแฟ ลานทางเดินเท้า) คิดเป็นร้อยละ 70.00, 64.50, 23.25, 23.00, 20.00, 15.25 และ 7.50 ตามลำดับ

ระดับความพึงพอใจในสิ่งอำนวยความสะดวกในวนอุทยานเขานางพันธุรัต ประกอบด้วย ความสะดวกในการเข้าถึงพื้นที่ เส้นทางภายในวนอุทยาน ความชัดเจนของป้ายบอกทิศทาง ความชัดเจนของป้ายคำเตือน การให้บริการของศูนย์บริการนักท่องเที่ยว จำนวนเจ้าหน้าที่ที่มีความเพียงพอและดูแลทั่วถึง ความเต็มใจและความพร้อมในการให้บริการของเจ้าหน้าที่ ความสะอาดและความเพียงพอของลานทางเดินเท้า การจัดการและความสะอาดของร้านค้า/ร้านอาหาร ความสะอาดและความเพียงพอของห้องน้ำ-ห้องสุขา การจัดการของเสีย (ขยะ สิ่งปฏิกูล) ความสะดวกในการติดต่อสื่อสาร (โทรศัพท์) การเผยแพร่ข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต การรักษาความปลอดภัยแก่นักท่องเที่ยวและมีอุปกรณ์ป้องกันสาธารณภัย ความสะดวกและเพียงพอของลานจอดรถ และความเหมาะสมของระยะเวลาในการเปิด-ปิด การให้บริการ พบว่า ผู้มาเยือนมีระดับความพึงพอใจเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก (คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.81)

ความต้องการกลับมาท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัต พบว่า ผู้มาเยือนต้องการกลับมาท่องเที่ยวที่วนอุทยานเขานางพันธุรัตอีก คิดเป็นร้อยละ 75.00 โดยให้เหตุผลว่า เดินทางสะดวก สะอาด มีความร่มรื่นเย็นสบาย ธรรมชาติสวยงาม เหมาะแก่การพักผ่อน และยังท่องเที่ยวภายในวนอุทยานเขานางพันธุรัตไม่ครบ รองลงมาคือ ไม่นานใจ และไม่มาอีก คิดเป็นร้อยละ 23.50 และ 1.50 ตามลำดับ

3. การเดินทางและค่าใช้จ่าย จากการศึกษากลุ่มตัวอย่างของผู้มาเยือนสรุปได้ดังนี้

ระยะทางในการเดินทาง พบว่า ผู้มาเยือนพักอาศัยอยู่ห่างจากวนอุทยานเขานางพันธุรัต ระยะทางมากกว่า 120 กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 43.50 รองลงมาคือน้อยกว่าหรือเท่ากับ 30 กิโลเมตร 31-60 กิโลเมตร 91-120 กิโลเมตร และ 61-90 กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 39.00, 10.75, 4.00 และ 2.75 ตามลำดับ

ระยะเวลาในการเดินทาง พบว่า ผู้มาเยือนใช้ระยะเวลาในการเดินทางมาท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัต ไม่เกิน 1 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 49.75

รองลงมาคือ 2-3 ชั่วโมง 1-2 ชั่วโมง และมากกว่า 3 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 24.25, 16.25 และ 9.25 ตามลำดับ

พาหนะในการเดินทาง พบว่า ผู้มาเยือนเดินทาง มาด้วยรถส่วนตัว คิดเป็นร้อยละ 93.25 รองลงมา คือ เช่าเหมารถ และรถโดยสารประจำทาง คิดเป็นร้อยละ 6.00 และ 0.75 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า ผู้มาเยือนนิยม เดินทางมาด้วยรถส่วนตัว อาจเป็นเพราะมีความ สะดวกสบายในการเดินทาง

ค่าใช้จ่ายในการเดินทางมาท่องเที่ยว พบว่า ผู้มาเยือนมีค่าใช้จ่ายในการเดินทางมาท่องเที่ยว น้อยกว่า หรือเท่ากับ 500 บาท คิดเป็นร้อยละ 54.75 รองลงมาคือ 501-1,000 บาท 1,501-2,000 บาท มากกว่า 2,000 บาท และ 1,001-1,500 บาท คิดเป็นร้อยละ 16.75, 11.50, 11.50 และ 10.25 ตามลำดับ

ความเต็มใจจะจ่าย พบว่า ผู้มาเยือนเต็มใจจะ จ่ายค่าธรรมเนียม 11-20 บาท คิดเป็นร้อยละ 33.75 รองลงมาคือ 21-30 บาท 41-50 บาท 31-40 บาท มากกว่า 50 บาท และน้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 บาท คิดเป็นร้อยละ 20.75, 18.50, 8.25, 4.50 และ 2.75 ตามลำดับ โดยมีค่าความเต็มใจที่จะจ่ายค่าธรรมเนียมเฉลี่ย เท่ากับ 30.05 บาท และไม่เต็มใจที่จะจ่ายค่าธรรมเนียม

ร้อยละ 11.50 โดยให้เหตุผลว่า เป็นการสิ้นเปลืองและ ควรเป็นสวัสดิการที่รัฐบาลมีให้กับประชาชน

การประเมินมูลค่าด้านนันทนาการของวนอุทยาน-เขานางพันธุรัต

1. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเดินทางมาท่องเที่ยวเกี่ยวกับจำนวนครั้งของการเดินทางมาท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัตโดยวิธีอาคัย ค่าใช้จ่ายในการเดินทางระดับบุคคล

นำข้อมูลของปัจจัยที่คาดว่าจะมีความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเดินทางมาท่องเที่ยวเกี่ยวกับจำนวนครั้งของการเดินทางมาท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัตมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ โดยใช้วิธีการกำลังสองน้อยที่สุด ในรูปสมการถดถอย พหุคูณแบบขั้นตอน พบว่า ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลต่ออัตราการมาท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัตของผู้มาเยือน (V_i) คือ รายได้ต่อเดือนของผู้มาเยือนที่ i ที่เดินทางมาท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัต (I_i) และค่าใช้จ่ายในการเดินทางมาท่องเที่ยวของผู้มาเยือนที่ i (TC_i) ผลที่ได้ดัง Table 1

Table 1 Coefficients for the regression equation with the number of visits and the independent variables.

Independent variable	Coefficient	t	p-value
constant	1.13000	13.10400	0.00000**
I_i	0.00004	3.73500	0.00022**
TC_i	-0.00012	-3.10200	0.00206**
F = 11.46800	p-value = 0.00000	R ² = 0.05500	Adj. R ² = 0.05000

Remark: **Significance at the level of 0.01.

จาก Table 1 แทนค่าสัมประสิทธิ์ได้ดังสมการที่ (7)

$$V_i = 1.130 + 0.00004I_i - 0.00012TC_i \quad (7)$$

เมื่อพิจารณาค่า F พบว่า มีค่าเท่ากับ 11.46800 มีค่า p-value < 0.01 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่านัยสำคัญทางสถิติ กำหนดคือ 0.01 แสดงว่าตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม จากผลการวิเคราะห์พบว่า ตัวแปรรายได้ต่อ

เดือนของผู้มาเยือนที่เดินทางมาท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัตมีความสัมพันธ์แบบแปรผันตรงกับจำนวนครั้งที่มาท่องเที่ยวของผู้มาเยือน ที่นัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ 0.01 อธิบายได้ว่า เมื่อทิศทางของค่าสัมประสิทธิ์ (coefficient) เป็นทิศทางบวก มีค่าเท่ากับ 0.00004 และตัวแปรอื่น ๆ คงที่ จะทำให้ได้ผลออกมาเป็นไปในทิศทางบวก กล่าวคือเมื่อรายได้ต่อเดือนของผู้มาเยือนที่

เดินทางมาท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัตเพิ่มขึ้นหรือลดลง 1 บาท จะทำให้มีจำนวนครั้งที่มาเที่ยวของผู้มาเยือนเพิ่มขึ้นหรือลดลง 0.00004 ครั้ง/ปี ตามลำดับ และตัวแปรค่าใช้จ่ายในการเดินทางมาท่องเที่ยวของผู้มาเยือนมีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันกับจำนวนครั้งของการมาท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัต ที่นัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ 0.01 อธิบายได้ว่าเมื่อทิศทางของค่าสัมประสิทธิ์เป็นทิศทางลบ มีค่าเท่ากับ -0.00012 และตัวแปรอื่น ๆ คงที่ จะทำให้ได้ผลออกมาเป็นไปในทิศทางลบ กล่าวคือเมื่อค่าใช้จ่ายในการเดินทางมาท่องเที่ยวของผู้มาเยือนเพิ่มขึ้นหรือลดลง 1 บาท/ครั้ง จะทำให้มีจำนวนครั้งที่มาเที่ยวของผู้มาเยือนลดลงหรือเพิ่มขึ้น 0.00012 ครั้ง/ปี ตามลำดับ สำหรับค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) มีค่าเท่ากับ 0.055 หมายความว่า ตัวแปรอิสระสามารถอธิบายการผันแปรของอัตราการมาท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัตได้ ร้อยละ 5.50 และอีกร้อยละ 94.50 ขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นที่ไม่ได้นำมาพิจารณา

2. การประเมินมูลค่าด้านนันทนาการของวนอุทยานเขานางพันธุรัตโดยใช้วิธีอาศัยค่าใช้จ่ายในการเดินทางระดับบุคคล โดยการหาส่วนเกินของผู้บริโภคซึ่งสามารถหาได้จากพื้นที่ใต้เส้นอุปสงค์ในการเดินทางมาเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัต

คำนวณหาค่าใช้จ่ายในการเดินทางมาท่องเที่ยวสูงสุด (choke price) ต่อครั้งของกลุ่มตัวอย่างผู้มาเยือน โดยใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของข้อมูล ได้ค่าใช้จ่ายในการเดินทางมาท่องเที่ยวสูงสุดเท่ากับ 3,290.00 บาท

คำนวณหาจำนวนครั้งในการเดินทางมาท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัต โดยแทนค่าใช้จ่ายในการเดินทางมาท่องเที่ยวด้วยค่าใช้จ่ายทั้งหมดเฉลี่ยของผู้มาเยือนที่เดินทางมาวนอุทยานเขานางพันธุรัตมีค่าเท่ากับ 880.29 บาท และแทนค่ารายได้ต่อเดือนของผู้มาเยือนที่ i ที่เดินทางมาท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัต มีเท่ากับ 24,890.24 บาท ในสมการที่ (7) จะได้จำนวนครั้งในการเดินทางมาท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัต เท่ากับ 2.02 ครั้งต่อปี และแทนค่ารายได้ต่อเดือนของผู้มาเยือนที่ i ที่เดินทางมาท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัตในสมการที่ (7) จะได้สมการที่ (8)

นำสมการที่ (8) มาคำนวณส่วนเกินผู้บริโภค (CS) โดยการหาพื้นที่ใต้เส้นอุปสงค์ด้วยวิธีปริพันธ์ค่าใช้จ่ายใน

การเดินทางมาท่องเที่ยวเฉลี่ยของแต่ละผู้มาเยือน (T_{Ci}) ถึงค่าใช้จ่ายในการเดินทางมาท่องเที่ยวสูงสุดของผู้มาเยือน ($T_{Ci}(\max)$) แทนค่าในสมการที่ (2) ได้ดังสมการที่ (9)

$$V_i = 2.12561 - 0.00012T_{Ci} \quad (8)$$

$$CS_i = \int_{880.29}^{3,290.00} (2.12561 - 0.00012T_{Ci}) dT_{Ci} \quad (9)$$

ส่วนเกินผู้บริโภคของผู้มาเยือนที่เดินทางมาท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัตมีค่าเท่ากับ 4,519.15 บาทต่อคนต่อปี จากนั้นคำนวณหาส่วนเกินผู้บริโภคที่มาท่องเที่ยวเฉลี่ยต่อครั้ง (ACS) โดยคำนวณจากความพอใจส่วนเกินของผู้บริโภคของผู้มาเยือนที่มาท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัตหารด้วยจำนวนครั้งในการเดินทางมาท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัตเฉลี่ยของผู้มาเยือน (V_i) แทนค่าในสมการที่ (3) ได้ดังสมการที่ (10)

$$ACS = 4,519.15/2.02 \quad (10)$$

ส่วนเกินผู้บริโภคที่มาท่องเที่ยวเฉลี่ยต่อครั้ง (ACS) มีค่าเท่ากับ 2,237.20 บาทต่อครั้ง จากนั้นคำนวณหาส่วนเกินผู้บริโภคทั้งหมดของผู้มาเยือนที่เดินทางมาท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัต (มูลค่าด้านนันทนาการ) โดยนำค่าส่วนเกินผู้บริโภคที่มาท่องเที่ยวเฉลี่ยต่อครั้ง (ACS) คูณด้วยจำนวนผู้มาเยือนที่มาท่องเที่ยวต่อปี จำนวน 31,621 คน แทนค่าในสมการที่ (4) ได้ดังสมการที่ (11)

$$CS = 2,237.20 \times 31,621 \quad (11)$$

ดังนั้น มูลค่าด้านนันทนาการของวนอุทยานเขานางพันธุรัตใช้วิธีอาศัยค่าใช้จ่ายในการเดินทางระดับบุคคล มีค่าเท่ากับ 70,742,501.20 บาทต่อปี

3. การประเมินมูลค่าด้านนันทนาการของวนอุทยานเขานางพันธุรัตด้วยวิธีสมมติเหตุการณ์ใช้การประมาณค่าโดยใช้ความเต็มใจที่จะจ่าย (WTP)

นำข้อมูลของปัจจัยที่คาดว่าจะมีความสัมพันธ์กับความเต็มใจที่จะจ่ายมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้วิธีการกำลังสองน้อยที่สุด ในรูปสมการถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับค่าความเต็มใจที่จะจ่ายที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 คือ รายได้ต่อเดือนของผู้มาเยือน (I) ผลที่ได้ดัง Table 2

Table 2 Coefficients for the regression equation for the relationship between willingness to pay and the independent variables.

Independent variable	Coefficient	t	p-value
Constant	31.16700	23.91400	0.00000**
I	0.00011	3.33900	0.00100**
F = 11.14900	p-value = 0.00100	R ² = 0.03100	

Remark: **Significance at the level of 0.01

จาก Table 2 แทนค่าสัมประสิทธิ์ได้ดังสมการที่ (12)

$$WTP = 31.16700 + 0.00011(Y) \quad (12)$$

เมื่อพิจารณาค่า F พบว่า มีค่าเท่ากับ 11.14900 มีค่า $p\text{-value} < 0.01$ ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่านัยสำคัญทางสถิติที่กำหนดคือ 0.01 แสดงว่าตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม จากผลการวิเคราะห์พบว่า ตัวแปรรายได้ต่อเดือนของผู้มาเยือนที่เดินทางมาท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัตมีความสัมพันธ์แบบแปรผันตรงกับกับค่าความเต็มใจที่จะจ่าย ที่นัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ 0.01 อธิบายได้ว่า เมื่อทิศทางของค่าสัมประสิทธิ์เป็นทิศทางบวก มีค่าเท่ากับ 0.00011 และตัวแปรอื่น ๆ คงที่ จะทำให้ได้ผลออกมาเป็นไปในทิศทางบวก กล่าวคือ เมื่อรายได้ต่อเดือนของผู้มาเยือนที่เดินทางมาท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัตเพิ่มขึ้นหรือลดลง 1 บาท จะทำให้มีค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่มขึ้นหรือลดลง 0.00011 บาท/ครั้ง ตามลำดับ สำหรับค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) มีค่าเท่ากับ 0.031 หมายความว่า ตัวแปรอิสระสามารถอธิบายการผันแปรของค่าความเต็มใจที่จะจ่ายได้ ร้อยละ 3.10 และอีกร้อยละ 96.90 ขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นที่ไม่ได้นำมาพิจารณา

คำนวณหาค่าเฉลี่ยค่าความเต็มใจที่จะจ่ายโดยนำรายได้ต่อเดือนของผู้มาเยือน (Y) เท้ากับ 24,890.24 บาท แทนค่าลงในสมการที่ (12) ได้ดังนี้

$$WTP = 31.167 + 0.00011(24,890.24) \quad (13)$$

ค่าเฉลี่ยความเต็มใจที่จะจ่าย เท่ากับ 33.90 บาท ต่อครั้ง จากนั้นคำนวณหามูลค่าด้านนันทนาการโดยนำค่าเฉลี่ยความเต็มใจที่จะจ่ายคูณกับจำนวนผู้มาเยือนที่มาท่องเที่ยวในปี พ.ศ. 2562 จำนวน 31,621 คน (N) แทนค่าในสมการที่ (6) ได้ดังนี้

$$V = 33.90 \times 31,621 \quad (14)$$

ดังนั้น มูลค่าด้านนันทนาการของวนอุทยานเขานางพันธุรัตโดยวิธีการสมมติเหตุการณ์ให้ประมาณมูลค่าความเต็มใจจะจ่ายค่าธรรมเนียมมีค่าเท่ากับ 1,071,951.90 บาทต่อปี

จากผลการศึกษาข้างต้นเห็นได้ว่า การประเมินมูลค่าด้านนันทนาการของวนอุทยานเขานางพันธุรัต ด้วยวิธีสมมติเหตุการณ์โดยใช้ความเต็มใจที่จะจ่ายมีค่าต่ำกว่าค่าที่ได้จากการประเมินมูลค่าทางนันทนาการโดยวิธีอาศัยค่าใช้จ่ายในการเดินทางระดับบุคคล ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากพฤติกรรมโดยธรรมชาติของผู้มาเยือนโดยทั่วไป เมื่อถูกสอบถามในเรื่องที่จะต้องเสียค่าใช้จ่ายมักตอบคำถามโดยให้ค่าต่ำเสมอ แต่ในขณะเดียวกันก็ต้องการได้รับผลตอบแทนสูงสุดจากการจ่ายค่าบริการนั้น ๆ ด้วย อีกทั้งยังเป็นการสอบถามเกี่ยวกับความเต็มใจที่จะจ่ายเฉพาะค่าธรรมเนียม ซึ่งเป็นเพียงค่าใช้จ่ายบางส่วนของการเดินทางเท่านั้น ประกอบกับประชาชนยังคงให้ความสำคัญในการประเมินมูลค่าประโยชน์ที่เกิดจากทรัพยากรป่าไม้ต่ำ และยังไม่ทราบถึงผลกระทบหากใช้ทรัพยากรป่าไม้จนมีสภาพเสื่อมโทรม จึงทำให้การรณรงค์และการประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนได้รับรู้ข้อมูล ข่าวสาร ความรู้เกี่ยวกับทรัพยากรป่าไม้และเข้าใจถึงประโยชน์ที่จะเกิดจากการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้เพิ่มมากขึ้นจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ซึ่งอาจส่งผลให้ค่าความเต็มใจที่จะจ่ายมีค่าสูงขึ้นอีกด้วย ดังนั้น วิธีสมมติเหตุการณ์โดยใช้ความเต็มใจที่จะจ่ายในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการประเมินมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายค่าธรรมเนียม

ผลการศึกษาการประเมินมูลค่าด้านนันทนาการด้วยวิธีสมมติเหตุการณ์โดยใช้ความเต็มใจที่จะจ่ายมีค่าต่ำกว่าค่าที่ได้จากการประเมินมูลค่าทางนันทนาการโดยวิธีอาศัยค่าใช้จ่ายในการเดินทาง มีความสอดคล้องกับงานศึกษาเรื่องมูลค่าด้านนันทนาการของสวนรุกขชาติมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี และจังหวัดนครราชสีมา โดยมูลค่าที่ได้จากวิธีอาศัยค่าใช้จ่ายในการเดินทางมีค่าเท่ากับ 5,227,825.00 บาทต่อปี ในขณะที่มูลค่าที่ได้จากวิธีการสมมติเหตุการณ์เท่ากับ 996,540.00 บาทต่อปี (Khokkhom, 2002) เช่นเดียวกับงานศึกษาเรื่อง มูลค่าทางนันทนาการของวนอุทยานปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยมูลค่าทางนันทนาการด้วยวิธีอาศัยค่าใช้จ่ายในการเดินทางมีค่าเท่ากับ 58,475,110.00 บาทต่อปี และวิธีสมมติเหตุการณ์ให้ประมาณค่ามีค่าเท่ากับ 908,413 บาทต่อปี (Intarapirote, 2005)

สรุปและข้อเสนอแนะ

ข้อมูลพื้นฐานของผู้มาเยือน

กลุ่มตัวอย่างของผู้มาเยือนส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 56.75 มีอายุเฉลี่ย 36 ปี ส่วนใหญ่นับถือศาสนาพุทธ สถานภาพโสด จบการศึกษาระดับปริญญาตรี อาชีพหลักคือ พนักงานบริษัทเอกชน รายได้เฉลี่ยเดือนละ 24,890.24 บาท ส่วนใหญ่รู้จักวนอุทยานเขานางพันธุรัตทางอินเทอร์เน็ต เดินทางมาเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัตเป็นครั้งแรก เดินทางแบบไปเช้า-เย็นกลับ วัตถุประสงค์ของการมาเยือนเพื่อพักผ่อนหย่อนใจ เดินทางมากับครอบครัว มีจำนวนสมาชิกที่ร่วมเดินทางเฉลี่ย 4 คน เดินทางมาด้วยรถส่วนตัว เดินทางมาท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัตเพียงแห่งเดียว สถานที่ที่นิยมเข้าไปเที่ยวคือ ศาลแม่นางพันธุรัต ระดับความพึงพอใจเฉลี่ยในสิ่งอำนวยความสะดวกในวนอุทยานเขานางพันธุรัตอยู่ในระดับมาก (คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.81) ผู้มาเยือนส่วนใหญ่ต้องการกลับมาท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัตอีก มีค่าใช้จ่ายในการเดินทางมาท่องเที่ยวเฉลี่ย 880.29 บาท และความเต็มใจจะจ่ายค่าธรรมเนียมเฉลี่ย 30.05 บาท

การประเมินมูลค่าด้านนันทนาการของวนอุทยานเขานางพันธุรัต

1. การประเมินมูลค่าด้านนันทนาการของวนอุทยานเขานางพันธุรัตโดยใช้วิธีอาศัยค่าใช้จ่ายในการ

เดินทางระดับบุคคล ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเดินทางมาท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัต รายได้ต่อเดือนของผู้มาเยือนและค่าใช้จ่ายในการเดินทางมาท่องเที่ยวทั้งหมด ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) มีค่าเท่ากับ 0.055 มูลค่าด้านนันทนาการของวนอุทยานเขานางพันธุรัตโดยใช้วิธีอาศัยค่าใช้จ่ายในการเดินทางระดับบุคคล มีค่าเท่ากับ 70,742,501.20 บาทต่อปี

2. การประเมินมูลค่าด้านนันทนาการของวนอุทยานเขานางพันธุรัตด้วยวิธีสมมติเหตุการณ์ใช้การประมาณค่าโดยใช้ความเต็มใจที่จะจ่าย ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเดินทางมาท่องเที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัตคือ รายได้ต่อเดือนของผู้มาเยือน ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) มีค่าเท่ากับ 0.031 มูลค่าด้านนันทนาการของวนอุทยานเขานางพันธุรัตโดยวิธีการสมมติเหตุการณ์โดยใช้ความเต็มใจจะจ่ายค่าธรรมเนียม มีค่าเท่ากับ 1,071,951.90 บาทต่อปี

จากการศึกษามีข้อเสนอแนะดังนี้ 1) มูลค่าด้านนันทนาการของวนอุทยานเขานางพันธุรัตพิจารณาเฉพาะด้านนันทนาการที่เกิดจากผู้มาเยือนเพียงด้านเดียว โดยไม่รวมมูลค่าทางด้านอื่น ๆ ที่เกิดขึ้น ดังนั้น ในการจัดระบบประมาณในการบริหารจัดการพื้นที่ให้มีความเหมาะสมจึงควรนำประเด็นอื่น ๆ นอกเหนือจากด้านนันทนาการมาประกอบการพิจารณาด้วย เช่น คุณค่าด้านแหล่งอนุรักษ์ พันธุกรรมพืชและสัตว์ป่า เป็นแหล่งเก็บหาผลผลิตจากป่าไม้เพื่อการดำรงชีพของประชาชนในพื้นที่ใกล้เคียง เป็นต้น นอกจากนี้ในการจัดสรรงบประมาณเพื่อบำรุงดูแลรักษาวนอุทยานเขานางพันธุรัตหรือแหล่งท่องเที่ยวอื่น ๆ ควรนำมูลค่านันทนาการของพื้นที่นั้น ๆ มาประกอบการตัดสินใจในการพิจารณาจัดสรรงบประมาณด้วย 2) วนอุทยานเขานางพันธุรัตเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่ผู้มาเยือนเดินทางมาท่องเที่ยวได้ตลอดทั้งปี ทำให้มีผู้มาเยือนมาท่องเที่ยวในทุกช่วงวัย ดังนั้น วนอุทยานเขานางพันธุรัตสามารถนำข้อมูลด้านเศรษฐกิจและสังคม รวมถึงลักษณะการมานันทนาการของผู้มาเยือนมาใช้ประโยชน์ในด้านการบริหารจัดการพื้นที่ให้เกิดความเหมาะสมต่อพื้นที่และผู้มาเยือน เช่น การวางแผนการรองรับผู้มาเยือน การจัดกิจกรรมหรือแรงจูงใจ เพื่อดึงดูดผู้มาเยือนให้มาท่องเที่ยวเพิ่มมากขึ้น เช่น การจัดงานเที่ยวตามเส้นทางเดินศึกษาธรรมชาติ

การจัดกิจกรรมการอนุรักษ์ในช่วงเทศกาลสำคัญ การจัดนิทรรศการให้ความรู้แก่ผู้มาเยือน ตลอดจน การสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกในการรองรับผู้มาเยือน เพื่อ พัฒนาศักยภาพของพื้นที่ อีกทั้งวนอุทยานเขานางพันธุรัต ตั้งอยู่ใกล้กับแหล่งท่องเที่ยวอื่น ๆ ดังนั้น วนอุทยาน เขานางพันธุรัตและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการจัดให้มีการประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวให้มากยิ่งขึ้น เช่น การทำ ปฏิทินการท่องเที่ยว เพื่อสร้างแรงจูงใจและความน่าสนใจ ให้แก่ผู้มาเยือน ซึ่งจะเป็นการเพิ่มจำนวนผู้มาเยือนให้มา เที่ยววนอุทยานเขานางพันธุรัตได้ตลอดทั้งปี และยังเป็น การสร้างรายได้ให้กับวนอุทยานเขานางพันธุรัต แหล่ง ท่องเที่ยวอื่น ๆ และราษฎรที่อาศัยอยู่บริเวณใกล้เคียง และ 3) วนอุทยานเขานางพันธุรัตและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง สามารถนำข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ไปใช้ประโยชน์เพื่อ เป็นข้อมูลประกอบในการพิจารณาเกณฑ์การกำหนด อัตราค่าธรรมเนียมผ่านเข้าไปท่องเที่ยวในวนอุทยาน เขานางพันธุรัตได้ เนื่องจากมูลค่าด้านนันทนาการด้วย วิธีการสมมุติเหตุการณ์โดยใช้ความเต็มใจจะจ่าย ค่าธรรมเนียมเป็นมูลค่าที่ใกล้เคียงที่สะท้อนถึงมูลค่า ด้านนันทนาการที่เกิดขึ้นจริงของผู้มาเยือนที่มาท่องเที่ยว วนอุทยานเขานางพันธุรัต

REFERENCES

- Chankaew, P., Hoamuangkaew, W., Suksard, S. 2013. The valuation of recreational value of Wiang Kosai National Park, Phrae province and Lampang province. *Thai Journal of Forestry*, 32 (Supplementary Issue): 195-203.
- Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation. 2018. **Forest Park and National Park**. https://web.facebook.com/DNP1362/photos/a.1609578269357075/2035096350138596/?locale=th_TH, 29 January 2023. (in Thai)
- Hoamuangkaew, W. 2010. **Forest Resources Economics**. Department of Forest Management, Faculty of Forestry, Kasetsart University. Bangkok. (in Thai)
- Intarapirote, P. 2005. **Recreational Value of Pran Buri Forest Park, Prachuap Khiri Khan Province**. M.S. Thesis, Kasetsart University. Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Khao Nang Phanthurat Forest Park. 2021. **Khao Nang Phanthurat Forest Park, 2021**. Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok. (in Thai)
- Khokkhom, P. 2002. **Recreational Values of Muak Lek Arboretum, Changwat Saraburi and Changwat Nakhon Ratchasima**. M.S. Thesis, Kasetsart University. Bangkok, Thailand. (in Thai)
- National Parks of Thailand. 2016. **Criteria for Designating Areas as National Parks and Forest Parks**. <http://portal.dnp.go.th/Content/nationalpark?contentId=3974>, 11 January 2022. (in Thai)
- Royal Forest Department. 2021. **Forest Areas of Thailand 2021**. https://forestinfo.forest.go.th/Content/file/ForestArea/ForestArea_2564.pdf, 28 September 2021. (in Thai)
- Subcommittee on National Forest Policy Drafting and National Forest Development Master Plan. 2020. **National Forest Policy**. http://forestinfo.forest.go.th/Content/file/policy/national_forest_policy.pdf, 22 February 2021. (in Thai)
- Thailand Development Research Institute. 2000. **Environmental Impact Assessment Development Study Guide in Economics Environment**. Office of Environmental Policy and Planning, Bangkok. (in Thai)
- Thaweerat, P. 2000. **Behavioral and Social Science Research Methods (8th, ed.)**. Chulalongkorn Wittayalai, Bangkok.
- Yamane, T. 1973. **Statistics: An Introduction Analysis (3rd, ed.)**. Harper International Edition, Tokyo.

นิพนธ์ต้นฉบับ

โครงสร้างทางสังคมของมดที่อาศัยอยู่ตามพื้นดินในพื้นที่การใช้ประโยชน์แตกต่างกัน
บริเวณเขตห้ามล่าสัตว์ป่าอ่างเก็บน้ำบางพระ จังหวัดชลบุรี

Community Structure of Ground-dwelling Ants in Various Land Use types
in the Bang Pra Non-Hunting Area, Chon Buri Province

วรัญญา ตันดี^{1,2}

Warunya Tandee^{1,2}

เดชา วิวัฒน์วิทยา^{1*}

Decha Wiwatwitaya^{1*}

สันติ สุขสอาด¹

Santi Suksard¹

¹คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

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

²ส่วนจัดการต้นน้ำ สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 2 (ศรีราชา) กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ศรีราชา ชลบุรี 20110

Watershed Management Division, Protected Areas Regional Office 2 (Sriracha), Department of National Park Wildlife and Plant Conservation, Sriracha Chon buri 20110

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

รับต้นฉบับ 9 มกราคม 2566

รับแก้ไข 16 เมษายน 2566

รับตีพิมพ์ 26 เมษายน 2566

ABSTRACT

The community structure of ground-dwelling ants in the various land use types was investigated in the Bang Pra Non-Hunting Area, Chon Buri province. The goals were to survey the ant species that could be dangerous for humans as well as the invasive species, and to establish a quantitative database related to the prevalence of all ant species in the surveyed areas. The purpose of this endeavor was to list the ant species affecting human health in the region and to reduce the chances of human-ant conflict. Ants were caught in traps placed along simple lines in five different areas characterized as camping, housing, reforestation, saman plantation, and nature trail. Two types of baits (tuna and syrup) were used to trap ants from the soil. In each type of location and during each round of collection, 20 traps of both types were put for up to 30 minutes. After collecting the ants, their species was determined, and the number of ants recorded. The data was collected every two months for a period of 10 months from November 2021 to August 2022.

This study found 45 species of ants in 32 genera and 7 subfamilies, with the most common subfamily being MYRMICINAE (44.44% of captured ants). The average number of ants caught per trap across all areas was 12.42. The reforestation area had the highest diversity index and evenness index of ants at 2.56 and 0.78, respectively. The housing and camping areas had relatively the highest similarity index at 77.55%. The species with the highest average appearance percentage was *Odontoponera denticulata*, while species with the overall highest percentage of appearance was *Oecophylla smaragdina*. Five ant species having a negative impact on human health were found: *Solenopsis geminata*, *Diacamma orbiculatum*, *Odontoponera denticulata*, *Tetraponera allaborans* and *Tetraponera rufonigra*. Six invasive species of ants were found, which included *Iridomyrmex anceps*, *Tapinoma melanocephalum*, *Anoplolepis gracilipes*, *Paratrechina longicornis*, *Monomorium pharaonis* and *Solenopsis geminata*.

Keywords: Ants; Community structures of ants; Surface-dwelling ants; Bang Pra Non-Hunting Area

บทคัดย่อ

การศึกษาโครงสร้างทางสังคมของมดที่อาศัยอยู่ตามพื้นดินในพื้นที่การใช้ประโยชน์แตกต่างกัน บริเวณเขตห้ามล่าสัตว์ป่าอ่างเก็บน้ำบางพระ จังหวัดชลบุรี มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาโครงสร้างทางสังคมของมด 2) ทราบชนิดมดอันตรายและมดต่างถิ่น ที่อาศัยอยู่ตามพื้นดิน 3) มีฐานข้อมูลของมดที่อาศัยอยู่ตามพื้นดินที่พบในพื้นที่ศึกษา ซึ่งข้อมูลการศึกษาในครั้งนี้จะนำไปสู่การแก้ปัญหาการรบกวนที่มีผลต่อสุขภาพ หรือมดอันตรายในพื้นที่ได้ เพื่อลดผลกระทบระหว่างมนุษย์กับมด โดยวางกับดักมดเป็นแนวยาวใน 5 พื้นที่ที่ต่างกัน ได้แก่ บริเวณลานกางเต็นท์ บริเวณบ้านพักเจ้าหน้าที่ ป่าปลูกแบบผสม ป่าจามจุรี และบริเวณเส้นทางศึกษาธรรมชาติ ซึ่งใช้เหยื่อสองชนิด ได้แก่ เหยื่อหนู และเหยื่อน้ำหวาน จำนวนเหยื่อละ 20 จุด จับเวลา 30 นาที แล้วทำการเก็บข้อมูลมด บันทึกชนิด และจำนวนตัว ทั้ง 5 พื้นที่ โดยทำการเก็บข้อมูลทุกๆ สองเดือน เป็นระยะเวลา 10 เดือน ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2564 ถึง เดือนสิงหาคม 2565 รวมเก็บข้อมูลทั้งหมดจำนวน 5 ครั้ง

ผลการศึกษาพบมดทั้งหมด 45 ชนิด 32 สกุล 7 วงศ์ย่อย โดยพบมดในวงศ์ย่อย MYRMICINAE มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 44.44 โดยบริเวณป่าปลูกแบบผสม มีค่าดัชนีความหลากหลายทางชนิด และดัชนีความสม่ำเสมอสูงสุด เท่ากับ 2.56 และ 0.78 ตามลำดับ บริเวณบ้านพักเจ้าหน้าที่และลานกางเต็นท์มีค่าดัชนีความคล้ายคลึงมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 77.55 มีความมากมายของประชากรมดในพื้นที่ใช้ประโยชน์ 5 พื้นที่ เฉลี่ย 12.42 ตัวต่อกับดักเหยื่อ ซึ่งชนิดมดที่มีการกระจายมากที่สุดคือมดไธเซียนดำ (*Odontoponera denticulata*) มดที่มีค่าการปรากฏมากที่สุด คือมดแดง (*Oecophylla smaragdina*) โดยพบชนิดมดที่มีผลต่อสุขภาพที่สำคัญ ได้แก่ มดคันไฟ (*Solenopsis geminata*) มดหนามคูสีเทา (*Diacamma orbiculatum*) มดไธเซียนดำ (*Odontoponera denticulata*) มดเล็บหรือกคอด (*Leptogenys kitteli*) และมดตะนอยอกแดง (*Tetraponera rufonigra*) และพบมดต่างถิ่น 6 ชนิด ได้แก่ มดดำทุ่ง (*Iridomyrmex anceps*) มดเหม็น (*Tapinoma melanocephalum*) มดน้ำผึ้ง (*Anoplolepis gracilipes*) มดดำยาว (*Paratrechina longicornis*) มดละเอียดบ้าน (*Monomorium pharaonis*) และมดคันไฟธรรมดา (*S. geminata*)

คำสำคัญ: มด โครงสร้างทางสังคมของมด มดที่อาศัยตามพื้นดิน เขตห้ามล่าสัตว์ป่าอ่างเก็บน้ำบางพระ

คำนำ

มดเป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถพบได้ทั้งบนชั้นเรือนยอดไม้ในดิน และพื้นดิน แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของโครงสร้างทางสังคมของมดแต่ละพื้นที่อาศัย และบทบาทหน้าที่ของมดที่มีความสัมพันธ์ต่อสิ่งมีชีวิตอื่น (Hasin, 2008) ทั้งมีความสำคัญในห่วงโซ่อาหาร (food chain) และสายใยอาหาร (food web) ของระบบนิเวศ นอกจากนี้มดยังมีบทบาทหน้าที่ที่หลากหลายทั้งจากการเป็นผู้ล่า (predator) สัตว์กินซาก (scavengers) และสัตว์กินทั้งพืชและสัตว์ (omnivores) มดบางชนิดอยู่ร่วมกันกับพืชและสัตว์อย่างพึ่งพาอาศัย (Andersen, 2000) โดยมดมีส่วนสำคัญในการช่วยกระจายเมล็ดพันธุ์พืช การผสมเกสรพืช

และยังถูกใช้เป็นตัวชี้ในการประเมินความหลากหลาย หรือสามารถตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมได้ นอกจากนี้ยังมีการใช้มดในการควบคุมแมลงที่เป็นศัตรูพืช ตลอดจนเป็นอาหารที่มีโปรตีนของสัตว์กินแมลง และมดบางชนิดเป็นอาหารของมนุษย์ด้วย (Wiwatwitaya and Rojanavongse, 1999; Wiwatwitaya, 2006)

โดยมดบางชนิดจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ซึ่งกรณีของผู้ที่มีอาการแพ้ อาจเกิดการตอบสนองต่อพิษที่รุนแรงจนทำให้อยู่ในภาวะช็อกจากแอนาฟิแล็กซิก (anaphylactic) (Anonymous, 2019) มดที่มีพิษสร้างความเจ็บปวดและเป็นอันตราย บางชนิดสร้างความรำคาญ และยังส่งผลกระทบต่อสัตว์ โดยเฉพาะสัตว์แรกเกิดทั้ง

สัตว์เลื้อยและสัตว์ป่า หากถูกมดกัดในจำนวนที่มากอาจตายได้ (Wiwatwitaya, 2006) มดบางชนิดเป็นมดรุกราน (invasive ant species) แย่งชิงแหล่งอาหารกับมดสายพันธุ์ท้องถิ่น สามารถขยายพันธุ์ได้ดี สร้างการเปลี่ยนแปลงกระบวนการทางนิเวศทำให้สูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ ส่งผลกระทบไปยังพืช และสัตว์อื่น ๆ ที่อาศัยอยู่ตามธรรมชาติ (Siddiqui *et al.*, 2021) มดรุกรานบางชนิดที่มีพิษ ยกตัวอย่างมดคันไฟสีคล้ำ (*Solenopsis invicta*) มีการแพร่กระจายอย่างกว้างขวาง เมื่อพวกมันถูกรบกวนมันจะต่อยด้วยเหล็กใน ซึ่งเป็นอันตรายโดยเฉพาะเด็กและผู้สูงอายุ (Zamith-Miranda *et al.*, 2018)

เขตห้ามล่าสัตว์ป่าอ่างเก็บน้ำบางพระ มีเนื้อที่ทั้งหมด 18.39 ตารางกิโลเมตร พื้นที่บริเวณโดยรอบอ่างเก็บน้ำในส่วนที่น้ำท่วมไม่ถึงมีสภาพเป็นป่าปลูก โดยมีชนิดพันธุ์ไม้ที่ปลูก เช่น จามจุรี สัก ยางนา ข่อย ไทร หว้า กระถินณรงค์ เป็นต้น ซึ่งเขตห้ามล่าสัตว์ป่าอ่างเก็บน้ำบางพระได้รับความนิยมในผู้ที่ชื่นชอบกิจกรรมการท่องเที่ยวทางธรรมชาติ โดยในพื้นที่ดังกล่าวได้แบ่งพื้นที่ในการใช้ประโยชน์เป็น บ้านพัก สำนักงาน จุดกางเต็นท์ เส้นทางศึกษาธรรมชาติ และจุดดูนก นอกจากนี้ยังมีศูนย์ศึกษาธรรมชาติ และสัตว์ป่าเขาเขียว ซึ่งเป็นหน่วยงานที่ตั้งอยู่ในพื้นที่เขตห้ามล่าสัตว์ป่าอ่างเก็บน้ำบางพระ มีหน้าที่ส่งเสริมและเผยแพร่ความรู้ทางวิชาการเกี่ยวกับสัตว์ป่าและระบบนิเวศป่าไม้ ให้กับเยาวชน และประชาชนทั่วไป ซึ่งมีการจัดกิจกรรมค่ายเยาวชนอย่างต่อเนื่อง (Forest and Plant Conservation Research Office, 2019)

จากการมีมนุษย์เข้าไปทำกิจกรรมในพื้นที่เขตห้ามล่าสัตว์ป่าอ่างเก็บน้ำบางพระ ทำให้มีผลกระทบต่อกันระหว่างคนกับมด เช่น ผู้มาทำกิจกรรมถูกมดกัดก่อนถูกมดกัด ต่อย มดถูกรบกวนที่อยู่อาศัย เป็นต้น อีกทั้งบริเวณดังกล่าว ยังไม่เคยมีการศึกษาเรื่องมด ในพื้นที่มาก่อน ดังนั้นการเก็บข้อมูล สำรวจ และศึกษาโครงสร้างทางสังคมของมดในพื้นที่ ทั้งความหลากหลายชนิด ความหนาแน่น การกระจาย ความสม่ำเสมอ การปรากฏ และความคล้ายคลึง

ของมด จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพื่อให้ทราบข้อมูลชนิดมดที่เป็นประโยชน์ และมดที่มีผลต่อการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ มดที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ สำหรับวางแผนจัดการสำหรับการลดผลกระทบดังกล่าวและเพื่อความปลอดภัยของผู้ที่เข้ามาทำกิจกรรมในพื้นที่ นอกจากนี้ยังเป็นการสนับสนุนฐานข้อมูลเรื่องมดบริเวณพื้นที่อนุรักษ์ สำหรับการศึกษาเรียนรู้ทางธรรมชาติในพื้นที่เขตห้ามล่าสัตว์ป่าอ่างเก็บน้ำบางพระ ในการจัดกิจกรรมค่ายเยาวชนและกิจกรรมพักผ่อนในแหล่งธรรมชาติ ของประชาชนอีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

กำหนดพื้นที่ศึกษาในเขตห้ามล่าสัตว์ป่าอ่างเก็บน้ำบางพระ ตำบลบางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ระหว่างละติจูดที่ 13.17702 ถึง 13.23889 และลองจิจูดที่ 100.97268 ถึง 100.98666 มีเนื้อที่ทั้งหมด 18.39 ตารางกิโลเมตร อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งปี 28.1 องศาเซลเซียส และมีปริมาณน้ำฝนตลอดทั้งปี 1,298.8 มิลลิเมตร โดยเลือกเก็บข้อมูลในพื้นที่ที่น้ำท่วมไม่ถึง ซึ่งมีลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินและพื้นที่ป่าธรรมชาติ รายละเอียดตาม Table 1 และ Figure 1 ดังนี้

- 1) พื้นที่บริเวณลานกางเต็นท์ (camping area)
- 2) พื้นที่บริเวณบ้านพักเจ้าหน้าที่ (housing area)
- 3) ป่าปลูกแบบผสม (reforestation)
- 4) ป่าจามจุรี (saman plantation)
- 5) พื้นที่บริเวณเส้นทางศึกษาธรรมชาติ (nature trail)

การเก็บข้อมูลมด

ดำเนินการเก็บข้อมูลภาคสนามครอบคลุมทุกฤดูกาลในรอบหนึ่งปี ในพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินทั้ง 5 ประเภทที่กล่าวข้างต้น ซึ่งได้จับพิกัดทางภูมิศาสตร์ (GPS) เอาไว้ (Figure 1) โดยทำการสำรวจ 5 ครั้ง ทุกๆ 2 เดือน ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2564 – เดือนสิงหาคม 2565 ภายในแต่ละพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินดำเนินการวางแปลงสำรวจแบบถาวร เป็นแนวเส้นตรงความยาว 60 เมตร

กว้าง 10 เมตร ทำการวางกับดักเหยื่อมดที่ทำจากผ้าดิบ ขนาด 3 เซนติเมตร x 3 เซนติเมตร (Hasin, 2008) คลุกกับน้ำหวานความเข้มข้น 80% และทูนาน้ำเกลือ (การเลือกชนิดของเหยื่อที่ต่างกัน เพื่อให้ได้ชนิดมดที่มีความหลากหลาย) ภายในแปลงสำรวจที่กำหนด

โดยวางเหยื่อน้ำหวานเป็นแนวเส้นตรงจำนวน 20 จุด แต่ละจุดห่างกัน 3 เมตร และวางกับดักเหยื่อทูนาน้ำ

ในลักษณะเดียวกันแต่ห่างจากกับดักน้ำหวาน 10 เมตร (Srikhakhom, 2014) (Figure 2) จับเวลา 30 นาที โดยเริ่มจับเวลาตั้งแต่จุดแรกที่วาง ซึ่งมีการแบ่งกลุ่มวางเหยื่อออกเป็นสองทีม ทำการวางเหยื่อทั้งสองชนิดไปพร้อมกัน จากนั้นเก็บตัวอย่างมดใส่ในหลอดบรรจุเอทิลแอลกอฮอล์ 95% เพื่อนำกลับมาจำแนกในห้องปฏิบัติการ

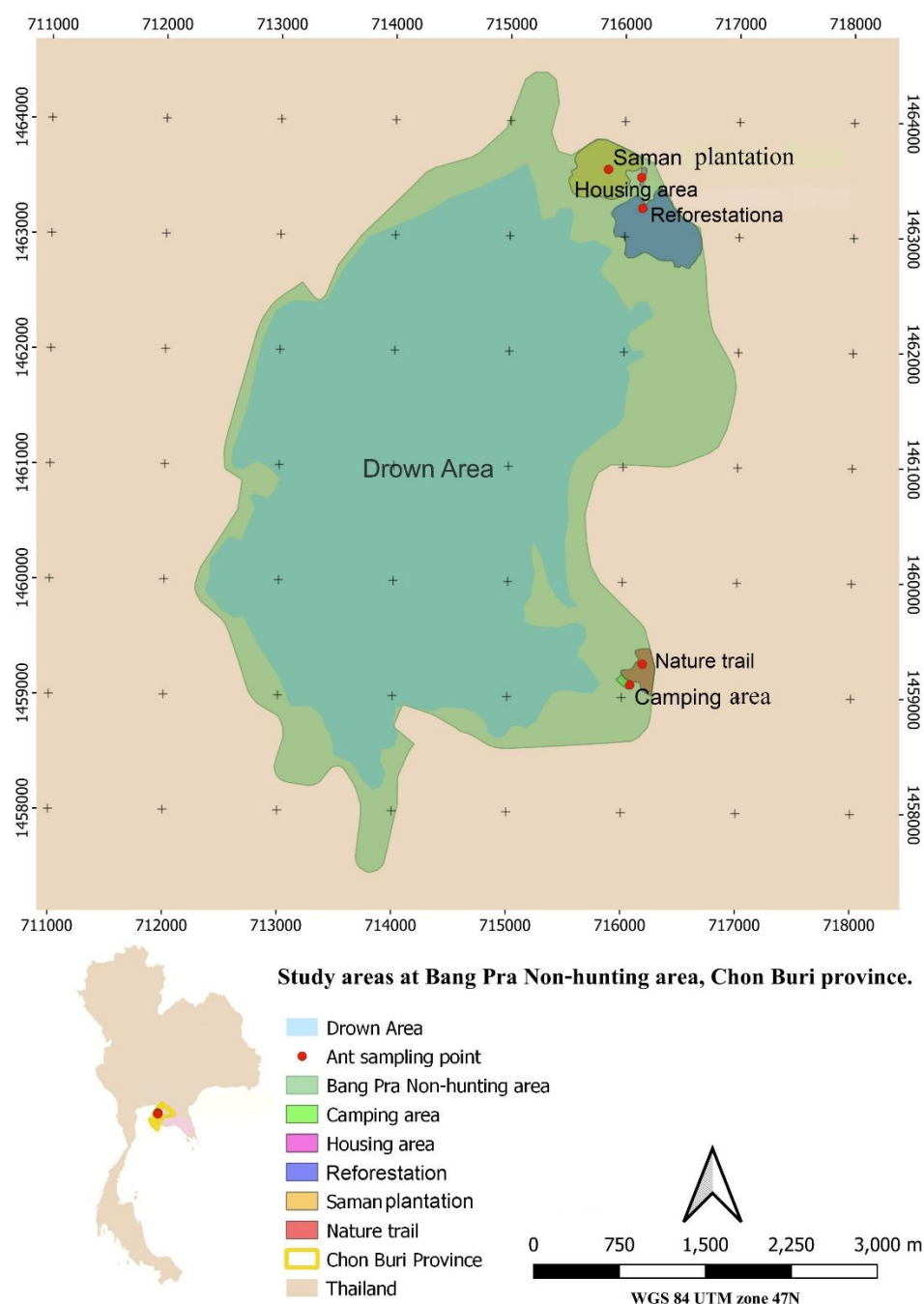
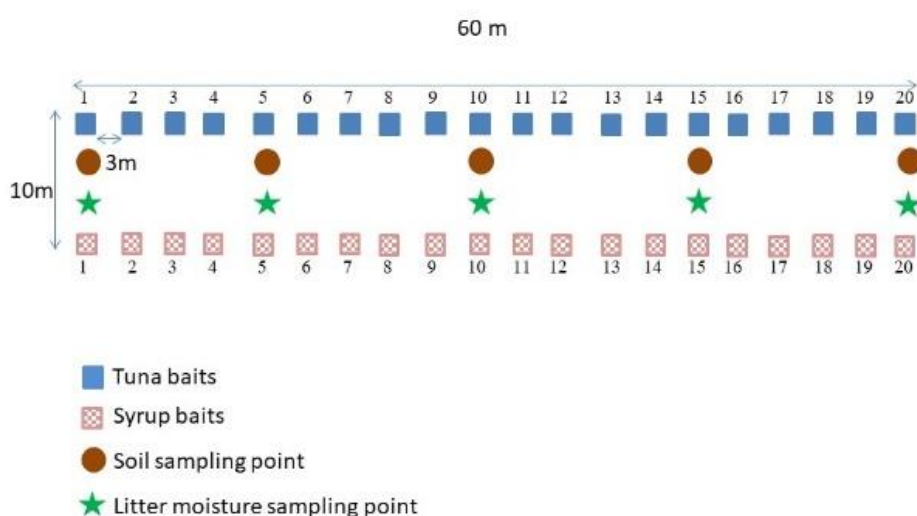


Figure 1 A map of the study areas in the Bang Pra Non-Hunting Area.

Table 1 Details of various areas where the ant data were collected in the Bang Pra Non-Hunting Area.

Areas collecting ants' data	UTM zone	E	N	Areas (rai)
Camping area	47P	716074	1459108	4.94
Housing area	47P	716144	1463515	3.65
Reforestation	47P	716155	1463247	210.43
Saman plantation	47P	715853	1463583	139.95
Nature trail	47P	716182	1459290	41.63


Figure 2 Ant collection plots in the Bang Pra Non-Hunting Area.

การเก็บข้อมูลทางกายภาพของพื้นที่

การเก็บข้อมูลซากพืช (leaf litter) ทำการวางแปลงขนาด 20 เซนติเมตร × 20 เซนติเมตร ในพื้นที่ใช้ประโยชน์แตกต่างกันทั้ง 5 พื้นที่ พื้นที่ละ 5 แปลง โดยเก็บซากพืชที่อยู่บริเวณผิวดิน บริเวณจุดเดิมและช่วงเวลาเดิม แล้วนำมาชั่งน้ำหนักสด จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน แล้วนำไปชั่งน้ำหนักแห้ง เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณหาความชื้นของซากพืช ดังสมการที่ (1) และมวลชีวภาพของซากพืช (litter moisture) ดังสมการที่ (2)

ความชื้นของซากพืช

$$= \frac{\text{น้ำหนักสดของซากพืช (กรัม)} - \text{น้ำหนักแห้งของซากพืช (กรัม)}}{\text{น้ำหนักแห้งของซากพืช (กรัม)}} \times 100 \quad (1)$$

มวลชีวภาพของซากพืช

$$= \frac{\text{น้ำหนักแห้งของซากพืชทั้งหมด (กรัม)}}{\text{ขนาดพื้นที่ที่ทำการสำรวจ (ตารางเมตร)}} \quad (2)$$

การเก็บความชื้นในดิน (soil moisture) เก็บตัวอย่างดินจากพื้นที่ใช้ประโยชน์แตกต่างกันทั้ง 5 พื้นที่ โดยทำการเก็บตัวอย่างพื้นที่ละ 5 ตัวอย่าง โดยใช้อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน (soil core) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร สูง 4 เซนติเมตร แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน (Hasin, 2008) แล้วนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดิน ดังสมการที่ (3)

เปอร์เซ็นต์ความชื้นในดิน

$$= \frac{\text{น้ำหนักสดของดิน (กรัม)} - \text{น้ำหนักแห้งของดิน (กรัม)}}{\text{น้ำหนักแห้งของดิน (กรัม)}} \times 100 \quad (3)$$

การศึกษาในห้องปฏิบัติการ

จัดรูปร่างมดให้อยู่ในแบบมาตรฐาน จากนั้นนำมาจำแนกชนิด โดยใช้คู่มือการจำแนกมดของ Jaitrong *et al.* (2020) ทำการจัดจำแนกมดในระดับสกุล และทำการเปรียบเทียบชนิดมดกับตัวอย่างมดที่เก็บไว้ในพิพิธภัณฑ์มด คณะวนศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งมีชื่อว่า Ant Museum of Kasetsart (AMK)

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าดัชนีความหลากหลายทางชนิด (diversity indices) ใช้สมการ Shannon – Wiener's Index เพื่อเปรียบเทียบค่าความหลากหลายของมดในแต่ละพื้นที่ที่ทำการศึกษา (Wilson, 2000)

2. ค่าดัชนีความสม่ำเสมอ (evenness index) เพื่อทราบการกระจายของชนิดพันธุ์มดในสังคม ใช้สมการ Evenness's index (Ludwig and Reynolds, 1988)

3. ค่าดัชนีความคล้ายคลึง (similarity index) เพื่อประเมินค่าดัชนีความคล้ายคลึงของมด ในแต่ละพื้นที่ใช้ประโยชน์ โดยใช้สมการ Sorrensen (1984) (Sorensen, 1984)

4. ค่าความมากมายของประชากรมด เป็นค่าของจำนวนมดที่พบ (ตัว) ต่อกับดักเหยื่อ ดังสมการที่ (4) (Wiwatwitaya and Takeda, 2005)

ค่าความมากมาย

$$= \frac{\text{จำนวนมดทั้งหมดในพื้นที่ (ตัว)}}{\text{จำนวนกับดักเหยื่อทั้งหมด (กับดักเหยื่อ)}} \quad (4)$$

5. ค่ากระจายของมด มีการแบ่งระดับการกระจายเป็น กระจายมาก (ค่ามากกว่า 70%) กระจายปานกลาง (ค่า 40-70%) และกระจายน้อย (ค่าน้อยกว่า 40%) ดังสมการ (5) (Krebs, 1972)

ค่าการกระจาย (%)

$$= \frac{\text{จำนวนเหยื่อที่พบมดชนิดนั้น}}{\text{จำนวนเหยื่อทั้งหมด}} \times 100 \quad (5)$$

6. ค่าการปรากฏของมด มีการแบ่งระดับการพบออกเป็น ปรากฏบ่อย (ค่ามากกว่า 70%) ปรากฏปานกลาง (ค่า 40-70%) และปรากฏน้อย (ค่าน้อยกว่า 40%) เพื่อใช้

เปรียบเทียบชนิดมดที่พบในแต่ละพื้นที่ ในแต่ละครั้งที่ทำการสำรวจ ดังสมการ (6) (Bourmas, 2005)

ค่าการปรากฏ (%)

$$= \frac{\text{จำนวนครั้งของชนิดมดที่พบ}}{\text{จำนวนครั้งที่สำรวจ}} \times 100 \quad (6)$$

ผลและวิจารณ์

ความหลากหลายทางชนิดของมด และความสม่ำเสมอ

โครงสร้างทางสังคมของมดที่อาศัยอยู่ตามพื้นดินพิจารณาจากข้อมูลที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับความชื้นดิน มวลชีวภาพ ความหลากหลายชนิด ความหนาแน่น การกระจาย ความสม่ำเสมอ การปรากฏ และความคล้ายคลึงของมด จากการเก็บข้อมูลโดยใช้กับดักเหยื่อ (baiting traps) (น้ำหวาน และทูลนา) วางตามพื้นดินแล้วกำหนดเวลา 30 นาที (Jaitrong *et al.*, 2020) ซึ่งมีความแตกต่างกับการศึกษาโครงสร้างทางสังคมของมดในสวนปาล์ม ที่เกาะบอร์เนียวตอนกลาง ประเทศอินโดนีเซีย ใช้วิธีการพ่นหมอกสารไพเรทรอยด์ (pyrethroid) เพื่อศึกษามดที่อาศัยบนชั้นเรือนยอดไม้ (Rizali *et al.*, 2021) โดยปัจจัยทางนิเวศวิทยาบางประการมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของตัวอ่อนมด ส่งผลต่อโครงสร้างทางสังคมของมด ในเรื่องความหนาแน่น และการแพร่กระจายของมด (Hasin, 2008)

ความหลากหลายชนิดของมดในพื้นที่เขตห้ามล่าสัตว์ป่าอ่างเก็บน้ำบางพระ จังหวัดชลบุรี พบชนิดมดทั้งหมด 45 ชนิด 32 สกุล 7 วงศ์ย่อย โดยในพื้นที่ใช้ประโยชน์ต่างกัน 5 พื้นที่ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกัน จะเห็นได้ว่าพื้นที่ป่าปลูกแบบผสม (27 ชนิด 23 สกุล 4 วงศ์ย่อย) และพื้นที่บริเวณบ้านพักเจ้าหน้าที่ (27 ชนิด 22 สกุล 4 วงศ์ย่อย) มีการพบจำนวนชนิดมดมากที่สุด (Table 2) ซึ่งการพบชนิดมดในบริเวณป่าปลูกแบบผสมมีมาก เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีการถูกรบกวนน้อย มีพืชขึ้นปกคลุมค่อนข้างทึบ มีเศษใบไม้ และซากพืชทับถมกันค่อนข้างหนาแน่น และมดส่วนใหญ่จะอาศัยอยู่ในป่าธรรมชาติ บางชนิดก็สามารถปรับตัวอยู่ในพื้นที่ที่ถูกรบกวนได้ (Jaitrong *et al.*, 2020) ทั้งบริเวณดังกล่าวยังมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นซากพืชเฉลี่ยมาก ในฤดูแล้งและฤดูฝน คิดเป็นร้อยละ 27.57 และร้อยละ 57.08 และมี

เปอร์เซ็นต์ความชื้นดินเฉลี่ยมาก ในฤดูแล้งและในฤดูฝน คิดเป็นร้อยละ 4.79 และร้อยละ 12.18 ตามลำดับ รวมไปถึงการมีค่ามวลชีวภาพมาก (2,495 กรัมต่อตารางเมตร) ซึ่งใกล้เคียงกับบริเวณป่าจามจรีที่มีค่ามวลชีวภาพมากที่สุด (2,505 กรัมต่อตารางเมตร) โดยมีรายละเอียดดัง Table 3 ซึ่งความชื้นของดิน และซากพืชที่ทับถมกันบนพื้นดินเป็นปัจจัยสิ่งแวดล้อมหนึ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของมดในระบบนิเวศ (Hölldobler and Wilson, 1990) ส่วนพื้นที่บริเวณบ้านพักเจ้าหน้าที่ พบจำนวนชนิดมดมากเช่นกัน เนื่องจากมีแหล่งอาหารตามบ้านเรือนที่ดึงดูดให้มดเข้าไปอยู่ในบริเวณนั้น ซึ่งมดบางชนิดมีพฤติกรรมกินอาหารที่จำเพาะ แต่บางชนิดก็สามารถกินอาหารได้หลากหลาย (Jaitrong *et al.*, 2020) บริเวณดังกล่าวยังพบมดต่างถิ่นที่เป็นอันตรายอย่างมดคันไฟธรรมดา (*Solenopsis geminata*) สอดคล้องกับการศึกษาของ Srihakom (2014) เรื่องโครงสร้างทางสังคมและองค์ประกอบของชนิดมดหาอาหารตามผิวดินในพื้นที่การใช้ประโยชน์แตกต่างกันบริเวณสวนสาธารณะในกรุงเทพมหานคร ที่พบมดต่างถิ่นชนิดนี้เด่นที่สุดในพื้นที่สนามเด็กเล่น และพื้นที่พักผ่อน ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความเกี่ยวข้องกับการทำกิจกรรมของมนุษย์ โดยวงศ์ย่อยที่พบมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 44.44 คือ MYRMICINAE ซึ่งเป็นวงศ์ย่อยที่พบในทุกพื้นที่ที่ใช้ประโยชน์แตกต่างกันทั้ง 5 พื้นที่ ซึ่งในพื้นที่ บริเวณบ้านพักเจ้าหน้าที่มากที่สุด จำนวน 13 ชนิด วงศ์ย่อยที่พบรองลงมาคิดเป็นร้อยละ 22.22 คือ PONERINAE พบทุกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยพบบริเวณป่าปลูกแบบผสมมากที่สุด จำนวน 7 ชนิด (Table 4) โดยสอดคล้องกับการศึกษามดบริเวณพื้นที่อื่น ๆ ในประเทศไทยของ Phoonjumpa (2002); Bourmas (2005) และ Pannavalee (2016) ที่พบมดในวงศ์ย่อย MYRMICINAE มากที่สุดเช่นกัน ซึ่งวงศ์ย่อย MYRMICINAE เป็นวงศ์ย่อยที่มีขนาดใหญ่ จึงมีจำนวนชนิดมดมาก ทำให้มีโอกาสพบมดในวงศ์ย่อยนี้มาก (Bolton, 1994)

การศึกษาคำดัชนีความหลากหลายทางชนิดของมดในพื้นที่ใช้ประโยชน์แตกต่างกันทั้ง 5 พื้นที่ (Table 5) กลุ่มที่มีคำดัชนีความหลากหลายทางชนิดมากที่สุด ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 2.17-2.56 ประกอบด้วยพื้นที่ บริเวณบ้านพัก

เจ้าหน้าที่ บริเวณป่าปลูกแบบผสม และบริเวณป่าจามจรี โดยพื้นที่บริเวณป่าปลูกแบบผสมมีคำดัชนีความหลากหลายทางชนิดมากที่สุด ซึ่งทำให้คำดัชนีความสม่ำเสมอมากที่สุดเช่นกัน มีค่า 0.78 และในบริเวณบ้านพักเจ้าหน้าที่ แม้เป็นพื้นที่ที่มีกิจกรรมของมนุษย์ แต่บริเวณดังกล่าวมีแหล่งอาหารที่ทำให้มดสามารถสร้างอาณาจักรให้มีความเข้มแข็งได้ดี (Wiwatwitaya, 2006) ซึ่งค่าความหลากหลายของมดในพื้นที่ดังกล่าว มีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของ Srihakom (2014) โดยศึกษาบริเวณสวนสาธารณะในกรุงเทพมหานคร บริเวณสนามหญ้าและสถานที่พักผ่อน มีค่าความหลากหลายทางชนิดมดมากที่สุดในช่วง 2.1–2.05 เช่นเดียวกับการศึกษาความหลากหลายชนิดของมดในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา จังหวัดชลบุรี บริเวณพื้นที่เกษตรกรรม มีคำดัชนีความหลากหลายมดมากที่สุดมีค่า 2.56 (Wanichsakulpong, 2007) โดยทั้งสองพื้นที่เป็นพื้นที่ถูกรบกวนโดยกิจกรรมของมนุษย์เช่นเดียวกัน สำหรับการศึกษานี้ของ Bourmas (2005) ที่ได้ศึกษาความหลากหลายชนิดของมดในพื้นที่ห้วยเขย่ง จังหวัดกาญจนบุรี บริเวณป่าผสมผลัดใบระดับต่ำ มีคำดัชนีความหลากหลายมดมากที่สุดมีค่า 3.26 จะเห็นได้ว่าพื้นที่ป่าธรรมชาติมักมีค่าความหลากหลายของมดสูง สำหรับความหลากหลายของมดในพื้นที่บริเวณป่าปลูกแบบผสมและป่าจามจรีพอสรุปได้ว่าป่าดังกล่าวยังไม่ฟื้นฟูก่อนนัก เพราะยังมีค่าใกล้เคียงกับพื้นที่บริเวณบ้านพักเจ้าหน้าที่ ซึ่งเป็นพื้นที่ใช้ประโยชน์จากกิจกรรมของมนุษย์

ความคล้ายคลึง

จากการศึกษาพบว่าพื้นที่ที่มีความคล้ายคลึงกันมากที่สุดคือพื้นที่บริเวณบ้านพักเจ้าหน้าที่ และพื้นที่บริเวณลานกางเต็นท์ ซึ่งมีค่าความคล้ายคลึงร้อยละ 77.55 โดยลักษณะพื้นที่ดังกล่าวมีลักษณะพื้นที่คล้ายคลึงกันคือค่อนข้างโปร่งโล่งมีแสงแดดส่องผ่านอย่างทั่วถึง พื้นล่างมีการตัดหญ้าอย่างสม่ำเสมอลำดับถัดมาคือพื้นที่บริเวณป่าปลูกแบบผสม และพื้นที่บริเวณป่าจามจรี มีค่าความคล้ายคลึงร้อยละ 72.34 (Table 6) ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวมีลักษณะพื้นที่อยู่ได้ร่มไม้ มีการรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์น้อยเหมือนกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Pannavalee (2016) ที่ศึกษาโครงสร้างสังคมมดบริเวณ

พื้นดินในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน มดสูงเช่นกัน ในทางกลับกันพื้นที่โล่งและพื้นที่ได้รับเงามี
กรุงเทพมหานคร พบว่าพื้นที่ที่อยู่บริเวณกลางแจ้ง ความคล้ายคลึงกันน้อย (Similarity index 53–59)
เหมือนกัน จะมีค่าความคล้ายคลึงของชนิดมดสูง และพื้นที่ (Pannavalee, 2016)
ที่อยู่บริเวณในร่มเหมือนกัน มีค่าความคล้ายคลึงของชนิด

Table 2 Number of subfamilies, genus, and species in the various land use types at the Bang Pra Non-Hunting Area, Chon Buri province.

Land uses	Subfamilies	Generaus	Species
Camping area	4	16	22
Housing area	4	22	27
Reforestation	4	23	27
Saman plantation	4	16	20
Nature trail	7	13	18
Overall	7	32	45

Table 3 Percentage litter moisture, soil moisture, and existing biomass in the various land use types at the Bang Pra Non-Hunting Area, Chon Buri province.

Land uses	Litter moisture (%)		Soil moisture (%)		Existing biomass (g/m ²)
	Dry	Wet	Dry	Wet	
Camping area	17.14	47.56	2.13	7.08	825
Housing area	27.57	57.08	4.79	12.18	1,010
Reforestation	23.98	75.81	16.56	21.80	2,495
Saman plantation	19.69	71.84	11.00	18.48	2,505
Nature trail	13.74	45.68	3.09	9.39	1,435

Table 4 Number of ant species and percentage of ant subfamilies in the various land use types at the Bang Pra Non-Hunting Area, Chon Buri province.

Subfamily	Number of ants species					Overall	Percentage of subfamily
	Camping area	Housing area	Mixed secondar	<i>Samanea saman</i> plantation forest	Nature trail		
AMBLYOPONINA	-	-	-	-	1	1	2.22
DOLICHODORIN	3	5	4	3	3	5	11.11
DORYLINA	-	-	-	-	1	1	2.22
FORMICINAE	6	6	5	5	2	8	17.78
MYRMICINAE	11	13	11	6	7	20	44.44
PONERINAE	2	3	7	6	3	9	20.00
PSEUDOMYRME	-	-	-	-	1	1	2.22
Total	22	27	27	20	18	45	100

Table 5 Ant diversity and evenness indices in the various land use types at the Bang Pra Non-Hunting Area, Chon Buri province.

Land use type	Shannon – Wiener's Index (H')	Evenness Index (E)
Camping area	1.92	0.62
Housing area	2.54	0.77
Reforestation	2.56	0.78
Saman plantation	2.17	0.72
Nature trail	1.90	0.66

Table 6 Ant similarity index in the various land use types at the Bang Pra Non-Hunting Area, Chon Buri province.

Land uses	Camping area	Housing area	Mixed secondary forest	<i>Samanea saman</i> plantation forest	Nature trail
Camping area	-	77.55	53.06	57.14	50.00
Housing area	-	-	62.96	59.57	48.89
Reforestation	-	-	-	72.34	40.00
Saman plantation	-	-	-	-	52.63
Nature trail	-	-	-	-	-

Table 7 Ant abundance in the various land use types at the Bang Pra Non-Hunting Area, Chon Buri province.

Land uses	Abundance (ind./bait trap)
Camping area	19.54
Housing area	14.46
Reforestation	6.16
Saman plantation	7.03
Nature trail	14.91
Average	12.42

ความมากมาย

ค่าความมากมายของประชากรมด ตัวต่อกับดักเหยื่อในพื้นที่ใช้ประโยชน์แตกต่างกัน 5 พื้นที่ (Table 7) พบว่ามีค่าเฉลี่ยความมากมายของประชากรมด 12.42 ตัวต่อกับดักเหยื่อ โดยพื้นที่บริเวณลานกางเต็นท์มีค่าความมากมายมากที่สุด มีค่า 19.54 ตัวต่อกับดักเหยื่อ ลำดับถัดมาคือพื้นที่บริเวณเส้นทางศึกษาธรรมชาติซึ่งมีสภาพเป็นป่าปลูกที่ยังมีต้นไม้ขนาดเล็กไม่ได้รับกีดขวางทั้งบริเวณเส้นทางเดินมีการกวาดเศษใบไม้ตลอดทำให้เป็นเส้นทาง

หนึ่งในพื้นที่ที่มีการถูกรบกวน และบริเวณบ้านพักเจ้าหน้าที่ มีค่าความมากมาย 14.91 และ 14.46 ตัวต่อกับดักเหยื่อ โดยพื้นที่ดังกล่าวมีการทำกิจกรรมของมนุษย์ทำให้มีแหล่งอาหารที่ดึงดูดมดเข้ามาในพื้นที่ รวมไปถึงเป็นพื้นที่ที่แสงแดดส่องผ่านอย่างทั่วถึง ลักษณะเปิดโล่ง โปร่ง ซึ่งการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของจำนวนประชากรของมดมีความเกี่ยวข้องกับปัจจัยด้านแหล่งอาหาร แสง อุณหภูมิที่เหมาะสม (Lach *et al.*, 2010) ส่งผลให้มดมีกิจกรรมการออกหาอาหารมากในพื้นที่บริเวณดังกล่าว

การกระจายและการปรากฏของมด

จากการศึกษาการกระจายของมดพบว่า เมื่อแบ่งการกระจาย เป็น 3 ระดับ ในภาพรวมชนิดมดมีการกระจายอยู่ในระดับต่ำ ส่วนมดไอ้ซิ่นดำ (*Odontoponera denticulata*) เป็นมดที่มีการกระจายในภาพรวมมากที่สุด สามารถอาศัยอยู่ในทุกประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดิน และพบบ่อยในพื้นที่โล่ง (Jaitrong *et al.*, 2020) และพื้นที่ที่มีค่าการกระจายของชนิดมดเฉลี่ยมากที่สุด คือ บริเวณลานกางเต็นท์ คิดเป็นร้อยละ 4.26 (Table 8)

การปรากฏของชนิดมด ในพื้นที่ใช้ประโยชน์แตกต่างกัน 5 พื้นที่ เมื่อแบ่งการปรากฏ เป็น 3 ระดับ

ในภาพรวมมีการปรากฏในทุกระดับ โดยค่าการปรากฏระดับสูง มี 3 ชนิด ได้แก่ มดแดง (*Oecophylla smaragdina*) มดหนามคู่สี่เทา (*Diacamma orbiculatum*) และมดไอ้ซิ่นดำ (*O. denticulata*) สามารถพบได้ทุกพื้นที่ใช้ประโยชน์ แตกต่างกัน โดยพื้นที่บริเวณบ้านพักเจ้าหน้าที่ มีการปรากฏเฉลี่ยมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 37.78 (Table 8) ซึ่งมีความสอดคล้องกับการศึกษาของ Bourmas (2005) ที่ได้กล่าวไว้ว่ามดแดง สามารถอาศัยอยู่ในพื้นที่ได้หลายลักษณะเป็นมดที่ทำรังบนต้นไม้แต่จะหาอาหารตามซากพืชและผิวดินได้ รวมไปถึงเป็นมดที่มีความสามารถในการกินอาหารได้หลากหลาย จึงปรากฏอยู่ทุกพื้นที่ใช้ประโยชน์

Table 8 Average percentage of distribution, appearance, and occurrence of ant species in the various land uses at the Bang Pra Non-Hunting Area, Chon Buri province.

Land uses	Average percentage distribution of ants	Average percentage appearance of ants
Camping area	4.26	28.00
Housing area	4.08	37.78
Reforestation	4.08	28.89
Saman plantation	3.74	22.22
Nature trail	3.80	21.78

มดที่มีผลต่อมนุษย์ และมดต่างถิ่น

การศึกษาในครั้งนี้พบมดทั้งหมด 45 ชนิด โดยได้แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มมดที่มีผลกระทบต่อสุขภาพ กลุ่มที่สร้างความรำคาญ กลุ่มที่สร้างความเสียหายทางเศรษฐกิจ (Wiwatwitaya, 2006) และกลุ่มที่เป็นมดต่างถิ่น (Jaitrong *et al.*, 2020) พบมดที่มีผลต่อสุขภาพ 11 ชนิด (Table 9) แบ่งเป็น วงศ์ย่อย MYRMICINAE (วงศ์ย่อยมดคันไฟ) จำนวน 1 ชนิด ได้แก่มดคันไฟธรรมดา (*Solenopsis geminata*) เป็นมดที่มีพิษ ในรายที่มีอาการแพ้จะทำให้ผิวหนังพุพอง ในกรณีผู้ที่แพ้พิษอย่างรุนแรงอาจทำให้เสียชีวิตได้ โดยในเอเชียพบ สกุลมดคันไฟ 2 ชนิด คือ มดคันไฟธรรมดา และมดคันไฟสีคล้ำ (*Solenopsis invecta*) ซึ่งมดคันไฟสีคล้ำมีพิษที่รุนแรงมากแต่ยังไม่มีรายงานพบในประเทศไทย (Jaitrong *et al.*, 2020) โดยในพื้นที่ศึกษาพบมดคันไฟธรรมดาบริเวณลานกางเต็นท์ และบริเวณบ้านพักเจ้าหน้าที่ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความถี่ในการ

ทำกิจกรรมของมนุษย์สูง และมีลักษณะพื้นที่เป็นพื้นที่โล่ง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Perfecto and Vandermeer (1996) ที่พบว่ามดคันไฟธรรมดา เป็นมดที่มีพฤติกรรมชอบทำรังอยู่บริเวณพื้นที่โล่งแจ้ง วงศ์ย่อย PONERINAE (วงศ์ย่อยมดไอ้ซิ่น) จำนวน 8 ชนิด ได้แก่ มดคันไฟธรรมดา (*Anochetus graeffei*) มดจิ้งใหญ่ (*Brachyponera nigrita*) มดจิ้งจุดตาสิบ (*Brachyponera luteipes*) มดหนามคู่สี่เทา (*Diacamma orbiculatum*) มดหนามคู่เล็ก (*Diacamma vargans*) มดเล็บหรือกคอด (*Leptogenys kitteli*) มดกระโดดบ้าน (*Odontomachus simillimus*) และมดไอ้ซิ่นดำ (*Odontoponera denticulata*) มดที่อยู่ในกลุ่มนี้มีผลกระทบต่อสุขภาพเนื่องจากเป็นมดที่มีเหล็กในสามารถทำให้เกิดการบาดเจ็บได้เพราะมีพิษ ซึ่งใช้กับผู้ที่มารุกรานและใช้ในการล่าเหยื่อทำให้เหยื่ออ่อนแอลง (Wiwatwitaya, 2006) โดยมดอันตรายที่สำคัญ ได้แก่ มดเล็บหรือกคอด มดหนามคู่สี่เทา มดหนามคู่เล็ก และ

มดกระโดดบ้าน ซึ่งเป็นมดที่พบทุกพื้นที่ใช้ประโยชน์ แตกต่างกันทั้ง 5 พื้นที่ มดหนามคู้เล็ก เป็นมดที่มีพิษ พบบริเวณป่าปลูกแบบผสม และป่าจามจุรี ซึ่งอยู่ในพื้นที่ที่มีการทำกิจกรรมของมนุษย์น้อย วงศ์ย่อย PSEUDOMYRMECINAE (วงศ์ย่อยมดตะนอย) พบ 2 ชนิด ชนิดที่มีพิษมากได้แก่มดตะนอยอกแดง (*Tetraoponera rufonigra*) พบนอกแปลงสำรวจบริเวณบ้านพักเจ้าหน้าที่ และชนิดที่มีพิษน้อย คือ มดตะนอยดำเล็ก (*Tetraoponera allaborans*) บริเวณเส้นทางศึกษาธรรมชาติ และวงศ์ย่อย FORMICINAE (วงศ์ย่อยมดแดง) คือ มดแดง (*Oecophylla smaragdina*) ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การปรากฏมากที่สุด

กลุ่มมดที่สร้างความรำคาญ เป็นกลุ่มที่ไม่ก่อให้เกิดอันตราย แต่สร้างความรำคาญในลักษณะรบกวนการทำกิจกรรมของมนุษย์ ได้แก่ มดดำขาว (*Paratrechina longicornis*) และมดเหม็น (*Tapinoma melanocephalum*)

ซึ่งเป็นมดที่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างดี (Bourmas, 2005)

กลุ่มมดที่สร้างความเสียหายทางเศรษฐกิจ มักเป็นมดกลุ่มที่มีการเข้าไปทำรังในเครื่องใช้ไฟฟ้า ภายในบ้านเรือน สำนักงาน ได้แก่ มดละเอียดบ้าน (*Monomorium pharaonis*)

มดต่างถิ่นที่พบในประเทศไทย มี 15 ชนิด เป็นมดที่มีความสามารถในการปรับตัว รุกรานมดท้องถิ่นทำให้ประชากรมดท้องถิ่นลดลงส่งผลต่อความหลากหลายทางชีวภาพของมด (Jaitrong et al., 2020) ซึ่งการศึกษาครั้งนี้พบมดต่างถิ่น 6 ชนิด ได้แก่ มดดำทุ้ง (*Iridomyrmex anceps*) มดเหม็น (*T. melanocephalum*) มดน้ำผึ้ง (*Anoplolepis gracilipes*) มดดำขาว (*P. longicornis*) มดละเอียดบ้าน (*M. pharaonis*) และมดคันไฟธรรมดา (*S. geminata*)

Table 9 Percentage appearance of ants affecting human health in the various land use types at the Bang Pra Non-Hunting Area, Chon Buri province.

No.	Species	Camping area	Housing area	Mixed secondary forest	<i>Samanea saman</i> plantation forest	Nature trail
1	<i>Anochetus graeffei</i>	-	-	-	-	40
2	<i>Brachyponera nigrita</i>	-	-	-	20	-
3	<i>Brachyponera luteipes</i>	-	-	100	20	-
4	<i>Diacamma orbiculatum</i>	80	100	100	80	100
5	<i>Diacamma vargans</i>	-	-	20	40	-
6	<i>Leptogenys kitteli</i>	-	-	20	40	-
7	<i>Oecophylla smaragdina</i>	100	100	100	80	100
8	<i>Odontomachus similimus</i>	-	40	100	-	-
9	<i>Odontoponera denticulata</i>	60	100	100	100	100
10	<i>Solenopsis geminata*</i>	100	100	-	-	-
11	<i>Tetraoponera allaborans</i>	-	-	-	-	20

Remark: *Invasive ant species

ข้อมูลเหล่านี้ถูกนำไปทำเป็นฐานข้อมูล สามารถใช้ประโยชน์ในการจัดการพื้นที่ได้ โดยเฉพาะบริเวณที่มีมดอันตรายเพื่อความปลอดภัยของผู้ที่มาใช้ประโยชน์ในพื้นที่ รวมไปถึงการใช้สำหรับเป็นแหล่งเรียนรู้เรื่องมดในพื้นที่

สรุป

การศึกษาโครงสร้างทางสังคมของมดที่อาศัยอยู่ตามพื้นดินในพื้นที่การใช้ประโยชน์แตกต่างกัน บริเวณเขตห้ามล่าสัตว์ป่าอ่างเก็บน้ำบางพระ จังหวัดชลบุรี พบมดทั้งหมด 45 ชนิด 32 สกุล 7 วงศ์ย่อย โดยพื้นที่บริเวณป่าปลูกแบบผสมและบริเวณบ้านพักเจ้าหน้าที่พบชนิดมดมากที่สุด วงศ์ย่อย MYRMICINAE มีชนิดที่พบมากที่สุด 20 ชนิด มีค่าดัชนีความหลากหลายทางชนิด บริเวณป่าปลูกแบบผสมมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 2.56 และ 0.78 ตามลำดับ มีค่าดัชนีความคล้ายคลึง พบว่าพื้นที่บริเวณบ้านพักเจ้าหน้าที่ กับพื้นที่บริเวณลานกางเต็นท์มีค่าดัชนีความคล้ายคลึงกันมากที่สุด มีค่าเท่ากับร้อยละ 77.55 สำหรับค่าความมากมายของประชากรมดเฉลี่ยทุกพื้นที่ที่มีค่าความมากมายเฉลี่ย เท่ากับ 12.42 ตัวต่อดักเหยื่อ โดยมีค่าความมากมายของมดบริเวณพื้นที่บริเวณลานกางเต็นท์มากที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 19.54 ตัวต่อดักเหยื่อ มีค่ากระจายของชนิดมดเฉลี่ยมากที่สุดบริเวณลานกางเต็นท์ โดยมดที่มีการกระจายมากที่สุด คือ มดไอ้ขึ้นดำ (*Odontoponera denticulata*) ค่าการปรากฏเฉลี่ยของชนิดมดมากที่สุดบริเวณบ้านพักเจ้าหน้าที่ ซึ่งชนิดมดที่มีการปรากฏมากที่สุด คือมดแดง (*Oecophylla smaragdina*) สำหรับมดที่มีผลต่อสุขภาพ พบทั้งหมด 11 ชนิด คือ วงศ์ย่อย MYRMICINAE จำนวน 1 ชนิด ได้แก่ มดคันไฟธรรมดา (*Solenopsis geminata*) ซึ่งพบในพื้นที่บริเวณลานกางเต็นท์ และบริเวณบ้านพักเจ้าหน้าที่ วงศ์ย่อย PONERINAE จำนวน 8 ชนิด โดยมีมดอันตรายที่ปรากฏในทุกพื้นที่ใช้ประโยชน์ 5 พื้นที่ คือ มดหนามคู่สีเทา (*Diacamma orbiculatum*) และมดไอ้ขึ้นดำ (*O. denticulata*) วงศ์ย่อย PSEUDOMYRMECINAE พบมดตะนอยดำเล็ก (*Tetraponera allaborans*) และ

มดตะนอยแดง (*Tetraponera rufonigra*) และวงศ์ย่อย FORMICINAE คือ มดแดง (*Oecophylla smaragdina*) และพบมดต่างถิ่นในพื้นที่ศึกษา 6 ชนิด ได้แก่ มดดำทุ่ง (*Iridomyrmex anceps*) มดเหม็น (*T. melanocephalum*) มดน้ำผึ้ง (*Anoplolepis gracilipes*) มดดำขาวาว (*P. longicornis*) มดละเอียดบ้าน (*M. pharaonis*) และมดคันไฟธรรมดา (*S. geminata*)

การศึกษาในครั้งนี้สามารถนำข้อมูลมดมาใช้ในการบริหารจัดการพื้นที่ ทั้งในเรื่องการเลือกพื้นที่สำหรับประกอบกิจกรรมต่างๆ และการบริหารจัดการเมื่อพื้นที่ใช้ประโยชน์ที่แตกต่างกันมีมดอันตราย เพื่อความปลอดภัยของเจ้าหน้าที่ บุคคลทั่วไป นักเรียนนักศึกษาที่เข้ามาใช้ประโยชน์ในพื้นที่ รวมไปถึงนำฐานข้อมูลมดมาใช้เป็นแหล่งเรียนรู้ในพื้นที่

REFERENCES

- Andersen, A.N. 2000. A global ecology of rainforest ants : Functional group in relation to environmental stress and disturbance. In: Aonati Agosti, et al. (Eds.). **Ants : Standard for Measuring and Monitoring Biodiversity**. Smithsonian Institution press, United State of America, pp. 25-34.
- Anonymous. 2019. Quickstats: Number of deaths from hornet, wasp, and bee stings, among males and females - national vital statistics system, united states,† 2000-2017. **MMWR. Morbidity and mortality weekly report**, 68: 649.
- Bolton, B. 1994. **Identification Guide to the Ant Genera of the World**. Harvard University Press, United State of America.
- Bourmas, C. 2005. **Species Diversity of Ants at Huay Khayeng, Thong Pha Phum District, Khanchanaburi Province**. M.S. Thesis, Kasetsart University. Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Forest and Plant Conservation Research Office. 2019. **The Forest Area covers the Non-Hunting Area 2019**. Department of

- National parks Wildlife and Plant Conservation, Bangkok. (in Thai)
- Hasin, S. 2008. **Diversity and Community Structure of Ants at Sakaerat Environmental Research Station, Nakhon Ratchasima Province**. M.S. Thesis, Kasetsart University. Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Hölldobler, B., Wilson, E.O. 1990. **The Ants**. Harvard University Press, United States of America.
- Jaitrong, W., Suwannaphak, K., Samukkee, Y., Jeenthong, T. 2020. **Ants of Thailand**. National Science Museum Thailand, Bangkok. (in Thai)
- Krebs, C.J. 1972. **Ecology : The Experimental Analysis of Distribution and Abundance**. Harper and Row publisher, New York, USA.
- Lach, L., Parr, C.L., Abbott, K.L. 2010. **Ant Ecology**. Oxford University Press, New York, USA.
- Ludwig, J.A., Reynolds, J.F. 1988. **Statistical Ecology**. John Wiley & Sons, New York. Academy Press, Washington, D.C., USA.
- Pannavalee, R. 2016. **Terrestrial ant Communities Structure in Kasetsart University, Bangken Campus, Bangkok**. M.S. Thesis, Kasetsart University. Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Perfecto, I., Vandermeer, J. 1996. Microclimatic changes and the indirect loss of ant diversity in a tropical agroecosystem. *Oecologia*, 108: 577-582.
- Phoonjumpa, R. 2002. **Using Ants as Indicators of Plant Communities at Khao Yai National Park**. M.S. Thesis, Kasetsart University. Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Rizali, A., Karindah, S., Nugroho, C.T., Rahardjo, B.T. 2021. Similarity of ant communities increases with isolation from natural habitat and abundance of invasive ants in oil palm plantations of central borneo. *Global Ecology and Conservation*, 28:1-10. doi: 10.1016/j.gecco.2021.e01690
- Siddiqui, J.A., Bamisile, B.S., Khan, M.M., Islam, W., Hafeez, M., Bodlah, I., Xu, Y. 2021. Impact of invasive ant species on native fauna across similar habitats under global environmental changes. *Environmental science and pollution research international*, 28: 54362-54382.
- Sorensen, B. 1984. Physical measurements as risk indicator for low-back trouble over a one year period. *Journal of Spinal Disorders and Techniques*, 9 (2) : 106-19. DOI: 10.1097/00007632-198403000-00002
- Srikhakhom, W. 2014. **The Community Structure and Species Composition of Ground-dwelling Ants in Various Land uses mong Urban Parks in Bangkok**. M.S. Thesis, Kasetsart University. Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Wanichsakulpong, W. 2007. **Species Richness of Ants in Kasetsart University, Si Racha Campus, Chon Buri Province**. M.S. Thesis, Kasetsart University. Chon Buri, Thailand. (in Thai)
- Wilson, E.O. 2000. **Ants Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity**. Smithsonian Institution Press, Washington, USA.
- Wiwatwitaya, D. 2006. **Ant Museum**. Aksornsiyam publisher, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Wiwatwitaya, D., Rojanavongse, V. 1999. Diversity of forest ants at Khao Yai national park. In: **Research Reports on Biodiversity in Thailand: 3rd BRT Annual Conference**. Pathum Thani, Thailand, pp. 346-350.
- Wiwatwitaya, D., Takeda, H. 2005. Seasonal changes in soil arthropod abundance in the dry evergreen forest of north-east thailand, with special reference to collembolan communities. *Ecological Research*, 20(1): 59-70.
- Zamith-Miranda, D., Fox, E.G.P., Monteiro, A.P., *et al.* 2018. The allergic response mediated by fire ant venom proteins. *Scientific Reports*, 8: 14427. doi.org/10.1038/s41598-018-32327-z

นิพนธ์ต้นฉบับ

การมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของราษฎรที่มีการถือครองที่ดิน
ในอุทยานแห่งชาติเวียงโกศัย อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่

Participation of Landholders in Forest Resource Conservation Activities
at the Wiang Kosai National Park, Wang Chin District, Phrae Province

กมลวรรณ ฝักฝ่าย^{1,2}Kamolwan Fakfai^{1,2}ศุภศิษย์ ศรีอักษรินทร์^{1*}Supasit Sriarkarin^{1*}สันติ สุขสอาด¹Santi Suksard¹¹คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

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

²สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 13 (แพร่) จังหวัดแพร่ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

Protected Area Regional Office 13 (Phrae), Phrae Province, Department of National Park, Wildlife and Plant Conservation

*Corresponding Author, E-mail: supasit.sr@ku.th

รับต้นฉบับ: 8 มีนาคม 2566

รับแก้ไข: 12 เมษายน 2566

รับลงพิมพ์: 12 พฤษภาคม 2566

ABSTRACT

Forest resource conservation (FRC) is an operation that requires participation from all sectors, especially from people whose livelihoods depend on forest resources and who have land ownership in the forest areas. The objectives of this study were to study the socio-economic, participation level and factors affecting the participation of landholders in forest resource conservation activities in Wiang Kosai National Park (WKS-NP), Wang Chin district, Phrae province. Data were collected using interview forms distributed among 114 household representatives and were analyzed using descriptive statistics and hypothesis tests through t-test and F-test at a statistical significance level of 0.05.

The study found that more than half of the interviewed people were female (52.63%), with an average age of 56.06 years, having mostly primary education (71.93%), and an average settlement period of 54.02 years. The main occupation was cultivation (77.19%) with an annual income of 74,608.60 Baht/year and an annual expenditure of 78,484.30 Baht/year. The average land-holding period in WKS-NP was 46.61 years with 80.70% of the interviewed individuals utilizing forest resources had a familiarity with forest officers at a participation activity percentage of 54.39% and had a high-level knowledge about FRC (64.04%). Respondents had a moderate average participation percentage in FRC of 3.02 in which participation in performance had the highest average score of 3.13 score and participation in planning action had the lowest average score of 2.95 scores. The gender difference between males and females, education level between junior high school and senior high school/vocational school, and a familiarity with forest officers in participating activities from unfamiliar to familiar levels were responsible for the differences in FRC participation at a statistically significant difference of 0.05. As such, the results of the study can be used by WKS-NP and related agencies to quantify the performance of officials and to formulate forest promotion activities to increase the people participation in FRC activities.

Keywords: Forest resource conservation; Landholding; Participation; Protected area

บทคัดย่อ

การอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้เป็นการดำเนินงานที่ต้องอาศัยการมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วน โดยเฉพาะกลุ่มราษฎรที่มีวิถีชีวิตที่พึ่งพิงทรัพยากรป่าไม้ และมีการถือครองที่ดินในเขตป่า การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาข้อมูลด้านเศรษฐกิจและสังคม ระดับการมีส่วนร่วม และปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของราษฎรที่มีการถือครองที่ดินในอุทยานแห่งชาติเวียงโกศัย อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์กับตัวแทนครัวเรือนตัวอย่างจำนวน 114 ครัวเรือน ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา และทดสอบสมมติฐานโดยใช้ t-test และ F-test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

จากการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 52.63 อายุเฉลี่ย 56.06 ปี การศึกษาชั้นประถมศึกษา ร้อยละ 71.93 มีระยะเวลาในการตั้งถิ่นฐานเฉลี่ย 54.02 ปี ประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นอาชีพหลัก ร้อยละ 77.19 มีรายได้เฉลี่ย 74,608.60 บาทต่อปี และรายจ่ายเฉลี่ย 78,084.30 บาทต่อปี มีระยะเวลาถือครองที่ดินในเขตอุทยานแห่งชาติเฉลี่ย 46.61 ปี ส่วนใหญ่ใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้ ร้อยละ 80.70 มีความคุ้นเคยในการร่วมกิจกรรมกับเจ้าหน้าที่ป่าไม้พอสมควร ร้อยละ 54.39 และมีความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ในระดับมาก ร้อยละ 64.04 ราษฎรมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.02 ซึ่งราษฎรมีส่วนร่วมด้านลงมือปฏิบัติมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.13 และมีส่วนร่วมด้านการวางแผนปฏิบัติน้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.95 ปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ ได้แก่ เพศ ระดับการศึกษา และความคุ้นเคยในการร่วมกิจกรรมกับเจ้าหน้าที่ป่าไม้ ซึ่งพบความแตกต่างระหว่างเพศหญิงกับชาย การศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นกับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. และความคุ้นเคยในการร่วมกิจกรรมกับเจ้าหน้าที่ป่าไม้ระดับไม่มีความคุ้นเคยกับคุ้นเคยพอสมควรของกลุ่มตัวอย่าง ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังนั้นอุทยานแห่งชาติเวียงโกศัยและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรนำผลการศึกษาไปประกอบการพิจารณาการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ กำหนดรูปแบบการส่งเสริมป่าไม้ และปรับปรุงกิจกรรม เพื่อให้ราษฎรเข้ามามีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้มากขึ้น

คำสำคัญ: การอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ การครอบครองที่ดิน การมีส่วนร่วม พื้นที่อนุรักษ์

คำนำ

อุทยานแห่งชาติเวียงโกศัยเป็นอุทยานแห่งชาติแห่งแรกของจังหวัดแพร่ โดยประกาศไว้ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 98 ตอนที่ 168 ลงวันที่ 9 ตุลาคม พ.ศ. 2524 มีพื้นที่ 256,250 ไร่ เป็นแหล่งกำเนิดลำห้วยหลายสายที่หล่อเลี้ยงชุมชนโดยรอบ และเป็นผืนป่าที่สมบูรณ์ (Office of National Park, 2021) ทำให้ชุมชนดั้งเดิมโดยรอบอุทยานแห่งชาติเวียงโกศัย ในพื้นที่อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ มีการพึ่งพิงทรัพยากรป่าไม้และธรรมชาติมาอย่างช้านาน ซึ่งสะท้อนได้จากการสืบสานประเพณีเลี้ยงผีต้นน้ำ และการดำรงวิถีชีวิตด้วยการเก็บหาของป่าตามฤดูกาล (Maepak Subdistrict Administrative Organization, 2020) จากนโยบายของรัฐบาลที่ให้มีการสำรวจพื้นที่ที่ราษฎรมีการครอบครองทำกินหรืออยู่อาศัยในเขตป่าและให้ขึ้นทะเบียนผู้ครอบครอง

ตามมติคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ 30 มิถุนายน พ.ศ. 2541 จึงมีการตรวจสอบพิสูจน์ว่าราษฎรทำกินในเขตอุทยานแห่งชาติเวียงโกศัย อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ มาก่อนปี พ.ศ. 2545 ตามกรอบมติคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ 30 มิถุนายน 2541 จำนวน 142 แปลง เนื้อที่ 580.77 ไร่ ซึ่งมีการจัดการให้จัดทำขอบเขตบริเวณพื้นที่ที่มีการครอบครองอย่างชัดเจน เพื่อไม่ให้เกิดการขยายเพิ่มเติม สำหรับราษฎรที่มีผลการตรวจสอบพิสูจน์ว่าทำกินภายหลังปี พ.ศ. 2545 ตามกรอบมติคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ 30 มิถุนายน พ.ศ. 2541 จะต้องดำเนินการเคลื่อนย้ายออกจากพื้นที่โดยมีแผนการรองรับ หากมีเหตุไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้ ให้ควบคุมขอบเขตพื้นที่ไม่ให้ขยายเพิ่มเติมระหว่างรอการเคลื่อนย้าย ซึ่งการดำเนินการภายใต้มติคณะรัฐมนตรีดังกล่าวก็ยังไม่ประสบผลสำเร็จ เนื่องจากขาดความชัดเจนในทางปฏิบัติ

ไม่กำหนดกรอบเวลาการดำเนินการที่ชัดเจน และยังขาดกระบวนการการมีส่วนร่วมกับราษฎรที่เกี่ยวข้องในขั้นตอนการดำเนินงานต่างๆ (National Forest Policy Drafting Subcommittee, 2020) ต่อมารัฐบาลได้มีมติคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ 26 พฤศจิกายน พ.ศ. 2561 ให้มีการสำรวจการครอบครองที่ดินในเขตป่าอนุรักษ์อีกครั้งหนึ่ง โดยมีมาตรการให้ราษฎรที่มีการครอบครองที่ดินก่อนปี พ.ศ. 2545 และระหว่างปี พ.ศ. 2545-2557 ที่เป็นผู้มีรายได้น้อยหรือไร้ที่ดินทำกิน ตามคำสั่งคณะรักษาความสงบแห่งชาติ ที่ 66/2557 เข้าสู่กระบวนการตามแนวทางแก้ไขปัญหาที่ดินในเขตป่าอนุรักษ์ จึงทำให้อุทยานแห่งชาติเวียงโกศัยมีพื้นที่ที่มีราษฎรครอบครองทำกินตั้งแต่ก่อนปี พ.ศ. 2545 จำนวน 142 แปลง เนื้อที่ 580.77 ไร่ และระหว่างปี พ.ศ. 2545-2557 จำนวน 42 แปลง เนื้อที่ 88.87 ไร่ รวมทั้งสิ้น จำนวน 184 แปลง เนื้อที่ 669.64 ไร่ (Protected Areas Regional Office 13 Phrae: PARO 13 Phrae, 2020) ซึ่งรัฐบาลได้พยายามแก้ไขปัญหาการอยู่ร่วมกันของชุมชนกับป่าในเขตพื้นที่ป่าอนุรักษ์โดยออกพระราชบัญญัติอุทยานแห่งชาติ พ.ศ. 2562 โดยมีมาตรา 64 ที่กำหนดให้มีการสำรวจการถือครองที่ดินของราษฎรในเขตอุทยานแห่งชาติ เพื่อช่วยเหลือให้ราษฎรอยู่อาศัยหรือทำกินอย่างถูกต้องโดยมีกฎหมายรองรับแต่ไม่ให้กรรมสิทธิ์ (Division of Legal Affairs, 2020)

แนวทางการพัฒนาการอยู่ร่วมกันระหว่างชุมชนกับป่าของอุทยานแห่งชาตินั้น อุทยานแห่งชาติจะต้องให้ความสำคัญกับการเสริมสร้างความรู้ความตระหนักให้กับราษฎรเกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ และบริหารจัดการพื้นที่อุทยานแห่งชาติอย่างมีส่วนร่วมกับราษฎรในทุก ๆ ขั้นตอนที่เกี่ยวข้อง (National Forest Policy Drafting Subcommittee, 2020; Forestry Research Center, 2021)

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลเศรษฐกิจและสังคม ระดับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ และปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ ทั้งทางด้านการวางแผนปฏิบัติการลงมือปฏิบัติ การติดตามและประเมินผล และการจัดสรรผลประโยชน์ ของราษฎรที่มีการถือครองที่ดินในอุทยานแห่งชาติเวียงโกศัย อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่

โดยกำหนดสมมติฐานในการศึกษา คือ เพศ อายุ ระดับการศึกษา ระยะเวลาในการตั้งถิ่นฐาน จำนวนสมาชิกในครัวเรือน จำนวนแรงงานในครัวเรือน อาชีพหลัก ขนาดที่ดินถือครองในเขตอุทยานแห่งชาติ การรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับป่าไม้ ความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ (Sudchaleaw, 2013) การมีอาชีพพรอง (Prajongpim, 2005) รายได้ต่อปี ประสบการณ์ในการอบรมหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ ความคุ้นเคยในการร่วมกิจกรรมกับเจ้าหน้าที่ป่าไม้ (Prasitthisarn *et al.*, 2014) ระยะเวลาที่ถือครองที่ดินในเขตอุทยานแห่งชาติ (Sangkrajang, 2010) การใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้ (Suthatto, 2015) และการมีที่ดินนอกเขตอุทยานแห่งชาติของราษฎรที่มีการถือครองที่ดินในอุทยานแห่งชาติเวียงโกศัย อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ ที่แตกต่างกัน จะมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้แตกต่างกัน เพื่อเป็นข้อมูลที่สำคัญให้กับอุทยานแห่งชาติในการปฏิบัติงาน และกำหนดรูปแบบกิจกรรมส่งเสริมป่าไม้ตามปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ รวมทั้งเป็นแนวทางการบริหารจัดการการใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้ เพื่อให้ราษฎรอยู่ร่วมกับป่าได้อย่างยั่งยืน

อุปกรณ์และวิธีการ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล สามารถแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน คือ ข้อมูลทุติยภูมิ (secondary data) เป็นข้อมูลที่ได้จากการตรวจเอกสารเพื่อรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับชุมชนเป้าหมายที่ต้องการศึกษา และข้อมูลปฐมภูมิ (primary data) เป็นข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์หัวหน้าครัวเรือนหรือสมาชิกที่เป็นตัวแทนของครัวเรือนตามแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้น

การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ ราษฎรที่แจ้งการครอบครองที่ดินในเขตอุทยานแห่งชาติเวียงโกศัย ในท้องที่อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ ซึ่งเป็นอำเภอที่มีขนาดพื้นที่ทำกินในอุทยานแห่งชาติมากที่สุด จำนวน 161 ครัวเรือน ใน 12 หมู่บ้าน 4 ตำบล (PARO 13 Phrae, 2020) คำนวณหาขนาดตัวอย่างเพื่อศึกษา โดยใช้สูตรของ

เครซีและมอร์แกน กำหนดระดับความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่างได้ร้อยละ 5 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และสัดส่วนของลักษณะที่สนใจในประชากรเท่ากับ 0.5 (Krejcie and Morgan, 1970) ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่คำนวณได้ในการศึกษาเท่ากับ 113.66 หรือ ไม่น้อยกว่า 114 ครั้วเรือน และทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ (stratified sampling) ตามสัดส่วนกลุ่มราษฎรในแต่ละหมู่บ้าน ด้วยวิธีจับสลาก (lottery method) เพื่อคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างตามจำนวนที่กำหนดโดยใช้การคำนวณสัดส่วนที่เหมาะสมตามสูตรกระจายตามสัดส่วน (Jamikom, 1983)

การสร้างเครื่องมือ

ดำเนินการสร้างแบบสัมภาษณ์โดยค้นคว้าข้อมูลจากแนวคิด ทฤษฎี และวิธีการจากเอกสารทางวิชาการ วิทยานิพนธ์ และหนังสือต่าง ๆ เพื่อกำหนดลักษณะของแบบสัมภาษณ์ โดยแบบสัมภาษณ์ประกอบด้วยข้อคำถามที่แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) ข้อมูลด้านเศรษฐกิจและสังคมเป็นคำถามสอบถามข้อมูลทั่วไปของหัวหน้าหรือตัวแทนครัวเรือน 2) ข้อมูลความรู้ในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ เป็นคำถามสอบถามความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ ในประเด็นประโยชน์ของป่าไม้ การฟื้นฟูดูแลทรัพยากรป่าไม้ และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้ จำนวน 12 ข้อ ซึ่งตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน โดยแบ่งช่วงชั้นในการวัดระดับความรู้เป็น 2 ระดับตามค่ามัธยฐาน ได้แก่ กลุ่มระดับความรู้มาก (8–12 คะแนน) และกลุ่มระดับความรู้ระดับน้อย (0–7 คะแนน) และ 3) ข้อมูลการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ ซึ่งเป็นกิจกรรมการมีส่วนร่วมที่กำหนดไว้ จำนวน 4 ด้าน ได้แก่ การมีส่วนร่วมวางแผนปฏิบัติงาน การมีส่วนร่วมลงมือปฏิบัติ การมีส่วนร่วมติดตามและประเมินผล และการมีส่วนร่วมจัดสรรผลประโยชน์ ซึ่งในแต่ละด้านจะมีกิจกรรมย่อย จำนวน 7 ข้อ โดยมีการให้คะแนนการมีส่วนร่วม 5 ระดับ ตามมาตรวัดของลิเคิร์ต (Likert scale) คือมีส่วนร่วมมากที่สุด ได้ 5 คะแนน มีส่วนร่วมมาก ได้ 4 คะแนน มีส่วนร่วมปานกลาง ได้ 3 คะแนน มีส่วนร่วมน้อย ได้ 2 คะแนน และมีส่วนร่วมน้อยที่สุด ได้ 1 คะแนน โดยแบ่งช่วงชั้นตามคะแนนเฉลี่ยออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่

การมีส่วนร่วมในระดับมาก (3.68–5.00 คะแนน) ระดับปานกลาง (2.34–3.67 คะแนน) และระดับน้อย (1.00–2.33 คะแนน)

จากนั้นนำแบบสัมภาษณ์ไปทดสอบ (pretest) กับครัวเรือนที่มีการครอบครองที่ดินในอุทยานแห่งชาติเวียงโกศัย ในอำเภอเถิน จังหวัดลำปาง จำนวน 30 ครัวเรือน เพื่อปรับปรุงและพัฒนาชุดคำถามในแบบสัมภาษณ์ แล้วนำมาวิเคราะห์ความแม่นยำ (validity) และความน่าเชื่อถือ (reliability) ซึ่งทำการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือด้วยวิธีการวัดความสอดคล้องภายใน (internal consistency method) แบบคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson’s method) สูตร KR21 (Vanichbuncha and Vanichbuncha, 2012) สำหรับชุดคำถามเกี่ยวกับความรู้ในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ มีค่าความน่าเชื่อถือคือ 0.80 และค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบัค (Cronbach’s alpha coefficient) (Prasertsin, 2020) สำหรับชุดคำถามเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ ทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ด้านการมีส่วนร่วมวางแผนปฏิบัติงาน ด้านการมีส่วนร่วมลงมือปฏิบัติ ด้านการมีส่วนร่วมติดตามและประเมินผล และด้านการมีส่วนร่วมจัดสรรผลประโยชน์ มีค่าความน่าเชื่อถือคือ 0.98 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มีความน่าเชื่อถือค่อนข้างสูงถึงสูงมาก (Thai MOOC, 2020)

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์เชิงพรรณนา (descriptive analysis) ทำการประมวลผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ แจกแจงเป็นค่าสถิติอย่างง่าย ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน และค่าฐานนิยม เพื่อประกอบคำอธิบายสำหรับข้อมูลด้านสังคม เศรษฐกิจ ความรู้ในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ และระดับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้

2. การวิเคราะห์เชิงปริมาณ (quantitative analysis) โดยทดสอบสมมติฐานเพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของราษฎรที่มีการถือครองที่ดินในอุทยานแห่งชาติเวียงโกศัย อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ โดยใช้การทดสอบแบบ t-test ใช้ทดสอบกับตัวแปรอิสระที่แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ เพศ การมีอาชีพครอง ระยะเวลา

ที่ถือครองที่ดินในเขตอุทยานแห่งชาติ ขนาดที่ดินถือครองในเขตอุทยานแห่งชาติ การมีที่ดินนอกเขตอุทยานแห่งชาติ การใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้ การรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับป่าไม้ ประสบการณ์ในการอบรมหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ และความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ และการทดสอบแบบ F-test กับตัวแปรอิสระที่แบ่งระดับได้ตั้งแต่ 3 กลุ่มขึ้นไป ได้แก่ อายุ ระดับการศึกษา ระยะเวลาในการตั้งถิ่นฐาน จำนวนสมาชิกในครัวเรือน จำนวนแรงงานในครัวเรือน อาชีพหลัก รายได้ต่อปี และความคุ้นเคยในการร่วมกิจกรรมกับเจ้าหน้าที่ป่าไม้ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติไว้ที่ 0.05 ($p = 0.05$) หรือที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Ruthachatranon, 2011) หากพบความแตกต่างที่สำคัญทางสถิติจากการวิเคราะห์ F-test จะทำการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีการของเชฟเฟ (Scheffe method) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติไว้ที่ 0.05 (Sukamolson, 2012)

ผลและวิจารณ์

ข้อมูลด้านสังคม เศรษฐกิจ ความรู้ในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ และระดับความรู้ในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้

ดำเนินการศึกษาราชกรกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 114 ราย ซึ่งเป็นราษฎรที่มีการถือครองที่ดินในอุทยานแห่งชาติเวียงโกศัย อำเภอสว่างแดนดิน จังหวัดแพร่ โดยผลที่ได้จากการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

เพศของราษฎรกลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 52.63 และเป็นเพศชาย ร้อยละ 47.37

อายุของราษฎรกลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่มีอายุ 50 – 60 ปี คิดเป็นร้อยละ 44.74 รองลงมา มีอายุมากกว่า 60 ปี และมีอายุน้อยกว่า 50 ปี คิดเป็นร้อยละ 32.45 และ 22.81 ตามลำดับ โดยมีอายุมากที่สุด 75 ปี อายน้อยที่สุด 25 ปี และมีอายุเฉลี่ย 56.06 ปี

ระดับการศึกษาของราษฎรกลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาในระดับประถมศึกษา คิดเป็นร้อยละ 71.93 รองลงมา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายหรือประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ไม่ได้เรียน ระดับปริญญาตรี ระดับอนุปริญญาหรือ

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) และระดับปริญญาโท คิดเป็นร้อยละ 9.65, 7.89, 6.14, 2.63, 0.88 และ 0.88 ตามลำดับ

จำนวนสมาชิกในครัวเรือนของราษฎรกลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 29.83 รองลงมา มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือน 3 คน มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนมากกว่า 4 คน มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือน 2 คน และมีจำนวนสมาชิกในครัวเรือน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 26.32, 24.56, 17.54 และ 1.75 ตามลำดับ โดยมีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนสูงสุด 8 คน จำนวนสมาชิกในครัวเรือนต่ำสุด 1 คน และจำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 3.68 คน

ระยะเวลาในการตั้งถิ่นฐานของราษฎรกลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่เป็นผู้ที่อยู่อาศัยเดิมในชุมชนตั้งแต่กำเนิด มีระยะเวลาในการตั้งถิ่นฐานช่วง 40–60 ปี (ปี พ.ศ. 2505–2525) คิดเป็นร้อยละ 57.02 รองลงมา มีระยะเวลาในการตั้งถิ่นฐานมากกว่า 60 ปี (ก่อนปี พ.ศ. 2505) และมีระยะเวลาในการตั้งถิ่นฐานน้อยกว่า 40 ปี (หลังปี พ.ศ. 2525) คิดเป็นร้อยละ 32.45 และ 10.53 ตามลำดับ โดยมีระยะเวลาในการตั้งถิ่นฐานต่ำสุด 3 ปี ระยะเวลาในการตั้งถิ่นฐานสูงสุด 75 ปี และมีระยะเวลาในการตั้งถิ่นฐานเฉลี่ย 54.02 ปี

ระยะเวลาที่ถือครองที่ดินในเขตอุทยานแห่งชาติของราษฎรกลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่ถือครองที่ดินมากกว่า 20 ปี (ก่อนปี พ.ศ. 2545) คิดเป็นร้อยละ 80.70 และถือครองที่ดินในช่วงเวลา 8–20 ปี (ปี พ.ศ. 2545–2557) คิดเป็นร้อยละ 19.30 โดยมีระยะเวลาถือครองที่ดินในเขตอุทยานแห่งชาติน้อยที่สุด 11 ปี และมากที่สุด 75 ปี โดยมีระยะเวลาถือครองที่ดินเฉลี่ย 46.61 ปี

ขนาดที่ดินถือครองในเขตอุทยานแห่งชาติของราษฎรกลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่ถือครองที่ดินในเขตอุทยานแห่งชาติ น้อยกว่าหรือเท่ากับ 4.40 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 63.16 และถือครองที่ดินในเขตอุทยานแห่งชาติมากกว่า 4.40 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 36.84 โดยถือครองที่ดินในเขตอุทยานแห่งชาติสูงสุด 19.48 ไร่ ถือครองที่ดินในเขตอุทยานแห่งชาติต่ำสุด 0.07 ไร่ และถือครองที่ดินในเขตอุทยานแห่งชาติเฉลี่ย 4.40 ไร่

การมีที่ดินนอกเขตอุทยานแห่งชาติของราษฎรกลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่มีที่ดินนอกเขตอุทยานแห่งชาติ คิดเป็นร้อยละ 71.05 และไม่มีที่ดินนอกเขตอุทยานแห่งชาติ คิดเป็นร้อยละ 28.95 สำหรับราษฎรที่มีที่ดินนอกเขตอุทยานแห่งชาติ ส่วนใหญ่ถือครองที่ดินมากกว่า 5.30 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 39.47 และถือครองที่ดินน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5.30 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 31.58 โดยถือครองที่ดินนอกเขตอุทยานแห่งชาติต่ำสุด 0.44 ไร่ ถือครองที่ดินนอกเขตอุทยานแห่งชาติสูงสุด 48.00 ไร่ และถือครองที่ดินนอกเขตอุทยานแห่งชาติเฉลี่ย 5.29 ไร่

ความต้องการขยายพื้นที่ทำกินของราษฎรกลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่ไม่ต้องการขยายพื้นที่ทำกิน คิดเป็นร้อยละ 83.33 และต้องการขยายพื้นที่ทำกิน คิดเป็นร้อยละ 16.67 โดยส่วนใหญ่ต้องการให้หน่วยงานราชการช่วยเหลือ คิดเป็นร้อยละ 10.53 รองลงมา ต้องการซื้อใหม่ และเช่าที่ดิน คิดเป็นร้อยละ 3.51 และ 2.63 ตามลำดับ

ความต้องการปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้ประโยชน์พื้นที่ของราษฎรกลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่ไม่อยากจะปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้ประโยชน์พื้นที่ในเขตอุทยานแห่งชาติ คิดเป็นร้อยละ 71.05 รองลงมา อยากปรับเปลี่ยน และไม่แน่ใจ คิดเป็นร้อยละ 23.69 และ 5.26 ตามลำดับ โดยราษฎรอยากปรับเปลี่ยนการใช้ประโยชน์พื้นที่เนื่องจากปัญหาการขาดแคลนน้ำทางการเกษตรในพื้นที่ และช่วงฤดูแล้งมีเวลายาวนานขึ้น ทำให้ผลผลิตทางการเกษตรไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง จึงต้องการใช้ประโยชน์พื้นที่ในรูปแบบอื่น หรือต้องการได้รับการแก้ไขปัญหาดังกล่าวจากภาครัฐ

ความคุ้นเคยในการร่วมกิจกรรมกับเจ้าหน้าที่ป่าไม้ของราษฎรกลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่มีความคุ้นเคยพอสมควร คิดเป็นร้อยละ 54.39 รองลงมา ไม่มีความคุ้นเคยแต่อย่างใด และมีความคุ้นเคยเป็นอย่างดี คิดเป็นร้อยละ 37.72 และ 7.89 ตามลำดับ

จากการศึกษาข้อมูลด้านสังคมของราษฎรกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ราษฎรส่วนใหญ่มีอายุค่อนข้างสูง มีระดับการศึกษาต่ำกว่าชั้นมัธยมศึกษา มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือน 4 คน เป็นราษฎรที่อยู่ในชุมชนมาแต่กำเนิด โดยมีระยะเวลาในการตั้งถิ่นฐานมากกว่า 40 ปี มีการถือ

ครองทำประโยชน์ที่ดินทั้งในและนอกเขตอุทยานแห่งชาติ เวียงโกศัย โดยราษฎรส่วนใหญ่ไม่ต้องการปรับเปลี่ยนลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินหรือขยายพื้นที่ทำกินเพิ่มในเขตอุทยานแห่งชาติ เนื่องจากความเคยชินกับรูปแบบการปลูกพืชทำการเกษตร และขาดแรงจูงใจในการขยายที่ทำกินเนื่องจากความชรา (Chantarot *et al.*, 2019) และกฎระเบียบที่เข้มงวดในการใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตอุทยานแห่งชาติ แต่อย่างไรก็ตามราษฎรส่วนใหญ่ก็ยังมีความสัมพันธ์ในการทำกิจกรรมร่วมกันกับเจ้าหน้าที่ป่าไม้

อาชีพหลักของราษฎรกลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นอาชีพหลัก คิดเป็นร้อยละ 77.20 รองลงมา ประกอบอาชีพรับจ้าง อาชีพค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว อาชีพรับราชการ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ อาชีพปศุสัตว์ ว่างาน และอาชีพพนักงานบริษัท คิดเป็นร้อยละ 8.77, 5.26, 2.63, 2.63, 2.63 และ 0.88 ตามลำดับ

จำนวนแรงงานในครัวเรือนของราษฎรกลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่มีจำนวนแรงงานในครัวเรือน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 44.74 รองลงมา มีจำนวนแรงงานในครัวเรือน 3 คน มีจำนวนแรงงานในครัวเรือน 1 คน มีจำนวนแรงงานในครัวเรือน 4 คน และมีจำนวนแรงงานในครัวเรือนมากกว่า 4 คน คิดเป็นร้อยละ 23.68, 20.18, 8.77 และ 2.63 ตามลำดับ โดยมีจำนวนแรงงานในครัวเรือนสูงสุด 6 คน จำนวนแรงงานในครัวเรือนต่ำสุด 1 คน และจำนวนแรงงานในครัวเรือนเฉลี่ย 2.30 คน

การมีอาชีพรองของราษฎรกลุ่มตัวอย่าง มีอาชีพรอง คิดเป็นร้อยละ 58.77 และไม่มีอาชีพรอง คิดเป็นร้อยละ 41.23 โดยราษฎรที่มีอาชีพรองจะประกอบอาชีพรอง 1–4 อาชีพ ซึ่งส่วนใหญ่ประกอบอาชีพรับจ้าง คิดเป็นร้อยละ 21.05 รองลงมา ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ปศุสัตว์ ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว จักสาน/ทอผ้า และเก็บของป่า คิดเป็นร้อยละ 19.30, 19.30, 6.14, 4.39 และ 3.51 ตามลำดับ

รายได้ต่อปีของราษฎรกลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่มีรายได้ต่อปี 30,001–60,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 32.46 รองลงมา มีรายได้ต่อปีน้อยกว่าหรือเท่ากับ 30,000 บาท รายได้ต่อปี 60,001–90,000 บาท และรายได้ต่อปีมากกว่า 90,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 30.70, 18.42 และ 18.42

ตามลำดับ โดยมีรายได้ต่อปีสูงสุด 580,480 บาท มีรายได้ต่ปีต่ำสุด 9,200 บาท และรายได้ต่อปีเฉลี่ย 74,608.60 บาท

รายจ่ายต่อปีของราษฎรกลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่รายจ่ายต่อปีอยู่ในช่วง 30,001 - 60,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 31.58 รองลงมา มีรายจ่ายต่อน้อยกว่าหรือเท่ากับ 30,000 บาท มีรายจ่ายต่อปีมากกว่า 90,000 บาท และมีรายจ่ายต่อปีอยู่ในช่วง 60,001 - 90,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 29.82 21.93 และ 16.67 ตามลำดับ โดยมีรายจ่ายต่อปีสูงสุด 630,720 บาท มีรายจ่ายต่ปีต่ำสุด 5,600 บาท และรายจ่ายต่อปีเฉลี่ย 78,084.30 บาท

ความเพียงพอของรายได้ต่อรายจ่ายของราษฎรกลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่รายได้ไม่เพียงพอ คิดเป็นร้อยละ 56.14 รองลงมา มีรายได้พอตรงกับรายจ่าย และมีรายได้เพียงพอ คิดเป็นร้อยละ 28.95 และ 14.91 ตามลำดับ

การกู้ยืมเงินของราษฎรกลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่ราษฎรมีการกู้ยืม คิดเป็นร้อยละ 56.14 และไม่มีการกู้ยืม คิดเป็นร้อยละ 43.86 โดยแหล่งเงินกู้ยืมที่ราษฎรใช้บริการ ได้แก่ กองทุนในหมู่บ้าน (กองทุนเงินล้าน โครงการแก้ไขปัญหาคาความยากจน (กช.คจ.)) สหกรณ์ในหมู่บ้าน (สหกรณ์ออมทรัพย์เกษตรกร) ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธ.ก.ส.) ญาติพี่น้อง เพื่อนบ้าน และกู้ธนาคาร

การใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้ ของราษฎรกลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่มีการใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้ คิดเป็นร้อยละ 80.70 และไม่ใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้ คิดเป็นร้อยละ 19.30 โดยราษฎรที่มีการใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้ ได้ใช้ประโยชน์ 1-3 ด้าน ซึ่งส่วนใหญ่มีการใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้เพื่อเป็นแหล่งอาหารและเก็บหาของป่า คิดเป็นร้อยละ 71.93 รองลงมา มีการใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้เพื่อเป็นแหล่งน้ำอุปโภคบริโภค และมีการใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้เพื่อเป็นพักผ่อนหย่อนใจ คิดเป็นร้อยละ 46.49 และ 21.93 ตามลำดับ

จากการศึกษาข้อมูลด้านเศรษฐกิจของราษฎรกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ราษฎรส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรที่มีอาชีพรองที่เกี่ยวข้องกับการพึ่งพิงการใช้ประโยชน์จากธรรมชาติ มีรายได้เฉลี่ยต่อปีไม่น้อยกว่า 30,000 บาท ซึ่งยังไม่เพียงพอต่อค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการดำรงชีวิต ส่งผลให้เกิดภาวะหนี้สินจากการกู้ยืมเงินทั้งในและนอกระบบ

ซึ่งอาจจะส่งผลต่อการหารายได้เสริมภายในครัวเรือนและการจัดสรรเวลาในการเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมของชุมชน (Pichainarong *et al.*, 2018; Aumjiw, 2020)

การรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับป่าไม้ของราษฎรกลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่เคยได้รับข่าวสารเกี่ยวกับป่าไม้ คิดเป็นร้อยละ 96.49 และไม่เคยได้รับข่าวสารเกี่ยวกับป่าไม้ คิดเป็นร้อยละ 3.51 โดยราษฎรที่ได้รับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับป่าไม้ ได้รับรู้จาก 1 - 5 แหล่ง ซึ่งส่วนใหญ่ได้รับข่าวสารเกี่ยวกับป่าไม้จากผู้ใหญ่บ้านและกำนันมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 86.84 รองลงมา ได้รับข่าวสารเกี่ยวกับป่าไม้จากเจ้าหน้าที่ป่าไม้ โทรศัพท์ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น วิทยุ สื่อสิ่งพิมพ์ และสื่อออนไลน์/โซเชียลมีเดีย คิดเป็นร้อยละ 63.16, 28.95, 12.28, 8.77, 3.51 และ 2.63 ตามลำดับ

ประสบการณ์ในการอบรมหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของราษฎรกลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่ไม่เคยได้รับการฝึกอบรม คิดเป็นร้อยละ 58.77 และเคยได้รับการฝึกอบรม คิดเป็นร้อยละ 41.23 โดยราษฎรที่มีประสบการณ์ในการอบรมหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ ได้เข้ารับการฝึกอบรม 1-5 หลักสูตร ซึ่งส่วนใหญ่เข้ารับการฝึกอบรมหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ ได้แก่ ด้านการป้องกันไฟป่า คิดเป็นร้อยละ 27.19 รองลงมา ด้านการจัดการทรัพยากรป่าไม้ ด้านการปลูกป่า ด้านการเพาะชำกล้าไม้ และด้านอาสาสมัครพิทักษ์ป่า คิดเป็นร้อยละ 20.18 19.30 4.39 และ 1.75 ตามลำดับ

ความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของราษฎรกลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่มีความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 64.04 และมีความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ในระดับน้อย คิดเป็นร้อยละ 35.96 โดยมีค่าคะแนนสูงสุด 12 คะแนน และต่ำสุด 5 คะแนน และค่าคะแนนเฉลี่ย 8.13 คะแนน

จากการศึกษาข้อมูลด้านระดับความรู้ในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของราษฎรกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ราษฎรส่วนใหญ่ได้รับรู้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับป่าไม้จากหลากหลายช่องทาง โดยช่องทางที่สำคัญ ได้แก่ จากเจ้าหน้าที่ปกครองส่วนท้องถิ่นและเจ้าหน้าที่ป่าไม้ มีความรู้ในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ค่อนข้างมาก (Prasitthisam *et al.*, 2014)

แต่อย่างไรก็ตามราษฎรกลุ่มดังกล่าวยังไม่เคยได้รับการฝึกอบรมทางด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ เช่น การป้องกันไฟป่า การปลูกป่า และอาสาสมัครพิทักษ์ป่า เป็นต้น

ระดับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ในภาพรวมของกลุ่มราษฎรตัวอย่าง พบว่า ราษฎรมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง หรือ คะแนนเฉลี่ย 3.02 คะแนน โดยจำแนก

ประเด็นการมีส่วนร่วมออกเป็นประเด็น 4 ด้านย่อย พบว่า ราษฎรมีระดับการมีส่วนร่วมทุกด้านอยู่ในระดับปานกลาง โดยมีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติสูงที่สุด คะแนนเฉลี่ย 3.13 คะแนน รองลงมาได้แก่ การมีส่วนร่วมจัดสรรผลประโยชน์ การมีส่วนร่วมติดตามและประเมินผล และการมีส่วนร่วมวางแผนปฏิบัติงาน มีค่าเท่ากับ 3.04 2.98 และ 2.95 คะแนน ตามลำดับ (Table 1)

Table 1 Levels of participation of landholders in forest resource conservation (FRC) activities in the Wiang Kosai National Park, Wang Chin district, Phrae province.

Participation	Mean	SD	Level
Planning	2.95	0.97	Medium
Performance	3.13	0.85	Medium
Monitoring and evaluation	2.98	0.89	Medium
Benefits allocation	3.04	0.91	Medium
Total	3.02	0.82	Medium

ปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้

จากการทดสอบสมมติฐานพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของราษฎรที่มีการถือครองที่ดินในอุทยานแห่งชาติเวียงโกศัย อำเภอสองแคว จังหวัดแพร่ ได้แก่ เพศ ระดับการศึกษา และความคุ้นเคยในการร่วมกิจกรรมกับเจ้าหน้าที่ป่าไม้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และปัจจัยที่ไม่มีผลต่อการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของราษฎรที่มีการถือครองที่ดินในอุทยานแห่งชาติเวียงโกศัย อำเภอสองแคว จังหวัดแพร่ ได้แก่ อายุ ระยะเวลาในการตั้งถิ่นฐาน จำนวนสมาชิกในครัวเรือน จำนวนแรงงานในครัวเรือน อาชีพหลัก การมีอาชีพรอง รายได้ต่อปี ระยะเวลาที่ถือครองที่ดินในเขตอุทยานแห่งชาติ ขนาดที่ดินถือครองในเขตอุทยานแห่งชาติ การมีที่ดินนอกเขตอุทยานแห่งชาติ การใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้ การรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับป่าไม้ ประสบการณ์ในการอบรมหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ และความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ (Table 2)

จาก Table 2 เมื่อพิจารณาแต่ละปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ มีรายละเอียดดังนี้ เพศที่แตกต่างกัน มีผลต่อการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้แตกต่างกัน เมื่อวิเคราะห์การมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของราษฎรกลุ่มตัวอย่างระหว่างเพศที่แตกต่างกัน จำนวน 2 กลุ่ม ได้แก่ เพศชายและเพศหญิง พบว่า มีค่าคะแนนเฉลี่ยของการมีส่วนร่วมอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ คือ 3.21 และ 2.85 คะแนน ตามลำดับ ทำการทดสอบเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม โดยใช้สถิติ t-test ปรากฏว่าค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่วิเคราะห์ได้ คือ 0.016 ($t = -2.444$) ซึ่งน้อยกว่าค่า p -value ที่กำหนดไว้ที่ 0.05 (Table 3) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย พบว่าราษฎรเพศหญิง มีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้แตกต่างกับเพศชาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กล่าวคือ ราษฎรเพศหญิงมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้น้อยกว่าราษฎรเพศชาย เนื่องจากราษฎรกลุ่มตัวอย่างที่เป็นเพศชายมีบทบาทในการเป็นผู้นำครอบครัว รวมถึง

มีผลกำลังในการลงมือปฏิบัติกิจกรรมอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ เช่น การดับไฟป่า การลาดตระเวน และการสร้างฝาย ซึ่งราษฎรที่เป็นเพศชายจะดำเนินการได้สะดวกกว่าเพศหญิง จึงทำให้ราษฎรที่เป็นเพศหญิงมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้น้อย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Sudchaleaw (2013) ที่พบว่า เพศมีความสัมพันธ์กับ

การมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ บริเวณพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าดงระแนง อำเภอยางตลาด และอำเภอยะผิง จังหวัดกาฬสินธุ์ โดยเพศชายมีโอกาสเข้ามามีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้มากกว่าเพศหญิง เนื่องจากบางกิจกรรมมีความเหมาะสมและมีความสะดวกต่อเพศชายมากกว่าเพศหญิง

Table 2 Factors affecting the participation of landholders in FRC at the Wiang Kosai National Park, Wang Chin district, Phrae province.

Independent variables	t	F	p-value
1. Gender	-2.444 [*]	-	0.016
2. Age	-	0.968 ^{ns}	0.383
3. Educational level	-	3.373 [*]	0.012
4. Period of settlement	-	0.825 ^{ns}	0.441
5. Household members	-	1.461 ^{ns}	0.219
6. Household workers	-	1.368 ^{ns}	0.250
7. Main occupation	-	1.229 ^{ns}	0.300
8. Having the secondary occupation	-0.465 ^{ns}	-	0.643
9. Household Income per year	-	1.191 ^{ns}	0.317
10. Period of landholding in the national park	0.370 ^{ns}	-	0.714
11. Size of landholding in the national park	1.128 ^{ns}	-	0.262
12. Having land ownership outside the national park	-0.573 ^{ns}	-	0.568
13. Utilizing the forest resources	-0.605 ^{ns}	-	0.547
14. Information perception of forest resources	1.101 ^{ns}	-	0.273
15. Experience in training courses about forest resources conservation	1.497 ^{ns}	-	0.137
16. Familiarity with forest officers in participating activities	-	7.016 [*]	0.001
17. Knowledge of forest resources conservation	0.330 ^{ns}	-	0.742

Remarks: * A significance level of 0.05

^{ns} Not significant at 0.05

Table 3 Comparison of gender participation of landholders in the forest resource conservation activities at the Wiang Kosai National Park, Wang Chin district, Phrae province.

Gender	n	Mean	SD	t	df	p-value
Female	60	2.84	0.83	-2.444 [*]	112	0.016
Male	54	3.21	0.76			

Remarks: * A significance level of 0.05

ระดับการศึกษาที่แตกต่างกัน มีผลต่อการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้แตกต่างกัน เมื่อวิเคราะห์การมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของราษฎรกลุ่มตัวอย่าง ระหว่างกลุ่มระดับการศึกษาที่แตกต่างกัน จำนวน 5 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มมัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. กลุ่มไม่ได้เรียน กลุ่มที่มีระดับการศึกษาสูงกว่ามัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. กลุ่มระดับประถมศึกษา และกลุ่มระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า มีค่าคะแนนเฉลี่ยของการมีส่วนร่วมอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ คือ 3.42, 3.34, 3.24, 3.02 และ 2.23 คะแนน ตามลำดับ ทำการทดสอบเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มโดยใช้สถิติ F-test ปรากฏว่า ค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่วิเคราะห์ได้ คือ 0.012 ($F = 3.373$) ซึ่งน้อยกว่าค่า p -value ที่กำหนดไว้ที่ 0.05 (Table 4) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ ด้วยวิธีการของเชฟเฟ่ พบว่า ราษฎรที่มีการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. มีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ แตกต่างกับระดับมัธยมศึกษาตอนต้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กล่าวคือ ราษฎรที่มีการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

มีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้น้อยกว่าราษฎรที่มีการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. เนื่องจากราษฎรที่มีการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นเป็นราษฎรที่มีระดับการศึกษาอยู่ในช่วงตอนกลางของการแบ่งช่วงชั้นในการศึกษาครั้งนี้ ทำให้บทบาทในการมีส่วนร่วมอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ไม่ชัดเจน และขาดความถนัดหรือมีทักษะไม่เพียงพอต่อการปฏิบัติงานที่ต้องใช้แรงกายเป็นหลัก จึงทำให้ราษฎรที่มีการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้น้อย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Suksard and Srisakbangtoei (2015) ที่พบว่า ระดับการศึกษาที่แตกต่างกันของประชาชนมีผลต่อการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลนของชุมชนตำบลเขาถ่าน อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดสุราษฎร์ธานี แตกต่างกัน โดยประชาชนกลุ่มตัวอย่างที่มีระดับการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลายหรือ ปวช. มีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลนมากกว่าประชาชนกลุ่มตัวอย่างที่มีระดับการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

Table 4 Comparison of education levels of landholders participating in the forest resource conservation activities at the Wiang Kosai National Park, Wang Chin district, Phrae province.

Educational level	n	Mean	SD	F	df	p -value
Uneducated	7	3.34	1.03	3.373*	4,109	0.012
Primary school	82	3.02	0.75			
Junior high school	9	2.23	0.85			
Senior high school/vocational school	11	3.42	0.91			
Higher than senior high school/ high vocational school	5	3.24	0.64			

Remarks: * A significance level of 0.05

ความคุ้นเคยในการร่วมกิจกรรมกับเจ้าหน้าที่ป่าไม้แตกต่างกัน มีผลต่อการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้แตกต่างกัน เมื่อวิเคราะห์การมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของราษฎรกลุ่มตัวอย่าง ระหว่างกลุ่มที่มีความคุ้นเคยในการร่วมกิจกรรมกับเจ้าหน้าที่ป่าไม้แตกต่างกัน จำนวน 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่มีความคุ้นเคย

เป็นอย่างดี กลุ่มที่มีความคุ้นเคยพอสมควร และกลุ่มที่ไม่มีความคุ้นเคยแต่อย่างใด พบว่า มีค่าคะแนนเฉลี่ยของการมีส่วนร่วมอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้มากที่สุด คือ 3.27, 3.23 และ 2.67 คะแนน ตามลำดับ ทำการทดสอบเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม โดยใช้สถิติ F-test ปรากฏว่า ค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่วิเคราะห์ได้

คือ 0.001 ($F = 7.016$) ซึ่งน้อยกว่าค่า p -value ที่กำหนดไว้ที่ 0.05 (Table 5) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ ด้วยวิธีการของเชฟเฟ พบว่า ราษฎรที่ไม่มีความคุ้นเคยแต่อย่างใด มีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ แตกต่างกับราษฎรที่มีความคุ้นเคยพอสมควร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กล่าวคือ ราษฎรที่ไม่มีความคุ้นเคยแต่อย่างใด มีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้น้อยกว่าราษฎรที่มีความคุ้นเคยพอสมควร เนื่องจากราษฎรที่มีความคุ้นเคยในการร่วมกิจกรรมกับเจ้าหน้าที่ป่าไม้พอสมควรมีปฏิสัมพันธ์ที่ได้ติดต่อประสานงาน ร่วมมือปฏิบัติงาน และรู้จักคุ้นเคยจากการดูแลและช่วยเหลือซึ่งกันและกัน จึงทำให้ราษฎรกลุ่มนี้

เข้ามามีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้มากกว่ากลุ่มราษฎรที่ไม่มีความคุ้นเคยในการร่วมกิจกรรมกับเจ้าหน้าที่ป่าไม้แต่อย่างใด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Pichainarong *et al.*, (2018) ที่พบว่า ราษฎรที่มีความคุ้นเคยกับเจ้าหน้าที่ป่าไม้ต่างกัน มีส่วนร่วมในการฟื้นฟูทรัพยากรป่าไม้ในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่สลิ-โป่งแดง ตำบลวังประจวบ อำเภอเมือง จังหวัดตาก แตกต่างกัน โดยกลุ่มราษฎรตัวอย่างที่มีความคุ้นเคยกับเจ้าหน้าที่ป่าไม้พอสมควร มีส่วนร่วมในการฟื้นฟูทรัพยากรป่าไม้ในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่สลิ-โป่งแดง มากกว่ากลุ่มราษฎรที่ไม่มีความคุ้นเคยกับเจ้าหน้าที่ป่าไม้แต่อย่างใด ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

Table 5 Comparison of familiarity with forest officers in forest resource conservation activities of landholders in Wiang Kosai National Park, Wang Chin district, Phrae province.

Familiarity level	n	Mean	SD	F	df	p-value
Unfamiliar	43	2.67	0.86	7.016*	2, 111	0.001
Fairly familiar	62	3.23	0.68			
Very familiar	9	3.27	0.99			

Remarks: * A significance level of 0.05

สรุปและข้อเสนอแนะ

ราษฎรกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรที่มีอายุค่อนข้างสูง มีการประกอบอาชีพรอง และมีที่ดินในการใช้ประโยชน์ด้านการปลูกพืชเกษตรในรูปแบบที่เคยชิน แต่กลับมีรายได้ไม่เพียงพอต่อรายจ่าย และมีภาระหนี้สินจากการกู้ยืมเงินทั้งในและนอกระบบ ทำให้มีข้อจำกัดของผลกำไร ความไม่พร้อมด้านการเงิน และเวลาในการเข้าร่วมกิจกรรมอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ แต่ราษฎรก็มีการรับรู้ข่าวสารด้านป่าไม้ และมีความรู้ความเข้าใจในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ในระดับมาก จึงส่งผลให้ราษฎรมีส่วนร่วมในกิจกรรมอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ในระดับปานกลาง และมีส่วนร่วมด้านลงมือปฏิบัติมากที่สุด โดยราษฎรกลุ่มตัวอย่างได้ให้ความร่วมมือกับอุทยานแห่งชาติเวียงโกศัย ดำเนินกิจกรรมอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ในโอกาสต่าง ๆ ได้แก่ การทำแนวกันไฟบริเวณแนวเขตป่ากับชุมชน การปลูกต้นไม้ตามกิจกรรมการส่งเสริมปลูกไม้ยืนต้นเพิ่ม

พื้นที่สีเขียวในที่ดินถือครองของตนเอง และการสร้างฝายชะลอน้ำเพื่อบรรเทาความเดือดร้อนของราษฎรในช่วงฤดูแล้ง

ปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของราษฎรกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เพศ ระดับการศึกษา และความคุ้นเคยในการร่วมกิจกรรมกับเจ้าหน้าที่ป่าไม้ โดยราษฎรกลุ่มตัวอย่างเพศชายมีส่วนร่วมอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้มากกว่าเพศหญิง ดังนั้นหน่วยงานด้านป่าไม้หรืออุทยานแห่งชาติในพื้นที่ ควรปรับกิจกรรมให้เหมาะสม สร้างโอกาส และสร้างแรงจูงใจ เพื่อให้เพศหญิงเข้ามามีบทบาทในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ ทั้งในรูปแบบคณะกรรมการ/คณะกรรมการของชุมชน หรือจัดตั้งกลุ่มสตรีให้มีหน้าที่/ดำเนินกิจกรรมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ ตามเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนในเป้าหมายที่ 5 ที่มุ่งให้เกิดความเสมอภาคระหว่างเพศ และให้อำนาจของผู้หญิงและเด็กหญิงทุกคน โดยการให้ผู้หญิงได้เข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างเต็มที่และ

ให้โอกาสกับเพศหญิงอย่างเท่าเทียมในการร่วมตัดสินใจ (Office of the Secretary to the Sustainable Development Committee, 2021)

ระดับการศึกษาที่ราษฎรกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. มีส่วนร่วมอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้มากกว่าชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น หน่วยงานที่เกี่ยวข้องด้านการศึกษาและหน่วยงานด้านป่าไม้หรืออุทยานแห่งชาติในพื้นที่ควรร่วมกันในการส่งเสริมการเรียนรู้ด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และกำหนดกิจกรรมการมีส่วนร่วมอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ให้เป็นไปตามระดับการศึกษา เพื่อให้เกิดความมั่นใจและเปิดโอกาสให้ราษฎรทุกระดับการศึกษาได้เข้าร่วมกิจกรรม ซึ่งสอดคล้องกับแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560–2579 ที่มีเป้าหมายสร้างเสริมคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ให้ทุกคนมีจิตสำนึกดูแลและรักษาสิ่งแวดล้อม โดยการส่งเสริมการจัดกิจกรรมสร้างสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมในสถานศึกษาทุกระดับ (Office of the Education Council, 2017)

ความคุ้นเคยในการร่วมกิจกรรมกับเจ้าหน้าที่ป่าไม้ของราษฎรกลุ่มตัวอย่างที่มีความคุ้นเคยพอสมควรมีส่วนร่วมอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้มากกว่ากลุ่มที่ไม่มีความคุ้นเคยแต่อย่างใด หน่วยงานด้านป่าไม้หรืออุทยานแห่งชาติในพื้นที่ควรให้ความสำคัญกับการปฏิบัติงานด้านชุมชนสัมพันธ์ และส่งเสริมกิจกรรมด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ให้ราษฎรได้เข้ามามีส่วนร่วมในทุกกระบวนการ เพื่อสร้างความสัมพันธ์ที่ดีและความคุ้นเคยต่อกัน ก่อให้เกิดความร่วมมือระหว่างเจ้าหน้าที่ป่าไม้กับราษฎร (Jaichansukkit, 2013)

สำหรับการศึกษาวิจัยในครั้งต่อไป ควรศึกษาการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของราษฎรในชุมชนที่ไม่มีที่ดินทำกินในเขตป่าอนุรักษ์ ประชาชนทั่วไป หน่วยงานภาครัฐ และองค์กรเอกชนในท้องที่ เพื่อให้ทราบถึงบทบาทการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของแต่ละภาคส่วน และควรศึกษาการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของเยาวชนในท้องที่ เพื่อให้ทราบถึงระดับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของกลุ่มเป้าหมายรุ่นต่อไปที่จะเข้ามามีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ในอนาคต ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานด้านป่าไม้และอุทยานแห่งชาติในพื้นที่สำหรับส่งเสริม

การอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้แบบบูรณาการร่วมกัน ให้เกิดความต่อเนื่องของกระบวนการการมีส่วนร่วม และทำให้ระดับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ในภาพรวมอยู่ในระดับที่สูงขึ้น

REFERENCES

- Aumjiw, S. 2020. **Factors Affecting Participation in Forest Resource Conservation of the People in the Area Ban Sahakon 4 Sub-district, Chiang Mai Province.** M.S. Thesis, Maejo University. Chiang Mai, Thailand. (in Thai)
- Chantararat, S., Sa-ngimnet, B., Attavanich, W., Chenphuengpawm, J. 2019. **The Situation of Aging and Productivity and Farming of Thai Agricultural Households.** Puey Ungphakorn Institute for Economic Research. Bangkok, Thailand. <https://www.pier.or.th/en/abridged/2019/13/>, 9 April 2023.
- Division of Legal Affairs. 2020. **National Park Act, B.E. 2562 (2019).** Department of National Park Wildlife and Plant Conservation. Bangkok, Thailand. <https://portal.dnp.go.th/>, 10 March 2023.
- Forestry Research Center. 2021. **Criteria for Preparing a National Park Management Plan According to the National Park Act B.E. 2562 (2019).** Department of National Park Wildlife and Plant Conservation, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Jaichansukkit, P. 2013. How is community relations important?. **Market Plus**, 6(52): 104-106. (in Thai)
- Jamikorn, S. 1983. **Analytical Statistics for Social Science Research.** Kasetsart University Press, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Krejcie, R.V., Morgan, D.W. 1970. Determining sample size for research activities. **Educational and Psychological Measurement**, 30(3): 607-610.
- Maepak Subdistrict Administrative Organization. 2020. **Basic Information about Maepak Subdistrict Administrative Organization.**

- Maepak Subdistrict Administrative Organization. Phrae, Thailand. <https://www.maepak.go.th/>, 30 September 2021.
- National Forest Policy Drafting Subcommittee. 2020. **National Forest Policy**. Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Office of National Park. 2021. **Wiang Kosai National Park**. Department of National Park Wildlife and Plant Conservation. Bangkok, Thailand. <http://park.dnp.go.th/>, 4 September 2021.
- Office of the Education Council. 2017. **The National Education Plan B.E. 2560-2579 (2017-2036)**. Prikwarn Graphic CO., LTD., Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Office of the Secretary to the Sustainable Development Committee. 2021. **About SDGs**. Office of the National Economic and Social Development Council. Bangkok, Thailand. <https://sdgs.nesdc.go.th/>, 7 March 2023.
- Pichainarong, K., Rattana, K., Pattaratuma, A. 2018. People participation in rehabilitation of Pa Mae Salid - Pong Daeng National Reserved Forest, Wang Prachop subdistrict, Mueang district, Tak province. **Journal of Forest Management**, 12(23): 88-100. (in Thai)
- Prajongpim, K. 2005. **Factors Related to People's Opinions about Land Use Conflict in Tambon Nong Pla Lai, Amphoe Mueang, Changwat Saraburi**. M.S. Thesis, Kasetsart University. Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Prasertsin, A. 2020. **Research Instruments in Education and Social Sciences**. Chulalongkorn University Press, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Prasitthisarn, T., Kaitpraneet, S., Huamuangkaew, W. 2014. People participation in forest resource conservation at Pa Phu Ra-ngum National Reserved Forest, Waeng Yai and Chonnabot districts, Khon Kaen province. **Thai Journal of Forestry**, 33(1): 57-65. (in Thai)
- Protected Areas Regional Office 13 Phrae (PARO 13 Phrae). 2020. **Progress in Land Tenure Problem Solving in Protected Areas, Phrae and Nan Province**. Part of Protected Area Rehabilitation and Development, Phrae, Thailand. (in Thai)
- Ruthachatranon, W. 2011. **Social Science Research Techniques**. Kasetsart University Press, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Sangkrajang, W. 2010. **People Opinions on Land Tenure Problem Solving in Chiang Dao National Reserved Forest According to Land and Forest Resources Management Project, Mae Na Subdistrict, Chiang Mai Province**. M.S. Thesis, Kasetsart University. Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Sudchaleaw, S. 2013. **People Participation in Forest Resource Conservation at Pa Dong Ranaeng National Reserved Forest, Yang Talat and Huai Mek Districts, Kalasin Province**. M.S. Thesis, Kasetsart University. Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Sukamolson, S. 2012. Priori and posteriori comparisons for a research study. **Pasaa Paritat Journal**, 27: 52-68. (in Thai)
- Suksard, S., Srisakbangtoei, R. 2015. People participation in Mangrove Forest conservation of Kho Than subdistrict community, Tha Chang district, Surat Thani province. **Thai Journal of Forestry**, 34(1): 101-111. (in Thai)
- Suthatto, N. 2015. **Opinion of Community-Based Adaptation to Land Utilization in Buffer Zone Around Pha Team National Park, Ubon Rachathani**. M.S. Thesis, Kasetsart University. Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Thai MOOC. 2020. **Determination of Confidence Using the Kuder - Richardson's Method and Cronbach's Alpha Coefficient**. Thailand Cyber University. Bangkok, Thailand. <https://www.youtube.com/>, 9 October 2021.
- Vanichbuncha, K., Vanichbuncha T. 2012. **Statistics for Research**. Chulalongkorn University Press, Bangkok, Thailand. (in Thai)

นิพนธ์ต้นฉบับ

มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน การกักเก็บคาร์บอนและปริมาตรพะยุง
ที่ปลูกในสวนป่าในภาคใต้ของประเทศไทย

Aboveground Biomass, Carbon Storage, and Stem Volume of a Siam Rosewood
(*Dalbergia cochinchinensis* Pierre.) Plantation in Southern Thailand

วรพรรณ หิมพานต์*

อารีย์พัชร เพชรรัตน์

ชนิษฐา จันทโชติ

สุพรณี พวงสุนทร

Woraphun Himmaphan*

Areeyapat Petcharat

Chanittha Chuntachot

Supornnee Pongsumtorn

สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

Forest Research and Development Office, Royal Forest Department, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: woraphun0901@gmail.com

รับต้นฉบับ 20 ตุลาคม 2565

รับแก้ไข 29 พฤษภาคม 2566

รับลงพิมพ์ 8 มิถุนายน 2566

ABSTRACT

This study presents the aboveground biomass, carbon storage, and stem volume estimations of a *Dalbergia cochinchinensis* plantation in Southern Thailand. The investigation was conducted on an 11-year-old progeny and provenance trial in Surat Thani province and a 6-year-old seed production area in Songkla province. The diameter at breast height (DBH) and height (H) of all the trees were measured and allometric equations were constructed to estimate the biomass through weighting techniques. Ten sample trees were selected based on their DBH class and cut according to a stratified-clip technique, after which, each part of the tree was collected to determine the moisture content and subsequently, the biomass. The carbon storage and carbon dioxide absorbed in the biomass was determined by the equation of the form (carbon = biomass $\times$ 0.47 and carbon dioxide = carbon $\times$ 3.67). The tree volume equation was also constructed from the sampled trees. The stem volume and carbon dioxide absorption of the plantation was estimated by using data collected in a 40 m $\times$ 40 m sample plot.

The results of the 11-year-old *D. cochinnensis* plantation in Surat Thani indicated that the survival percentage was 89.5, the average DBH and height were 10.30 ± 3.97 cm and 12.08 ± 2.79 m, while the annual increment in DBH and H were 0.94 ± 0.36 cm year⁻¹ and 1.10 ± 0.25 m year⁻¹, respectively. The carbon stored in the biomass was 33.07 ton C ha⁻¹ or 121.25 ton CO₂ ha⁻¹ of absorbed CO₂, respectively. The over-bark and under-bark stem volumes were 56.23 m³ ha⁻¹ and 45.61 m³ ha⁻¹, respectively. The survival percentage in the 6-year-old *D. cochinnensis* plantation at Songkla province was 92.0, with the average DBH and H estimated at 7.50 ± 3.09 cm and 6.32 ± 2.02 m, while the annual increments in DBH and H were 1.25 ± 0.51 cm year⁻¹ and 1.07 ± 0.32 m year⁻¹, respectively. The estimated carbon storage in the biomass was 6.72 ton C ha⁻¹ or 24.65 ton CO₂ ha⁻¹ of absorbed CO₂. The over-bark and under-bark stem volumes were 16.82 m³ ha⁻¹ and 9.83 m³ ha⁻¹, respectively. The allometric equations reported in this study, which use only the DBH, can be used to assess the stem volume and carbon dioxide absorption for carbon credits in a plantation.

Keywords: Biomass equation; Carbon storage; *Dalbergia cochinchinensis*; Southern Thailand

บทคัดย่อ

การศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดิน การกักเก็บคาร์บอนและปริมาตรของพะยูนในภาคใต้ ดำเนินการโดยใช้ต้นพะยูนอายุ 11 ปี ในแปลงทดสอบสายพันธุ์และถิ่นกำเนิดไม้พะยูน จังหวัดสุราษฎร์ธานี และต้นพะยูนอายุ 6 ปี ในแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้ จังหวัดสงขลา ในแต่ละพื้นที่ทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความสูงของต้นไม้ทุกต้น ศึกษามวลชีวภาพด้วยวิธีการชั่งน้ำหนักและนำมาสร้างสมการแอลโลเมตริก ทำการตัดต้นไม้ตัวอย่างจำนวน 10 ต้น ตามชั้นของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และทำการชั่งน้ำหนักส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ และนำตัวอย่างไปหาความชื้นเพื่อนำมาประมาณค่ามวลชีวภาพ ส่วนการกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์คำนวณจากสมการ (การกักเก็บคาร์บอน = มวลชีวภาพ $\times$ 0.47 และการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ = การกักเก็บคาร์บอน $\times$ 3.67) ทำการสร้างสมการสำหรับประมาณปริมาตรจากต้นไม้ตัวอย่าง ปริมาตรของต้นไม้และการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของสวนป่าวิเศษระหว่งจากต้นไม้ในแปลงตัวอย่างขนาด 40 เมตร $\times$ 40 เมตร

ผลการศึกษาพบว่าพะยูนอายุ 11 ปี ที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีอัตราการรอดตายร้อยละ 89.5 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 10.30 ± 3.97 เซนติเมตร และความสูงเฉลี่ย 12.08 ± 2.79 เมตร ในขณะที่ความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความสูงเท่ากับ 0.94 ± 0.36 เซนติเมตรต่อปี และ 1.10 ± 0.25 เมตรต่อปี ตามลำดับ มีการกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 33.07 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ และ 121.25 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ ปริมาตรเหนือเปลือกและปริมาตรใต้เปลือกเท่ากับ 56.23 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกตาร์และ 45.61 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ การรอดตายของพะยูนอายุ 6 ปี ที่จังหวัดสงขลา เท่ากับร้อยละ 92.0 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 7.50 ± 3.09 เซนติเมตร และความสูงเฉลี่ย 6.32 ± 2.02 เมตร ความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความสูงเท่ากับ 1.25 ± 0.51 เซนติเมตรต่อปี และ 1.07 ± 0.32 เมตรต่อปี ตามลำดับ มีการกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 6.72 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์และ 24.65 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ มีปริมาตรเหนือเปลือกและปริมาตรใต้เปลือกเท่ากับ 16.82 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกตาร์และ 9.83 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกตาร์ตามลำดับ สมการแอลโลเมตริกที่ได้จากการศึกษานี้ที่ใช้เพียงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเป็นปัจจัยเดียวจะอำนวยความสะดวกในการประเมินปริมาตรลำต้นและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สำหรับการซื้อขายคาร์บอนในสวนป่าของเกษตรกรต่อไป

คำสำคัญ : สมการมวลชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอน พะยูน ภาคใต้ของประเทศไทย

คำนำ

ในขณะที่ประชากรทั่วโลกกำลังตระหนักถึงปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาโลกร้อนที่ส่งผลกระทบอย่างรุนแรงในปัจจุบัน การซื้อขายคาร์บอนเป็นเรื่องที่น่าสนใจทั่วโลกเช่นเดียวกัน ตามที่ทราบกันเป็นอย่างดีว่า ระบบนิเวศป่าไม่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ โดยผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสง และนำมาสะสมไว้ในรูปของมวลชีวภาพ ทั้งในส่วนเหนือพื้นดินและส่วนใต้ดิน (Thongfak *et al.*, 2013) ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนขึ้นกับปริมาณมวลชีวภาพของต้นไม้ (Nualngam and Wachrinrat, 2000) ในทุกวันนี้การปลูกต้นไม้ไม่เพียง

เพื่อการซื้อขายเนื้อไม้หรือการนำไม้ไปใช้ประโยชน์เพียงอย่างเดียว แต่ความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ยังสามารถซื้อขายกันได้ด้วย ทำให้เกษตรกรทั่วไปเริ่มให้ความสนใจกับการประมาณคาร์บอนในสวนป่าของตนเอง ส่งผลให้สมการสำหรับการประเมินการกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีอยู่ยังไม่ครอบคลุมกับไม้ทุกชนิด และ/หรือยังเป็นสมการที่ใช้เฉพาะพื้นที่ ดังนั้นการศึกษาเพื่อการสร้างสมการแอลโลเมตริกสำหรับการประมาณค่าการกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้มีความหลากหลายทั้งในเรื่องชนิดไม้ อายุ และพื้นที่ปลูกจึงมีความสำคัญเพิ่มมากขึ้น

พะยุง (*Dalbergia cochinchinensis* Pierre) อยู่ในวงศ์ Fabaceae เป็นไม้ต้นกึ่งผลัดใบ ขนาดกลางถึงใหญ่ สูงได้ถึง 25 เมตร โดยมากจะมีพุ่มใบกว้าง แตกกิ่งก้านเป็นแขนงแยกย่อยจากกิ่งใหญ่ ตามสภาพธรรมชาติพบขึ้นอยู่ทั่วไปในป่าเบญจพรรณและป่าดิบแล้งทั่วไปทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในพื้นที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 100-200 เมตร พะยุงมีเนื้อแข็ง สีสนและลวดลายไม้มีความสวยงาม มีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูงในตลาด จึงทำให้เกิดความต้องการมาก (Liengsiri *et al.*, 1993) การปลูกไม้พะยุงเป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาการลดลงของไม้พะยุงในป่า และระหว่างที่ยังไม่สามารถตัดฟันเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ได้นั้น การกักเก็บคาร์บอนอาจทำให้เกิดรายได้จากคาร์บอนเครดิตได้อีกด้วย การศึกษาที่ผ่านมาพบเพียงการศึกษาของ Pinthong *et al.*, 2017 ซึ่งทำการศึกษาในพะยุงอายุ 30 ปี ณ สถานีวนวัฒนวิจัยหมีสี จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งมีการกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติของพะยุง หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกพะยุง พะยุงเริ่มเป็นไม้เศรษฐกิจที่เกษตรกรนิยมปลูกกันมากในปัจจุบัน แม้กระทั่งในพื้นที่ภาคใต้ซึ่งไม่ได้เป็นพื้นที่กระจายพันธุ์ตามธรรมชาติของพะยุง การเติบโตและผลผลิตของพะยุงในภาคใต้จึงควรมีการศึกษาเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับเกษตรกรต่อไป

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างสมการประมาณมวลชีวภาพเพื่อประมาณการกักเก็บคาร์บอนในสวนป่าพะยุงในภาคใต้ รวมไปถึงสร้างสมการประมาณปริมาตรลำต้นของพะยุง โดยทำการศึกษาในสวนป่าพะยุงอายุ 11 ปี ที่ปลูกในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี และพะยุงอายุ 6 ปี ที่ปลูกในพื้นที่จังหวัดสงขลา ซึ่งทั้ง 2 พื้นที่ เป็นสวนป่าของกรมป่าไม้ เพื่อให้เกิดความหลากหลายทั้งในเรื่องอายุและพื้นที่ ซึ่งสมการที่ได้จากการศึกษานี้ เกษตรกรหรือประชาชนทั่วไปสามารถนำไปใช้ ในการประเมินผลผลิตในรูปของปริมาตรลำต้น การกักเก็บคาร์บอน และการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สวนป่าพะยุงที่อยู่ในภาคใต้ที่มีอายุและลักษณะพื้นที่ใกล้เคียงกัน รวมทั้งเป็นข้อมูลสำหรับการส่งเสริมการปลูกสวนป่าพะยุงและสนับสนุนการซื้อขายคาร์บอนต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

สถานที่ศึกษา

ทำการศึกษาใน 2 พื้นที่ ซึ่งเป็นแปลงทดลองของกรมป่าไม้ ได้แก่ แปลงทดสอบสายพันธุ์และถิ่นกำเนิดไม้พะยุงเพื่อการปลูกป่าเชิงเศรษฐกิจ ที่สถานีวนวัฒนวิจัยบ้านตาขุน อำเภอบ้านตาขุน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งอยู่ในพื้นที่ของเขื่อนรัชชประภา บ้านตาขุนมีสภาพพื้นที่ราบเชิงเขาและมีภูเขาสูงคดเคี้ยวล้อมรอบพื้นที่ สภาพภูมิอากาศเป็นแบบมรสุมร้อนชื้น 3 ฤดู (Bantakhun, 2023) พะยุงในแปลงทดสอบสายพันธุ์และถิ่นกำเนิดปลูกปี พ.ศ. 2555 ระยะปลูก 2 เมตร x 4 เมตร พื้นที่ที่สอง ได้แก่ แปลงผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้ ที่ศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 9 (สงขลา) อำเภอบางใหญ่ จังหวัดสงขลา ลักษณะภูมิประเทศของอำเภอบางใหญ่ โดยทั่วไปเป็นที่ราบลุ่มกว้างใหญ่ ตั้งอยู่ในเขตอิทธิพลของลมมรสุมเมืองร้อน มีลมมรสุมพัดผ่านประจำปีคือ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคมถึงกลางเดือนมกราคม และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม จากอิทธิพลของลมมรสุมดังกล่าวส่งผลให้มี ฤดูกาลเพียง 2 ฤดู คือ ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนกรกฎาคม และฤดูฝน เริ่มตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงเดือนมกราคม (Songkhla Province, 2023) พะยุงในแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้ ปลูกปี พ.ศ. 2559 ระยะปลูก 4 เมตร x 4 เมตร ทั้งสองแปลงเป็นแปลงที่เริ่มจากการทดลอง การดูแลรักษาดำเนินการเพียงการกำจัดวัชพืชประจำปี ไม่ได้มีการดำเนินการทางวนวัฒนวิธี เช่น การลิดกิ่ง หรือการตัดขยายระยะ แต่อย่างใด

การเก็บข้อมูล

1. ทำการวัดข้อมูล ได้แก่ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (diameter at breast height: DBH) และความสูง (height: H) ของพะยุงทุกต้นในพื้นที่ ทำการคัดเลือกต้นจากขนาด DBH ที่เป็นตัวแทนจากการจัดอัตราภาคขึ้นของค่า DBH จำนวน 10 ต้น จากแปลงทดสอบสายพันธุ์และถิ่นกำเนิดไม้พะยุงเพื่อการปลูกป่าเชิงเศรษฐกิจ จังหวัดสุราษฎร์ธานี และจำนวน 10 ต้น ในแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้ ในจังหวัดสงขลา ทำการตัดต้นไม้ตัวอย่างให้

ชิดติดดินมากที่สุด แยกส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ออกเป็น ใบ กิ่ง ลำต้น ส่วนที่เป็นลำต้น ทำการวัดและหมายท่อนที่ ตำแหน่ง 0.30 เมตร 1.30 เมตร และทุก 1 เมตร ได้แก่ 2.30 เมตร 3.30 เมตร จนถึงปลายยอด ทำการวัดขนาด เส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับต่าง ๆ ที่หมายไว้ เพื่อนำมาใช้ คำนวณหาปริมาตรของลำต้น นำส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ ได้แก่ ใบ กิ่ง ลำต้น มาชั่งน้ำหนักเป็นน้ำหนักสดทั้งหมด และเก็บตัวอย่างส่วนลำต้น ใบ และกิ่ง ประมาณ 500 กรัม นำมาชั่งหาน้ำหนักสดของตัวอย่าง และเก็บใส่ถุงกระดาษ นำมาที่ห้องปฏิบัติการ นำตัวอย่างแต่ละส่วนของแต่ละต้น เข้าอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักของตัวอย่างจะคงที่ และทำการชั่งน้ำหนักแห้งของตัวอย่างเพื่อคำนวณหาค่าความชื้น ของตัวอย่าง

2. คำนวณหาค่าความชื้นของตัวอย่างและการหา น้ำหนักแห้ง จากสมการ (Pitprecha *et.al.*, 1987) เปอร์เซ็นต์ความชื้น

$$= \frac{\text{น้ำหนักสดตัวอย่าง} - \text{น้ำหนักแห้งตัวอย่าง}}{\text{น้ำหนักแห้งตัวอย่าง}} \times 100$$

$$\text{น้ำหนักแห้ง (กิโลกรัม)} = \frac{100 \times \text{น้ำหนักสดทั้งหมด}}{100 + \text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น}}$$

3. สร้างสมการประมาณมวลชีวภาพในรูปแบบ แอลโลเมตริก (allometric equation) ในรูปของสมการ ยกกำลัง (power equation) ของมวลชีวภาพของแต่ละ ส่วนกับขนาดของต้นไม้ (DBH และ H) จากสมการ (Sahunalu, 2009)

$$Y = aX^b$$

โดย Y = มวลชีวภาพของลำต้น กิ่ง ใบ และส่วนเหนือ พื้นดิน (กิโลกรัม)

X = เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร) และความสูง (เมตร)

a และ b เป็นค่าคงที่ของสมการ

ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพส่วนต่าง ๆ ของ ต้นไม้กับขนาดของต้นไม้ (DBH และ H) ในรูปแบบ แอลโลเมตริก (allometric equation) ในรูปของสมการ ยกกำลัง (power equation) ทางวิชาการป่าไม้ สมการ

แอลโลเมตริกแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพของ ส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก ร่วมกับความสูง ($DBH^2 \times H$) และเพื่อให้เกิดความสะดวก ต่อการนำสมการไปใช้ของเกษตรกรหรือประชาชนทั่วไป การศึกษาครั้งนี้ได้สร้างสมการที่ใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง เพียงอกเพียงปัจจัยเดียวด้วย เนื่องจากสะดวกต่อการวัด สามารถวัดได้ด้วยเครื่องมือธรรมดา ไม่ต้องทำการวัดความสูง ซึ่งต้องใช้เครื่องมือเฉพาะ ไม่สะดวกและอาจเกิดความ คลาดเคลื่อนในการวัด

4. คำนวณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินจากสมการที่ได้ แล้วนำไปคำนวณค่าการกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดย Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2006) ได้กำหนดว่าประมาณ ร้อยละ 47 ของมวลชีวภาพของต้นไม้เป็นคาร์บอน และแปลงค่าการกักเก็บคาร์บอนเป็นการดูดซับก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์โดยการนำค่าสัดส่วนระหว่าง คาร์บอนไดออกไซด์ (มวลโมเลกุลเท่ากับ 44) และ คาร์บอน (มวลโมเลกุลเท่ากับ 12) คือ 44/12 หรือ 3.67 คูณ กับคาร์บอน (Environmental Research and Training Center, 2018) จากสมการ

$$C = Y \times 0.47$$

$$CO_2 = C \times 3.67$$

โดย C = การกักเก็บคาร์บอน (กิโลกรัมคาร์บอน)

Y = มวลชีวภาพของลำต้น กิ่ง ใบ และส่วนเหนือพื้นดิน (กิโลกรัม)

CO_2 = การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์)

0.47 คือ ค่าสัดส่วนของคาร์บอนในมวลชีวภาพ ตาม IPCC (2006)

3.67 คือ ค่าคงที่ที่คิดจากน้ำหนักโมเลกุลของก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์

5. คำนวณปริมาตรของต้นไม้ตัวอย่าง โดยใช้ Samalian's formula (León and Uranga-Valencia, 2013) โดยจะแยกส่วนของไม้ท่อนตั้งแต่โคนไปถึงตำแหน่ง สูงสุดที่วัดขนาดเส้นรอบวงได้ ใช้สมการปริมาตรของรูป ทรงกระบอก และส่วนปลายยอดสุด ใช้สมการปริมาตร

ของรูปทรงกรวย และนำมารวมกันเป็นปริมาตรทั้งหมดของลำต้น และนำข้อมูลปริมาตรกับมิติของต้นไม้ ได้แก่ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกรวมกับความสูงของต้นไม้ ($DBH^2 \times H$) มาสร้างสมการความสัมพันธ์ ในรูปของสมการยกกำลัง และเพื่อให้เกิดความสะดวกต่อการนำสมการไปใช้ของเกษตรกรหรือประชาชนทั่วไป การศึกษาครั้งนี้ได้สร้างสมการที่ใช้ค่า DBH เพียงปัจจัยเดียวด้วยเช่นเดียวกัน จากสมการ

$$Y=aX^b$$

โดย Y = ปริมาตรส่วนลำต้นของต้นไม้ (ลูกบาศก์เมตร)

X = เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร) และ ความสูง (เมตร)

a และ b เป็นค่าคงที่ของสมการ

6. วางแปลงตัวอย่างขนาด 40 เมตร x 40 เมตร ทำการนับจำนวนต้นไม้ เพื่อหาค่าอัตราการรอดตาย ใช้ข้อมูล DBH และ H คำนวณมวลชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอน การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และปริมาตรของต้นไม้ จากสมการที่สร้างขึ้นเพื่อให้ได้ค่าต่อหน่วยพื้นที่

ผลและวิจารณ์

การเติบโตของพะยูน

พะยูนอายุ 11 ปี ในแปลงทดสอบสายพันธุ์และถิ่นกำเนิด จังหวัดสุราษฎร์ธานี ต้นไม้ที่เหลืออยู่ในพื้นที่ 1 ไร่ เท่ากับ 179 ต้น หรือคิดเป็นอัตราการรอดตาย ร้อยละ 89.5 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 10.30 ± 3.97 เซนติเมตร และมีความสูงเฉลี่ย 12.08 ± 2.79 เมตร ความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความสูงเท่ากับ 0.94 เซนติเมตรต่อปี และ 1.10 เมตรต่อปี ตามลำดับ ส่วนพะยูนอายุ 6 ปี ในแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้ จังหวัดสงขลา มีอัตราการรอดตาย ร้อยละ 92 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 7.50 ± 1.25 เซนติเมตร และมีความสูงเฉลี่ย 6.32 ± 1.05 เมตร ความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความสูงเท่ากับ 1.25 เซนติเมตรต่อปี และ 1.05 เมตรต่อปี ตามลำดับ

การเติบโตของพะยูนที่มีการศึกษามาก่อน พบว่า พะยูนอายุ 1, 2 และ 4 ปี มีความสูง เท่ากับ 23.34, 48.39 เซนติเมตร และ 440 เซนติเมตร ตามลำดับ (ความเพิ่มพูน

เฉลี่ยรายปี เท่ากับ 0.23 เมตรต่อปี 0.24 เมตรต่อปี และ 1.10 เมตรต่อปี ตามลำดับ) ในขณะที่พะยูนอายุ 5 ปี มีความโต และความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 5.01 เซนติเมตร (1.0 เซนติเมตรต่อปี) และ 4.82 เมตร (0.96 เมตรต่อปี) ตามลำดับ ส่วนพะยูนอายุ 22 ปี มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 23.80 เซนติเมตร และ 18.64 เมตร ตามลำดับ หรือ 1.08 เซนติเมตรต่อปี และ 0.85 เมตรต่อปี (Mungkalarat and Kanchanaburangura, n.d.; Tiyanon and Tiyanon, n.d.; Sonngai *et al.*, 1988) การศึกษาของ Visaratana *et al.* (2016) พบว่าพะยูนที่ปลูกที่สถานีวิจัยพัฒนาวิชัยภูมิ จังหวัดนครราชสีมา ช่วงอายุ 20-30 ปี มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ยระหว่าง 14.41-23.27 เซนติเมตร ส่วนพะยูน 5 ถิ่นกำเนิด ได้แก่ เขาใหญ่ มหาสารคาม มวกเหล็ก ศรีสะเกษ และดงลาน อายุ 30 ปี มีความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเท่ากับ 0.70-0.78 เซนติเมตรต่อปี และ ความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีด้านความสูงเท่ากับ 0.68-0.72 เมตรต่อปี (Pinthong *et al.*, 2017) ในขณะที่ Meunpong (2016) กล่าวว่า พะยูนที่ปลูกในรูปแบบสวนป่ามีการเติบโตทางด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 0.94 เซนติเมตรต่อปี และความสูงเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 0.76 เมตรต่อปี จัดเป็นไม้ที่มีอัตราการเติบโตปานกลาง เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาครั้งนี้พบว่า พะยูนที่ปลูกในจังหวัดสุราษฎร์ธานีและจังหวัดสงขลา มีความเพิ่มพูนรายปีมีแนวโน้มค่าสูงกว่าพะยูนที่ปลูกในที่อื่น ทั้งนี้เนื่องมาจากการปลูกในภาคใต้ซึ่งมีลักษณะภูมิอากาศชื้นหรือมีช่วงฤดูฝนที่ยาวนานกว่าภาคอื่น แต่เนื่องจากภาคใต้ไม่ได้เป็นพื้นที่กระจายพันธุ์ตามธรรมชาติของพะยูน ลักษณะของเนื้อไม้และการเกิดแก่นต้องทำการศึกษาและเก็บข้อมูลต่อไป เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับเป็นทางเลือกให้แก่เกษตรกรในการเลือกปลูกพะยูนในภาคใต้

มวลชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอน และการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

จากการศึกษาได้ Allometric equations แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพของส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้กับค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกรวมกับความสูง ($DBH^2 \times H$) พบว่าสมการที่ได้มีค่าค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (coefficient of multiple determination: R^2)

สูงกว่า 0.90 ทุกสมการ ยกเว้นสมการประมาณมวลชีวภาพของใบของพะยูนที่จังหวัดสุราษฎร์ธานีที่มี R^2 เท่ากับ 0.8311 เนื่องจากในแปลงต้นไม้มีความสูงและเรือนยอดเบียดชิดกันมาก แต่ยังไม่ได้ทำการตัดขยายระยะ ทำให้ต้นที่มีความสูงมากไม่ได้มีปริมาณใบมาก การใช้ค่าความสูงมารวมในสมการจึงทำให้ได้ค่า R^2 ต่ำกว่าสมการอื่น ๆ และจากประสบการณ์ของการเก็บข้อมูลภาคสนามเพื่อการวิจัยพบว่า การวัดความสูงทำได้ยาก ต้องใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ และอาจเกิดความผิดพลาดได้มาก รวมทั้งสมการที่สร้างขึ้นเพื่อต้องการให้เกษตรกรหรือประชาชนทั่วไปสามารถนำไปใช้งานได้สะดวก สามารถวัดข้อมูลได้ด้วยตัวเอง โดยไม่ต้องทำการวัดความสูง ในการศึกษาค้างนี้จึงได้สร้างสมการประมาณมวลชีวภาพโดยใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอย่างเดียวด้วย แม้ว่าสมการจะให้ค่า R^2 น้อยกว่าการใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงออก ร่วมกับความสูง แต่ยังคงอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ (Table 1)

เมื่อใช้ Allometric equation ที่ใช้เฉพาะขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงออกมาประมาณมวลชีวภาพส่วนที่

เป็นลำต้น กิ่ง และใบ พะยูนอายุ 11 ปี ในแปลงทดสอบสายพันธุ์และถิ่นกำเนิด จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีค่าเท่ากับ 44.91, 23.15 และ 2.31 ตันต่อเฮกตาร์ เมื่อรวมส่วนเหนือพื้นดินทั้งหมดเท่ากับ 70.36 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ ส่วนพะยูนอายุ 6 ปี ในแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้ จังหวัดสงขลา มีค่าเท่ากับ 9.40, 4.00 และ 0.99 ตันต่อเฮกตาร์ เมื่อรวมส่วนเหนือพื้นดินทั้งหมดเท่ากับ 14.40 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ มวลชีวภาพส่วนใหญ่อยู่ในส่วนของลำต้น รองลงไปคือส่วนของกิ่งและใบ ตามลำดับ เมื่อนำมาคำนวณหาค่าการกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในแปลงทดสอบสายพันธุ์และถิ่นกำเนิดไม้พะยูน จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีค่าเท่ากับ 33.07 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ และ 121.25 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อเฮกตาร์ ส่วนพะยูนในแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้ จังหวัดสงขลา มีค่าเท่ากับ 6.77 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ และ 24.81 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ (Table 2)

Table 1 Allometric equations for estimating the aboveground biomass of a 10-year-old *Dalbergia cochinchinensis* plantation in Surat Thani province and 6-year-old *D. cochinchinensis* plantation in Songkla province.

Study site	Allometric equation	R^2
10-year-old Surat Thani province	$W_S = 0.0182 \times (DBH^2 \times H)^{1.0462}$	0.9981
	$W_B = 0.0026 \times (DBH^2 \times H)^{1.1746}$	0.9188
	$W_L = 0.0004 \times (DBH^2 \times H)^{1.1417}$	0.8311
	$W_{AG} = 0.0218 \times (DBH^2 \times H)^{1.0643}$	0.9609
	$W_S = 0.0408 \times DBH^{2.8129}$	0.9088
	$W_B = 0.0050 \times DBH^{3.3579}$	0.9811
	$W_L = 0.0006 \times DBH^{3.2879}$	0.9482
	$W_{AG} = 0.0447 \times DBH^{2.9421}$	0.9666
6-year-old Songkla province	$W_S = 0.0433 \times (DBH^2 \times H)^{0.9243}$	0.9784
	$W_B = 0.0088 \times (DBH^2 \times H)^{1.0281}$	0.9649
	$W_L = 0.0104 \times (DBH^2 \times H)^{0.8151}$	0.9717
	$W_{AG} = 0.0737 \times (DBH^2 \times H)^{0.9003}$	0.9822
	$W_S = 0.0751 \times DBH^{2.5333}$	0.9898
	$W_B = 0.0141 \times DBH^{2.8942}$	0.9547
	$W_L = 0.0185 \times DBH^{2.1573}$	0.9342
	$W_{AG} = 0.1147 \times DBH^{2.5649}$	0.9679

Remarks : W_S = Biomass of stem (kg)

W_L = Biomass of leaf (kg)

DBH = Diameter at breast height (cm)

W_B = Biomass of branch (kg)

W_{AG} = Biomass of aboveground (kg)

H = Total height (m)

Table 2 Biomass, carbon storage, and CO₂ absorption of the 10-year-old *Dalbergia cochinchinensis* plantation in Surat Thani province and the 6-year-old *D. cochinchinensis* plantation in Songkha province.

Study site	Tree part	Biomass (ton ha ⁻¹)	Carbon storage (ton C ha ⁻¹)	CO ₂ absorption (ton CO ₂ ha ⁻¹)
10-year-old at Surat Thani province	Stem	44.91	21.11	77.39
	Branch	23.15	10.88	39.89
	Leaf	2.31	1.08	3.97
	Total	70.36	33.07	121.25
6-year-old at Songkha province	Stem	9.40	4.42	16.19
	Branch	4.00	1.88	6.90
	Leaf	0.99	0.47	1.71
	Total	14.40	6.77	24.80

เนื่องจากการศึกษามวลชีวภาพในพะยูน โดยเฉพาะอย่างยิ่งพะยูนที่มีอายุน้อยและยังไม่เกิดแก่น มีน้อยมากเท่าที่ผ่านมามีเพียงการศึกษาในพะยูนอายุมากซึ่งมีแก่นแล้ว เช่น การศึกษาพะยูนอายุ 30 ปี ในแปลงทดลองที่สถานีวนวัฒนวิจัยหมู่สี่ จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งพบว่ามวลชีวภาพส่วนที่เป็นลำต้นของพะยูนจากถิ่นกำเนิดดงลานมีค่าสูงที่สุดคือ 124.63 ตันต่อเฮกตาร์ รองลงมาได้แก่ ถิ่นกำเนิดมวกเหล็ก ศรีสะเกษ เขาใหญ่ และมหาสารคามเท่ากับ 86.67 ตันต่อเฮกตาร์ 82.04 ตันต่อเฮกตาร์ 81.68 ตันต่อเฮกตาร์ และ 40.56 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ (Pinthong *et al.*, 2017) และการศึกษาปริมาณมวลชีวภาพในส่วนเหนือพื้นดินของพะยูนอายุ 26 ปี และ 28 ปี ในแปลงปลูก ณ สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษ จังหวัดนครราชสีมา ที่พบว่าพะยูนอายุ 26 ปี และพะยูน 28 ปี มีปริมาณมวลชีวภาพส่วนเหนือพื้นดินเท่ากับ 134.41 ตันต่อเฮกตาร์ และ 114.60 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ และทั้ง 2 ช่วงอายุจะมีปริมาณมวลชีวภาพในส่วนของลำต้นมากที่สุด รองลงมาคือส่วนของกิ่งและใบตามลำดับ ส่วนศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนพะยูนอายุ 26 ปี และอายุ 28 ปี เท่ากับ 131.42 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ และ 108.24 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ โดยส่วนที่มีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนมากที่สุดคือส่วนของลำต้น รองลงมาคือส่วนของกิ่งและใบ (Suwannarat *et al.*, 2015) อย่างไรก็ตามทุกการศึกษาพบว่ามวลชีวภาพส่วนที่เป็นลำต้นมีค่าสูง

มากกว่าส่วนที่เป็นกิ่งและใบเช่นเดียวกันกับผลของการศึกษาในครั้งนี้

ปริมาตรลำต้นของพะยูน

จากการเก็บข้อมูลขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงต่าง ๆ สามารถนำมาหาปริมาตรส่วนลำต้นทั้งปริมาตรเหนือเปลือก (ปริมาตรรวมเปลือก) และปริมาตรใต้เปลือกของพะยูน โดยสมการความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกกับปริมาตรเหนือเปลือกและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกกับปริมาตรใต้เปลือกของพะยูนอายุ 11 ปี ในทดสอบสายพันธุ์และถิ่นกำเนิด จังหวัดสุราษฎร์ธานี และพะยูนอายุ 6 ปี ในแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้ จังหวัดสงขลา มีค่า R² สูงกว่า 0.90 ทุกสมการ สมการที่ใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเป็นปัจจัยเดียว มีค่า R² สูงเช่นเดียวกัน เกษตรกรหรือประชาชนทั่วไปสามารถนำไปใช้ในการประมาณผลผลิตในรูปของปริมาตรลำต้นของพะยูนในสวนป่าของตัวเองได้สะดวก (Table 3) และเมื่อนำสมการที่ได้ประมาณปริมาตรของพะยูนในพื้นที่ศึกษาพบว่า พะยูนอายุ 11 ปี ในทดสอบสายพันธุ์และถิ่นกำเนิด จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีปริมาตรเหนือเปลือกและปริมาตรใต้เปลือกเท่ากับ 56.23 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกตาร์ และ 45.61 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ และพะยูนอายุ 6 ปี ในแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้ จังหวัดสงขลา มีปริมาตรเหนือเปลือกและปริมาตรใต้เปลือกเท่ากับ 16.82 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกตาร์

และ 9.83 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ จากการศึกษาเพื่อสร้างตารางปริมาตรไม้ท้องถิ่นที่ทำเป็นสินค้าได้ของไม้พะยูนในสวนป่าท่ากุ่มโนโบรุ อุเมตะ จังหวัดตราดพบว่าปริมาตรของไม้พะยูนขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความสูงที่ทำเป็นสินค้าได้ร้อยละ

94.2 และร้อยละ 5.8 เป็นอิทธิพลของปัจจัยอื่น ๆ เช่น แหล่งไม้ (site) ระยะปลูก (spacing) (Wongnam and Prasomsin, 2020) เนื่องจากการศึกษาเพื่อสร้างสมการประมาณปริมาตรไม้ซึ่งต้องการตัดไม้ซึ่งไม่มีไม้ค่า ทำให้การศึกษาเรื่องปริมาตรของไม้พะยูนยังมีจำกัด

Table 3 Allometric equations for estimating the stem volume of the 10-year-old *Dalbergia cochinchinensis* plantation in Surat Thani province and 6-year-old *D. cochinchinensis* plantation in Songkla province.

Plantation	Allometric equation	R ²
10-year-old at Surat Thani province	$V_{\text{over bark}} = 0.00009 \times (\text{DBH}^2 \times H)^{0.8991}$	0.9861
	$V_{\text{under bark}} = 0.00008 \times (\text{DBH}^2 \times H)^{0.8707}$	0.9694
	$V_{\text{over bark}} = 0.0001 \times \text{DBH}^{2.5545}$	0.9822
	$V_{\text{under bark}} = 0.0001 \times \text{DBH}^{2.4735}$	0.9742
6-year-old at Songkla province	$V_{\text{over bark}} = 0.00010 \times (\text{DBH}^2 \times H)^{0.8229}$	0.9723
	$V_{\text{under bark}} = 0.00009 \times (\text{DBH}^2 \times H)^{0.8520}$	0.9731
	$V_{\text{over bark}} = 0.0002 \times \text{DBH}^{2.3569}$	0.9866
	$V_{\text{under bark}} = 0.0001 \times \text{DBH}^{2.4264}$	0.9887

Remarks: $V_{\text{over bark}}$ = over-bark stem volume (m³) $V_{\text{under bark}}$ = under-bark stem volume (m³)
 DBH = Diameter at breast height (cm) H = Total height (m)

สรุปผลการศึกษา

พะยูนอายุ 11 ปี ในทดสอบสายพันธุ์และถิ่นกำเนิด จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 10.30±3.97 เซนติเมตร และความสูงเฉลี่ย 12.08±2.79 เมตร ความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความสูงเท่ากับ 0.94±0.36 เซนติเมตรต่อปี และ 1.10±0.25 เมตรต่อปี ตามลำดับ มีการกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 33.07 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ และ 121.25 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ มีปริมาตรเนื้อเปลือกและปริมาตรได้เปลือกเท่ากับ 56.23 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกตาร์และ 45.61 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ

พะยูนอายุ 6 ปี ในแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้ จังหวัดสงขลา มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 7.50±3.09 เซนติเมตร และความสูงเฉลี่ย 6.32±2.02 เมตร ความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความสูงเท่ากับ 1.25±0.51 เซนติเมตรต่อปี และ 1.07±0.32 เมตรต่อปี ตามลำดับ มีการกักเก็บคาร์บอน

และการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 6.77 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์และ 24.81 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ ในทดสอบสายพันธุ์และถิ่นกำเนิดมีปริมาตรเนื้อเปลือกและปริมาตรได้เปลือกเท่ากับ 16.82 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกตาร์และ 9.83 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ

สมการประมาณมวลชีวภาพที่ได้จากการศึกษาสามารถนำไปใช้ประมาณมวลชีวภาพเพื่อการคำนวณการกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์รวมทั้งสมการสำหรับการประมาณปริมาตรของพะยูนสามารถนำไปใช้ประมาณปริมาตรของพะยูนในสวนป่าที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ ซึ่งสมการที่ใช้เพียงค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเป็นตัวแปรเพียงค่าเดียวเป็นทางเลือกสำหรับการนำไปใช้ เนื่องจากการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกทำได้ง่าย โดยเครื่องมือที่ทำได้ทั่วไป ในขณะที่การวัดความสูงต้องใช้เครื่องมือเฉพาะ และยากต่อการวัดให้ได้ค่าที่ถูกต้องแม่นยำ หากค่าที่ได้มีความถูกต้องน้อย การนำมาใช้ในสมการอาจทำให้ได้ผลผลิตที่

ตลาดเคลื่อนได้ อย่างไรก็ตามเกษตรกรสามารถเลือกนำไปใช้ประโยชน์ในการประมาณผลผลิตในการซื้อขายเนื้อไม้ และใช้เป็นข้อมูลประกอบในการซื้อขายคาร์บอนเครดิตต่อไปในอนาคตได้

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นไม้พะยูนที่ปลูกในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานีและจังหวัดสงขลาเพียง 2 พื้นที่ และ 2 ชั้นอายุ ไม่อาจกล่าวได้ว่าสมการนี้จะนำไปใช้ได้ในทุกสวนป่า ทุกขนาดหรือทุกช่วงชั้นอายุ เพียงแต่เป็นสมการที่เป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับนำไปใช้ในการประเมินพะยูนที่ปลูกในภาคใต้ได้ ควรมีการเก็บข้อมูลเพิ่มขึ้นให้ครอบคลุมลักษณะพื้นที่และชั้นอายุมากยิ่งขึ้นจนมีข้อมูลเพียงพอจะสามารถนำมาวิเคราะห์ร่วมกันเพื่อหาสมการที่สามารถใช้ได้ในส่วนป่าพะยูนได้หลายหลายมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้เนื่องจากราคาและการซื้อขายพะยูนในปัจจุบันจะใช้ปริมาตรของแก่นเป็นหลัก แต่จากการศึกษาครั้งนี้จากการสังเกตไม้เมื่อตัดออกเป็นท่อนสังเกตพบมีการเกิดแก่นในส่วนที่ชิดดินและสูงไม่ถึง 10 เซนติเมตรจากพื้นดินและมีปริมาณน้อยมาก จึงควรมีศึกษาเพื่อติดตามการเติบโตและการเกิดแก่น รวมถึงคุณสมบัติของเนื้อไม้ของพะยูน เมื่อมีอายุมากขึ้นหรือมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากขึ้น เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการส่งเสริมการปลูกพะยูนในภาคใต้ ซึ่งมีสภาพแวดล้อมแตกต่างจากถิ่นกำเนิดตามธรรมชาติของพะยูนต่อไป

คำนิยาม

งานวิจัยฉบับนี้เป็นโครงการวิจัยหนึ่งของกรมป่าไม้ และได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (วช.) คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้บริหารทุกระดับของกรมป่าไม้ และเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ให้การสนับสนุนในการเก็บข้อมูลในครั้งนี้

REFERENCES

Bantakhun. 2023. **General Condition and Basic Information.** <https://www.bantakhun.go.th/files/general.pdf>. 7 February 2023. (in Thai)

Environmental Research and Training Center. 2018. **Development the Calculating Carbon**

Stock Carbon Exchange Process. Final Report, Environmental Research and Training Center, Department of Environmental Quality Promotion. Bangkok, Thailand. (in Thai)

IPCC. 2006. **2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use.** The Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Hayama, Japan.

León, G.C., Uranga-Valencia, L.P. 2013. Theoretical evaluation of Huber and Smalian methods applied to tree stem classical geometries. **Bosque**, 34(3): 311-317.

Liengsiri, C., Tiyanon, P., Surbkar, A., Kittibunpacha, S. 1993. Prayoong. In: **Document for Forest Tree Planting.** Royal Forest Department, Bangkok, Thailand, pp. 143-150. (in Thai)

Meunpong, P. 2016. *Dalbergia cochinchinensis*: from the cattle corral fence to the forbidden city. In: **The 8th Decade, Forestry, Science of Life.** Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok, Thailand, pp. 143-150. (in Thai)

Mungkalarat, C., Kanchanaburangura, C. n.d. **Seedling Seed Orchard Establishment of *Dalbergia cochinchinensis* by the Progeny Trial.** Royal Forest Department, Bangkok. (in Thai)

Nualngam, S., Wachrinrat, C. 2000. Role of reforestation on carbon sink at Re-afforestation Research and Training Station, Changwat Nakhon Ratchasima. **Thai Journal of Forestry**, 19-21(1): 96-103. (in Thai)

Pinthong, A., Visaratana, T., Hutasangchai, C., Meunpong, P., Diloksumpun, S. 2017.

- Estimation of heartwood and carbon storage of *Dalbergia cochinchinensis* Pierre at Mu Si Silvicultural Research Station, Nakhon Ratchasima province. **Thai Journal of Forestry**, 36(2): 46-54. (in Thai)
- Pitpreecha, K., Visaratana, T., Kiratiprayoon, S., Viriyabuncha, C. 1987. **Evaluation the Biomass and Stem Volume of *Eucalyptus camaldulensis***. Technical document 18. Royal Forest Department. Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Sahunalu, P. 2009. Evaluation the biomass of plant and forest. **Journal of Forest Management**, 3(5): 63-88. (in Thai)
- Songkhla Province. 2023. **Terrain and Climate**. <https://www.songkhla.go.th/content/geography>, 7 February 2023. (in Thai)
- Songngai, A., Boontavee, B., Wutthiwichan, T. 1988. Demonstration Forest Plantation. In: **Proceedings of the 4th of Silvicultural Seminar**. Chonburi, Thailand, pp. 225-240. (in Thai)
- Suwannarat, G., Tumthong, M., Sathitpoom, P., Phochathihansa, O. 2015. **Biomass and Carbon Storage in Aboveground of Siamese rosewood (*Dalbergia cochinchinensis* Pierre) Base on Allometric Principle**. Final report, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Thongfak, C., Diloksumpun, S., Wachrinrat, C., Chumsangri, T. 2013. Biomass and carbon storage in biomass of teak planted at Thong Pha Phum plantation, Kanchanaburi province. In: **Proceedings of the 9th of Silvicultural Seminar: Silvicultural Forest restoration according to His Majesty's initiative**. Bangkok, Thailand, pp. 221-231. (in Thai)
- Tiyanon, P., Tiyanon, S. n.d. **The Study of *Dalbergia cochinchinensis* Planted by Bag-seedling, Bare-rooted Seedling and Sprout at Phitsanulok Tree Plant Research Station**. Royal Forest Department, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Visaratana, T., Pinthong, A., Hutasangchai, C. 2016. Heartwood estimation of *Dalbergia cochinchinensis* Pierre in the Royal Forest Department plantation. In: **Proceedings of the 10th of Silvicultural Seminar: Plantation towards Thailand's Eco-Economy**. Bangkok, Thailand, pp. 33-50. (in Thai)
- Wongnam, P., Prasomsin, P. 2020. Local Merchantable Volume Table of *Dalbergia cochinchinensis* Pierre: A Case Study at the Tha Kum Noboru Umeda Plantation, Trat Province. **Thai Journal of Forestry**, 39(2): 164-175. (in Thai)

นิพนธ์ต้นฉบับ

การประเมินถิ่นที่อาศัยที่เหมาะสมของกวางผา (*Naemorhedus griseus*)
ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ด้วยแบบจำลองแมกซ์เซน

Assessment of Habitat Suitability of Burmese Goral (*Naemorhedus griseus*)
in Chiang Dao Wildlife Sanctuary, Chiang Mai Province,
using the Maximum Entropy Model

บุญยัง ศรีจันทร์¹Boonyang Srijan¹ปิยะพิศ ขอนแก่น¹Piyapit Khonkaen¹มณฑล นอแสงศรี²Monthon Norsaengsri²ต่อลาภ คำโย^{3*}Torlarp Kamyo^{3*}¹สาขาวิชาการจัดการป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่¹Department Forest Management, Maejo University Phrae Campus, Thailand²สาขาวิชาชีววิทยาประยุกต์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่²Department of Applied Biology, Maejo University Phrae Campus, Thailand³สาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่³Department of Agroforestry, Maejo University Phrae Campus, Thailand

*Corresponding author: E-mail: torlarp66@gmail.com

รับต้นฉบับ 19 มีนาคม 2566

รับแก้ไข 1 มิถุนายน 2566

รับลงพิมพ์ 8 มิถุนายน 2566

ABSTRACT

This study aims to assess the habitat suitability of Burmese Goral (*Naemorhedus griseus*) in the Chiang Dao Wildlife Sanctuary. Bioclimatic and environmental factors were collected through a series of Spatial Monitoring and Reporting Tool Patrols (SMART Patrols) from 244 coordinate locations where the presence of Burmese Goral was observed. Out of these, the most suitable bioclimatic and environmental factors were then determined using the Maxent model.

The resultant habitat suitability model of Burmese Goral (*Naemorhedus griseus*) in Chiang Dao Wildlife Sanctuary had a very high prediction performance with an area under the curve (AUC) of 0.857. The key factors affecting the habitat selection of Burmese Goral were elevation, precipitation, temperature, and slope. The area can be classified into four classes based on habitat suitability as lowest, low, moderate, and high, with a proportion of 67.23%, 20.07%, 5.39% and 7.32%, respectively. The most suitable habitats were located in Chiang Dao sub-district, Mae Na sub-district, Muang Ngai sub-district, and Muang Kong sub-district, which cover the area of Doi Luang Chiang Dao and Doi Nang. The results of this study indicate the key areas that can be the focus of conservation and protection measures to minimize disturbance of human activities to the survival of Burmese Goral and to safeguard the key genetic resource of this species.

Keywords: Burmese Goral; Chiang Dao Wildlife Sanctuary; Habitat Suitability; Maximum entropy modeling

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินถิ่นที่อาศัยที่เหมาะสมของกวางผา (*Naemorhedus griseus*) ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเชียงดาว โดยใช้ปัจจัยสิ่งแวดล้อมประกอบด้วยปัจจัยด้านชีวภูมิอากาศและปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ ที่มีผลต่อการเลือกถิ่นที่อาศัยของกวางผา โดยนำค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ที่สำรวจพบร่องรอยของกวางผาขณะเดินลาดตระเวนเชิงคุณภาพ (SMART Patrol) ในพื้นที่ จำนวน 244 พิกัด มาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบจำลองแมกซ์เซน

จากการศึกษานี้ พบว่าความสามารถในการทำนายมีค่าที่ดีมาก คือ ค่าพื้นที่ใต้กราฟ (area under the curve: AUC) เท่ากับ 0.857 โดยปัจจัยแวดล้อมที่มีความสำคัญในการกำหนดการเลือกถิ่นที่อาศัยของกวางผาในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเชียงดาว คือ ความสูงจากระดับน้ำทะเล ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และความลาดชันของพื้นที่ ตามลำดับ พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับเป็นที่อยู่อาศัยของกวางผา แบ่งออกได้ 4 ระดับ โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้ มีความเหมาะสมน้อยที่สุด มีความเหมาะสมต่ำ มีความเหมาะสมสูง และมีความเหมาะสมปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 67.23 , 20.07 , 7.32 และ 5.39 ของพื้นที่ทั้งหมด เมื่อแบ่งพื้นที่ตามขอบเขตการปกครอง ตำบลที่มีความเหมาะสมสำหรับเป็นที่อยู่อาศัยของกวางผา ได้แก่ ตำบลเชียงดาว ตำบลแม่นะ ตำบลเมืองงาย และตำบลเมืองคอง พื้นที่ดังกล่าวจึงต้องอนุรักษ์ ปกป้อง ค้ำครอง โดยให้มีกิจกรรมของมนุษย์น้อยที่สุด เพื่อลดผลกระทบต่อการดำรงชีพของกวางผาในพื้นที่ และยังสามารถใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมในธรรมชาติที่สำคัญแห่งหนึ่งของประเทศไทยที่จะเพาะพันธุ์และกระจายพันธุ์ออกไปในพื้นที่ป่าอนุรักษ์แห่งอื่นที่มีความเหมาะสมที่อยู่ใกล้เคียง ต่อไป

คำสำคัญ: กวางผา เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเชียงดาว ถิ่นที่อาศัยที่เหมาะสม แบบจำลองแมกซ์เซน

คำนำ

กรมป่าไม้ ได้ประกาศพื้นที่ป่าในท้องที่ตำบลเชียงดาว ตำบลเมืองงาย ตำบลเมืองคอง ตำบลแม่นะ อำเภอเชียงดาว และตำบลเมืองแหง อำเภอเวียงแหง จังหวัดเชียงใหม่ ให้เป็นเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเชียงดาว เมื่อวันที่ 24 สิงหาคม 2521 มีเนื้อที่ประมาณ 521 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 325,625 ไร่ (Division of land and forest resources, 1999) เป็นพื้นที่อนุรักษ์ที่มีความสำคัญทางระบบนิเวศ เนื่องจากเป็นแหล่งรวมความหลากหลายทางชีวภาพทั้งพืชและสัตว์ สภาพของภูมิประเทศเป็นเทือกเขา หินปูนทั้งลูก มียอดดอยเชียงดาวเป็นยอดเขาที่สูงที่สุด และเป็นภูเขาหินปูนที่สูงที่สุดของประเทศ มีความสูง 2,225 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าสงวน 2 ใน 19 ชนิด ของประเทศไทย คือ กวางผา (*Naemorhedus griseus*) และ เลียงผา (*Capricornis sumatraensis*) อีกทั้งยังเป็นพื้นที่พิเศษที่มีสังคมพืชกึ่งอัลไพน์ (subalpine) อีกด้วย ต่อมาคณะรัฐมนตรีได้มีมติเห็นชอบในการเสนอพื้นที่ดอยหลวงเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ เป็น “พื้นที่สงวนชีวมณฑล (biosphere

reserve)” ต่อองค์การเพื่อการศึกษา วิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ หรือ ยูเนสโก (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization: UNESCO) เมื่อวันที่ 23 มิถุนายน พ.ศ. 2563 และยูเนสโก ได้ประกาศจัดตั้งให้เป็นพื้นที่สงวนชีวมณฑล เมื่อวันที่ 15 กันยายน พ.ศ. 2564 ดอยเชียงดาว ได้ประกาศเป็นพื้นที่สงวนชีวมณฑลแห่งที่ 5 ของประเทศไทย (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), 2021)

กวางผา จัดเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดกลาง ในวงศ์วัวป่า (Bovidae) คือ เป็นสัตว์ที่มีเขา 2 เขาทั้งสองเพศ ไม่สามารถผลิตเขาได้ โดยลักษณะของเขามีสลักษณะเป็นกรวยแหลมตรงกลางกรวยจะกลวง เขาจะโค้ง ไปทางด้านหลัง แต่ไม่แตกกิ่งเหมือนกับกลุ่มของกวาง ตรงบริเวณโคนเขามีรอยหยักเกิดขึ้นตามอายุของกวางผา กวางผาเป็นสัตว์กึ่งคาวมีลักษณะใกล้เคียงกับเลียงผาทั้งรูปร่างและอุปนิสัย ในการหากิน (Lekagul and McNeely, 1977) กวางผาเป็นสัตว์ป่าสงวนลำดับที่ 2 ตามบัญชีสัตว์ป่าสงวนแนบท้ายพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2562

ห้ามล่า ครอบครอง ซื้อมาขาย ส่งออก นำเข้า หรือฆ่าโดยเด็ดขาด (Wildlife Conservation Office, 2020) กวางผาเป็นสัตว์ในบัญชีหมายเลข 1 ของอนุสัญญาว่าด้วยการค้าระหว่างประเทศซึ่งชนิดสัตว์ป่าและพืชป่าที่ใกล้จะสูญพันธุ์ (The Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora: CITES) ห้ามค้าโดยเด็ดขาด (IUCN, 2008) องค์การระหว่างประเทศเพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติ (International Union for Conservation of Nature: IUCN) ประเมินให้อยู่ในสถานภาพ มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ (Vulnerable: VU) ตามบัญชีรายชื่อของสัตว์ป่าที่ถูกคุกคามจนเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ (The IUCN Red List of Threatened Species) ซึ่งสถานะดังกล่าวหมายถึงมีความเสี่ยงสูงที่จะสูญพันธุ์ไปจากธรรมชาติในภายภาคหน้า (IUCN, 2008) สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้ประเมินสถานภาพของกวางผาให้อยู่ในสถานภาพใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง (critically endangered: CR) (Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning, 2005) จากข้อมูลของกลุ่มงานวิจัยสัตว์ป่าของสำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า ในปี พ.ศ. 2561 เรื่องของการสำรวจประชากรและการกระจายของกวางผาในปัจจุบัน พบว่า กวางผามีการกระจายในพื้นที่ป่าอนุรักษ์จำนวน 11 พื้นที่ สำรวจพบกวางผา จำนวน 292 ตัว โดยพื้นที่ที่พบกวางผามากที่สุด คือ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเชียงดาว ซึ่งมีจำนวนถึง 100 ตัว (Safoowong, 2018) ดังนั้น เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการอนุรักษ์กวางผาในอนาคต

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินถิ่นที่อาศัยที่เหมาะสมของกวางผา ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเชียงดาว โดยใช้ปัจจัยสิ่งแวดล้อมประกอบด้วยปัจจัยด้านชีวภูมิอากาศและปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพที่มีผลต่อการเลือกถิ่นที่อาศัยของกวางผา หลังจากนั้นนำพื้นที่ที่เหมาะสมในการอยู่อาศัยของกวางผามาแบ่งตามพื้นที่ขอบเขตการปกครองเพื่อใช้ในการบริหารจัดการพื้นที่ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์การศึกษา

การศึกษานี้ใช้อุปกรณ์ที่สำคัญประกอบไปด้วยแผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร เครื่องหาตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์ (GPS) โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (ArcGIS) และโปรแกรม Maxent

พื้นที่ศึกษา

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเชียงดาว มีความหลากหลายทางชีวภาพ ทั้งด้านป่าไม้และสัตว์ป่า โดยป่าดอยเชียงดาวแต่เดิมเป็นป่าเขาที่มีภูมิประเทศเป็นเขาสูงชันประกอบด้วยเทือกเขาสูงสลับซับซ้อนอุดมไปด้วยป่าดิบเขา ป่าสนเขา ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง และป่าเบญจตลับสูงในท้องที่ตำบลเชียงดาว ตำบลแม่นะ ตำบลเมืองงาย ตำบลเมืองคอง อำเภอเชียงดาว และท้องที่ตำบลเมืองแหง อำเภอเวียงแหง จังหวัดเชียงใหม่ เป็นเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโดยเรียกว่าเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีพื้นที่ทั้งหมด 325,625 ไร่ (Figure 1)

ภูมิประเทศของป่าเชียงดาว ประกอบด้วยป่าเทือกเขาสูงสลับซับซ้อน ยอดเขาที่สูงที่สุด คือ ยอดดอยหลวงเชียงดาว ความสูง 2,225 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง บนยอดดอยหลวงเชียงดาวมักจะมีเมฆหมอกปกคลุมอยู่ตลอดเวลา โดยสภาพทั่วไปเป็นภูเขาเป็นภูเขาหินปูนจึงประกอบไปด้วยหุบเขา และ โพร่งถ้ำ มีถ้ำใหญ่ที่สวยงาม คือถ้ำเชียงดาวมีเทือกเขาที่สำคัญ ได้แก่ ดอยนางดอยนางแตะ ดอยผาแดง ดอยโป่ง ดอยแม่สันกลาง ดอยกิ่วลม ดอยปี ดอยสันคมพัว เป็นต้น สภาพป่าบนยอดเขาจะเป็นป่าดงดิบ และป่าเบญจพรรณอันเป็นป่าต้นน้ำลำธารและลำห้วยที่สำคัญหลายสายอาทิ ลำห้วยแม่ยาย ห้วยแม่ซ้อน ห้วยแม่กืด ห้วยแม่ก๊ะ ห้วยแม่นะ ซึ่งมีน้ำไหลหล่อเลี้ยงตลอดทั้งปีโดยไหลลงสู่แม่น้ำปิงทางทิศตะวันออกและมีห้วยแม่เหือง ห้วยฮ่อม ห้วยหญ้าไทร ห้วยบ้านช้าง ห้วยชี้เหล็ก ห้วยแม่หมื่น ลำน้ำแดง ลำน้ำคอง ห้วยแม่เมิน และห้วยแม่กอน้อย ที่ไหลลงสู่ลำน้ำแดงซึ่งเป็นแควใหญ่ที่สุดที่ไหลลงสู่ลำน้ำปิงด้านทิศตะวันตก (Figure 1)

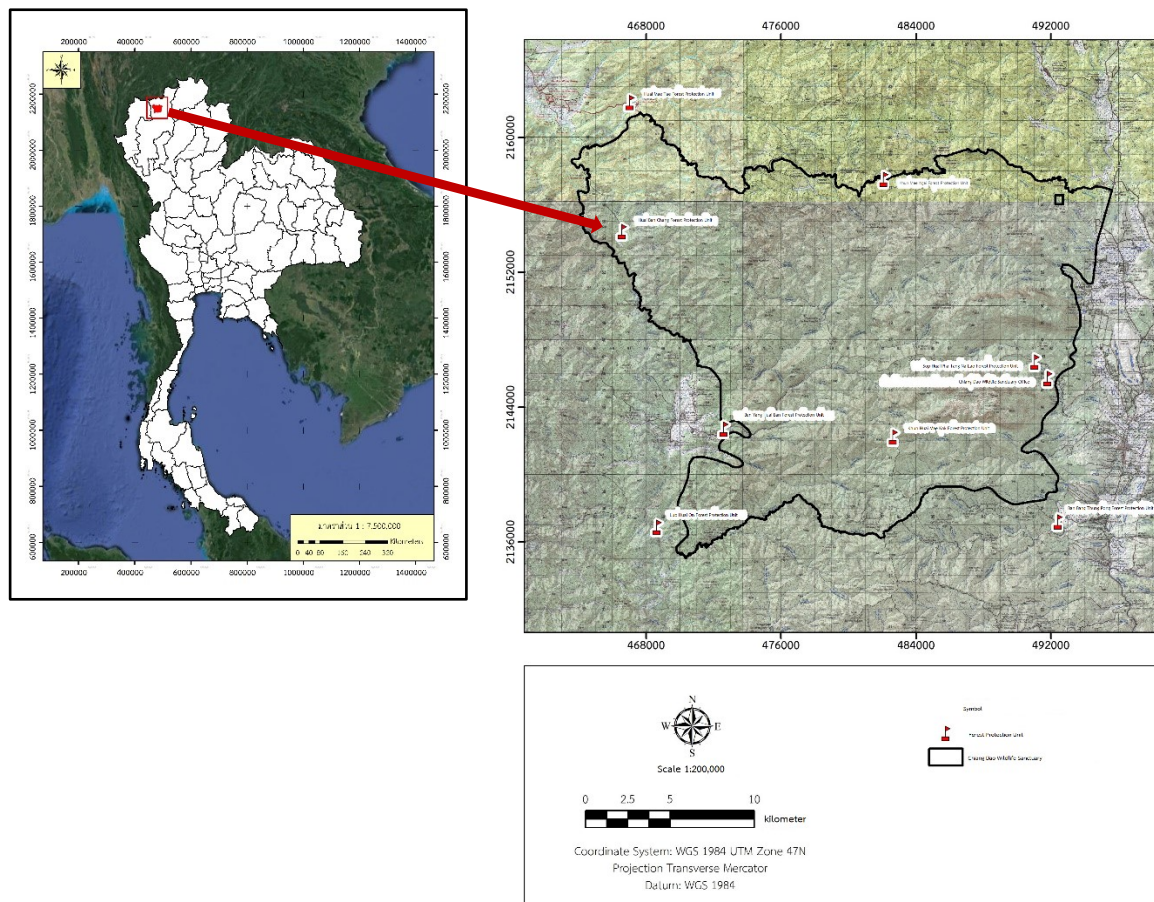


Figure 1 Map showing the extent of the study area in the Chiang Dao Wildlife Sanctuary, Chiang Mai province.

วิธีการเก็บข้อมูล

1. นำข้อมูลจากการสำรวจร่องรอยของสัตว์ป่าที่ได้จากการเดินลาดตระเวนเชิงคุณภาพ (Spatial Monitoring and Reporting Tool Patrols: SMART Patrol) ในพื้นที่ โดยทำการเก็บข้อมูล จำนวน 3 ปี คือ ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึง เดือนกันยายน พ.ศ. 2564 โดยการเดินตาม ด่านสัตว์ ถนน เส้นทางลาดตระเวนของเจ้าหน้าที่และ เส้นทางศึกษาธรรมชาติในพื้นที่ โดยทำการเดินสำรวจให้ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา และจุดที่เดินสำรวจควรที่ต้องกระจายอยู่ทั่วทั้งพื้นที่ (Figure 2) ขณะเดินลาดตระเวนเชิงคุณภาพ ต้องทำการบันทึกร่องรอยของกวางผาที่พบ เช่น เห็นตัวโดยตรง รอยตีน กองมูล ร่องรอยหากิน เสียงร้อง เป็นต้น (Wildlife Conservation Society, 2015) แล้วบันทึกข้อมูลโดยอ้างอิงกับระบบพิกัดภูมิศาสตร์ด้วยเครื่องบอกพิกัดภูมิศาสตร์ ซึ่งร่องรอยที่สำรวจพบต่อครั้ง จะบันทึกเป็นหนึ่งเหตุการณ์ที่พบ ถึงแม้ว่ามีร่องรอยบริเวณ

นั้นมีมากเท่าใดก็ตาม นอกจากนั้นยังบันทึกสภาพแวดล้อมทางนิเวศวิทยา เช่น ชนิดป่าที่เป็นแหล่งอาหาร ความสูงจากระดับน้ำทะเล วันเวลาที่บันทึกข้อมูล เป็นต้น (Deeprasai, 2006)

2. นำข้อมูลที่ได้จากการลาดตระเวน SMART ที่เก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ผลการลาดตระเวนของพื้นที่ ป่าอนุรักษ์ หลังจากนั้นทำการสืบค้นข้อมูลการพบเห็นร่องรอยของกวางผาทุกร่องรอยที่พบขณะลาดตระเวนในพื้นที่ในโปรแกรม SMART นำข้อมูลพิกัดทางภูมิศาสตร์ที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลกวางผาในโปรแกรม SMART ที่เป็นข้อมูลดิบ จำนวน 244 พิกัด (Figure 2) แล้วส่งออกข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบไฟล์นามสกุล “CSV” สำหรับใช้เป็นไฟล์นำเข้าโปรแกรม MaxEnt Version 3.4.1 เพื่อสร้างแบบจำลองร่วมกับข้อมูลปัจจัยแวดล้อมอื่น ๆ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ทิศด้านลาดและความลาดชันต่อไป

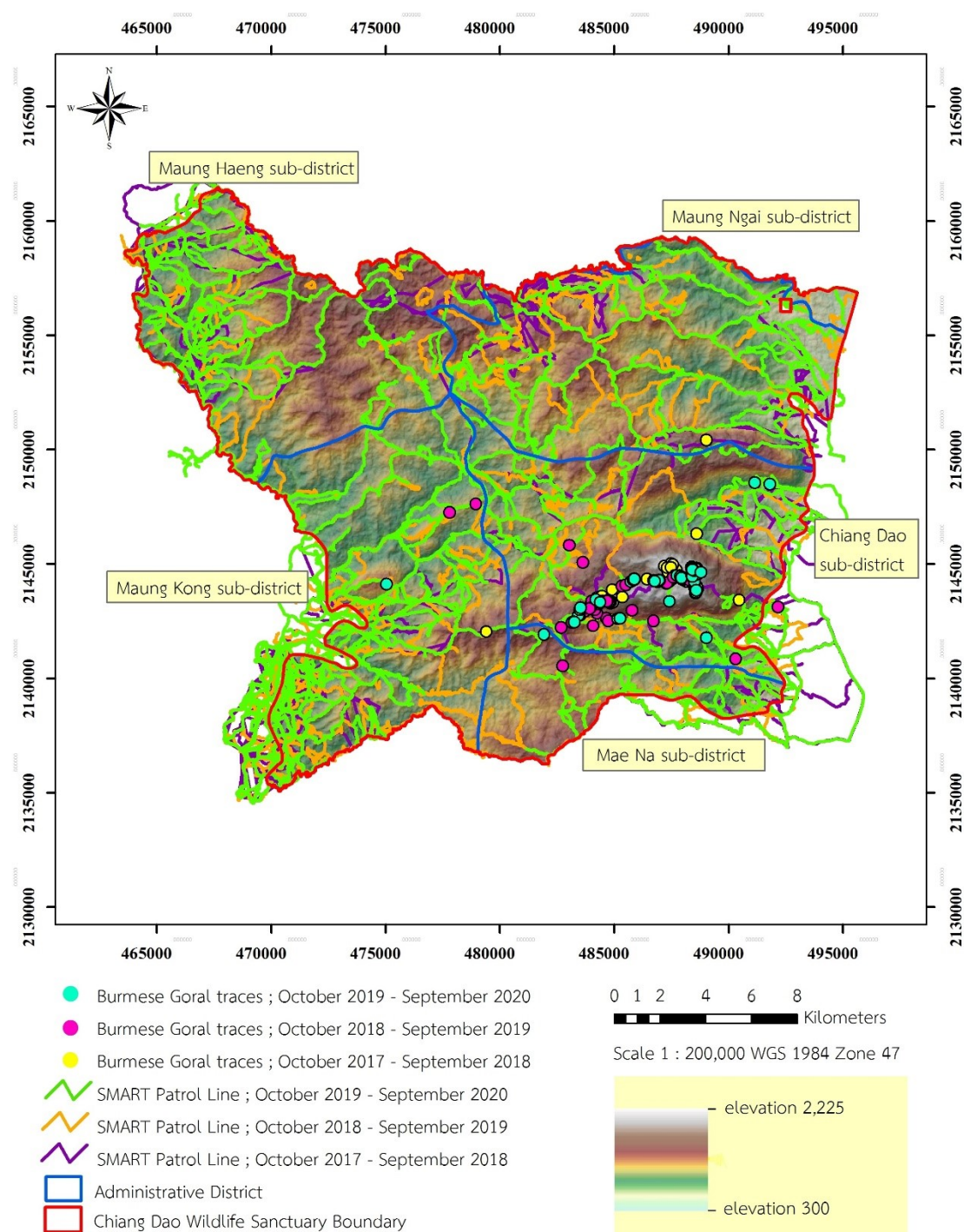


Figure 2 Map showing the SMART Patrol boundaries and the distribution of Burmese Goral in Chiang Dao Wildlife Sanctuary, Chiang Mai province (the surveillance was done during the period of October 2017 – September 2020).

การสร้างและวิเคราะห์แบบจำลอง

ส่งออกข้อมูลความสูงจากโปรแกรม SMART ในรูปแบบไฟล์นามสกุล “CSV” สำหรับใช้เป็นไฟล์นำเข้าสำหรับโปรแกรม MaxEnt Version 3.4.1 เพื่อสร้างแบบจำลอง ร่วมกับข้อมูลปัจจัยแวดล้อม โดยข้อมูลสำหรับพารามิเตอร์ทางชีวภูมิอากาศ จำนวน 19 รายการจากข้อมูล Worldclim (<http://www.worldclim.org>) ตัวแปรทางชีวภาพเหล่านี้ แสดงถึงแนวโน้มและฤดูกาลประจำปีในปัจจัยต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน ตลอดจนปัจจัยที่จำกัดแสดงช่วงสูงที่สุดหรือต่ำที่สุด (Table 1) ข้อมูลชีวภูมิอากาศสามารถใช้ได้อย่างอิสระและมีความละเอียด 30 อาร์ควินาที ข้อมูลดังกล่าวสามารถใช้ในการสร้างแบบจำลองได้ (Hijmans *et al.*, 2005; Berhanu *et al.*, 2022) ก่อนสร้างแบบจำลองมีการตรวจสอบความสัมพันธ์ด้วยการทำ Correlation (Dormann *et al.*, 2007) โดยใช้โปรแกรม R Version 3.4.1 ตัวแปรที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $r^2 > 0.90$ ถูกเลือกเป็นปัจจัยชีวภูมิอากาศ จำนวน 12 รายการ (Table 2) พารามิเตอร์ทางนิเวศวิทยาที่สำคัญอีกอย่างคือ ลักษณะเชิงพื้นที่ที่เป็นปัจจัยแวดล้อมจำกัด เช่น ทิศด้านลาด ความลาดชัน และระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล (Planisong *et al.*, 2019) ถูกเลือกเป็นตัวแปรนำเข้าสำหรับแบบจำลอง จำนวน 3 รายการ เป็นข้อมูลรูปแบบ Digital elevation model (DEM) จากข้อมูล Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) (<http://www.srtm.usgs.gov/index.php>) โดยข้อมูลปัจจัยชีวภูมิอากาศและลักษณะเชิงพื้นที่ถูกสร้างอยู่ในรูปแบบ “GRID” ข้อมูลเชิงพื้นที่ (raster data) มีขนาดกริด เท่ากับ 1 กิโลเมตร $\times$ 1 กิโลเมตร จากนั้นจะถูกแปลงเป็นรูปแบบ “ASCII” โดยใช้

โปรแกรม ARCGIS ESRI Version 10.6 (Scheldeman and Zonneveld, 2010) เพื่อสร้างข้อมูลที่เข้ากันวิเคราะห์ร่วมกันได้กับโปรแกรม MaxEnt โดยให้คะแนนความเหมาะสมของถิ่นที่อยู่สิ่งมีชีวิตในระดับ 0 (พื้นที่ที่มีความเหมาะสมต่ำสุด) ถึง 1 (พื้นที่ที่มีความเหมาะสมสูงสุด) เพื่อสร้างการกระจายเชิงพื้นที่ของความสูงในโปรแกรม ARCGIS จากนั้นใช้โปรแกรม MaxEnt สร้างเส้นโค้งการตอบสนองสำหรับตัวแปรทำนายแต่ละตัวแปรด้วยวิธี Jackknife เพื่อเน้นอิทธิพลสัมพัทธ์ของตัวแปรแต่ละตัว (Fielding and Bell, 2007; Khanum *et al.*, 2013) ในการศึกษานี้ได้พิจารณาประสิทธิภาพของโมเดล โดยกำหนดค่าร้อยละที่ใช้ทดสอบโดยการสุ่ม (random test percentage) ที่ร้อยละ 15 ส่วนค่าอื่น ๆ กำหนดตามค่า Default ของโปรแกรม นอกจากนี้ใช้ Omission-commission rate ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ ซึ่งพิจารณาจากการพื้นที่คาดการณ์ (Phillips and Dudk, 2008) ความเหมาะสมถิ่นที่อยู่อาศัยของความสูงที่คาดการณ์ไว้แบ่งออกเป็น 4 ระดับ (IPCC, 2007; Kamyu and Asanok, 2020) คือ 1) ความเหมาะสมน้อยที่สุด (0–0.2) 2) ความเหมาะสมต่ำ (>0.2–0.4) 3) ความเหมาะสมปานกลาง (>0.4–0.6) และ 4) ความเหมาะสมสูง (>0.6–1) การใช้เกณฑ์โลจิสติกส์ ทดสอบแบบเปอร์เซ็นต์ที่ 10 เกณฑ์นี้ถูกนำไปใช้โดยใช้ค่าเฉลี่ยของการทดสอบทั้งหมดที่ดำเนินการ เพื่อจัดประเภทผลลัพธ์แบบจำลองเฉลี่ยใหม่เพื่อให้ตรงกับค่าขีดจำกัดในโปรแกรม ARCGIS แสดงออกมาเป็นฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับข้อมูลเขตการปกครองในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่

Table 1 Description of the 19 bioclimatic variables used in MaxEnt modeling.

Variable code	Parameter	Unit
BIO1*	Mean annual temperature	°C
BIO2	Mean diurnal range (the mean monthly difference between maximum and minimum temperature)	°C
BIO3	Isothermality ((BIO2/BIO7) × 100)	°C
BIO4*	Temperature seasonality (standard deviation × 100)	°C
BIO5*	Maximum temperature in the warmest month	°C
BIO6*	Minimum temperature in the coldest month	°C
BIO7*	Annual temperature range (BIO5-BIO6)	°C
BIO8*	Mean temperature of the wettest quarter	°C
BIO9*	Mean temperature of the driest quarter	°C
BIO10*	Mean temperature of the warmest quarter	°C
BIO11*	Mean temperature of the coldest quarter	°C
BIO12	Annual precipitation	mm
BIO13	Precipitation in the wettest month	mm
BIO14	Precipitation in the driest month	mm
BIO15*	Precipitation seasonality (coefficient of variation)	mm
BIO16	Precipitation in the wettest quarter	mm
BIO17*	Precipitation in the driest quarter	mm
BIO18	Precipitation in the warmest quarter	mm
BIO19*	Precipitation in the coldest quarter	mm

Remark : *Asterisks indicate variables used as model input.

Table 2 Correlations between the various bioclimatic variables.

	bio1	bio2	bio3	bio4	bio5	bio6	bio7	bio8	bio9	bio10	bio11	bio12	bio13	bio14	bio15	bio16	bio17	bio18	bio19
bio1	1.00	0.60	-0.69	0.98*	1.00	1.00	0.92*	1.00	0.98*	1.00	1.00	-0.82	0.67	-0.10	0.90*	0.13	-0.97	-0.87	-0.97
bio2		1.00	-0.24	0.55	0.62	0.60	0.72	0.60	0.507	0.61	0.61	-0.86	-0.08	0.53	0.28	-0.56	-0.61	-0.83	-0.66
bio3			1.00	-0.77	-0.70	-0.69	-0.79	-0.69	-0.706	-0.69	-0.68	0.59	-0.44	-0.17	-0.60	-0.07	0.62	0.63	0.62
bio4				1.00	0.98*	0.98*	0.93*	0.98	0.98*	0.98*	0.98*	-0.80	0.67	-0.06	0.88	0.15	-0.94	-0.84	-0.94
bio5					1.00	1.00	0.93*	1.00	0.98*	1.00	1.00	-0.84	0.65	-0.07	0.89	0.10	-0.97	-0.88	-0.97
bio6						1.00	0.91*	1.00	0.98*	1.00	1.00	-0.83	0.66	-0.10	0.90*	0.13	-0.98	-0.87	-0.97
bio7							1.00	0.92*	0.93*	0.92*	0.92*	-0.91	0.41	0.24	0.71	-0.14	-0.88	-0.93	-0.90
bio8								1.00	0.98*	1.00	1.00	-0.83	0.67	-0.10	0.90*	0.13	-0.97	-0.87	-0.97
bio9									1.00	0.98*	0.98*	-0.81	0.66	-0.01	0.89	0.13	-0.93	-0.85	-0.93
bio10										1.00	1.00	-0.83	0.66	-0.09	0.89	0.12	-0.98	-0.87	-0.97
bio11											1.00	-0.83	0.66	-0.09	0.90*	0.12	-0.98	-0.87	-0.97
bio12												1.00	-0.13	-0.36	-0.52	0.45	0.84	1.00	0.87
bio13													1.00	-0.66	0.89	0.83	-0.61	-0.21	-0.55
bio14														1.00	-0.41	-0.79	0.16	-0.32	0.09
bio15															1.00	0.51	-0.86	-0.58	-0.83
bio16																1.00	-0.07	0.38	0.00
bio17																	1.00	0.87	1.00
bio18																		1.00	0.90*
bio19																			1.00

Remark: *Asterisks indicate a correlation coefficient of >0.90. The environmental variables are described in Table 1.

ผลและวิจารณ์

ประสิทธิภาพของแบบจำลอง

ประสิทธิภาพแบบจำลองทางระบบนิเวศ สามารถประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองโดยใช้ค่า Omission-commission rate (Phillips and Dudk, 2008) ซึ่งค่า Omission-commission rate ถูกคำนวณจากทั้งชุดข้อมูลภาคสนามและการทดสอบ (Figure 3) โดยแสดงเส้นสีแดงคือ พื้นที่เฉลี่ย เส้นสีดำ คือ อัตราการละเว้นที่คาดการณ์ไว้ และเส้นสีเขียว คือ Omission-commission rate ของตัวอย่างโมเดล (Figure 3) โดยใช้บันทึกการแสดงผลรูปแบบที่ใช้สำหรับข้อมูลในภาคสนามและการทดสอบ (Anderson *et al.*, 2003)

การวิเคราะห์เส้นโค้งลักษณะการทำงานของตัวรับสัญญาณที่ไม่ขึ้นกับเกณฑ์ประสิทธิภาพของ Receiver operating characteristic (ROC) แสดงโดยพื้นที่ใต้เส้นโค้ง Area under the curve (AUC) (Figure 3) เมื่อเส้นโค้ง ROC คือ พล็อตของการตอบสนองของแบบจำลอง (เศษส่วนที่เป็นบวกจริง) กล่าวคือ ไม่มีข้อผิดพลาดในการละเว้นและสัดส่วนของการขาดที่คาดการณ์ไว้ไม่ถูกต้อง (1-ความจำเพาะ) หรือเศษส่วนที่เป็นเท็จ เช่น ข้อผิดพลาด

ค่าคอมมิชชัน ความจำเพาะถูกกำหนดโดยใช้พื้นที่คาดการณ์ แทนที่จะเป็นค่าคอมมิชชันที่แท้จริง ค่า AUC เป็น 0.50 บ่งชี้ว่า แบบจำลองนั้นใกล้เคียงกับการสุ่มและเป็นตัวทำนายที่ไม่ดี ในขณะที่ค่า 1 แสดงถึงความแม่นยำของแบบจำลองที่ดีที่สุด (Swets, 1988) ผลลัพธ์ของแบบจำลองควรได้รับการประเมินอย่างเข้มงวด เนื่องจากนิเวศวิทยาของสิ่งมีชีวิตนั้น ครอบคลุมพื้นที่ที่กว้างกว่าช่วงทางภูมิศาสตร์ของสิ่งมีชีวิตและไม่ใช่พื้นที่ที่เหมาะสมทั้งหมดที่อาศัยอยู่ ดังนั้นแนะนำให้ใช้จำนวนข้อมูลสูงสุดที่มีอยู่สำหรับการกระจายพันธุ์และตัวแปรที่เชื่อมโยงโดยตรงกับการกระจายพันธุ์ในบริบทนี้มีการสำรวจพื้นที่สำหรับการปรากฏร่องรอยต่างๆ การเห็นตัวโดยตรงของกวางผาในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่

เมื่อค่า AUC < 0.50 บ่งชี้ว่าแบบจำลองใกล้เคียงกับการสุ่มและมีความสามารถในการทำนายที่ไม่ดี ในขณะที่ค่า AUC = 1 หมายถึง การทำนายที่สมบูรณ์แบบ (Swets, 1988) ในการศึกษาครั้งนี้ พบค่า AUC ของกวางผาในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ มีค่าเท่ากับ 0.857 สำหรับชุดข้อมูลที่ได้ทำการสำรวจ มีค่า AUC เข้าใกล้ 1 มาก ซึ่งบ่งบอกถึงความสามารถในการทำนายที่ดีมาก (Figure 4)

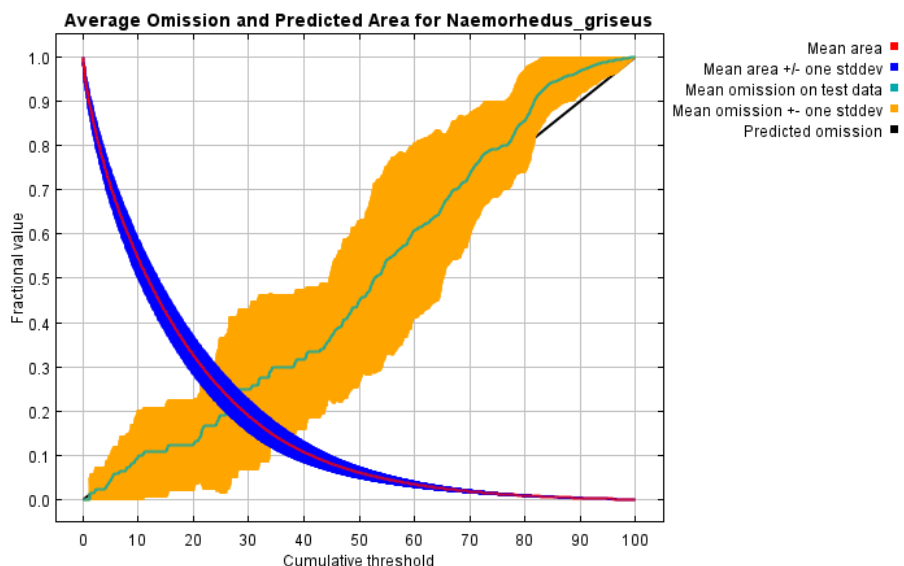


Figure 3 Omission rates versus the predicted area as obtained from the MaxEnt modeling of the predicted habitat suitability for Burmese Goral (*Naemorhedus griseus*) in Chiang Dao Wildlife Sanctuary, Chiang Mai province.

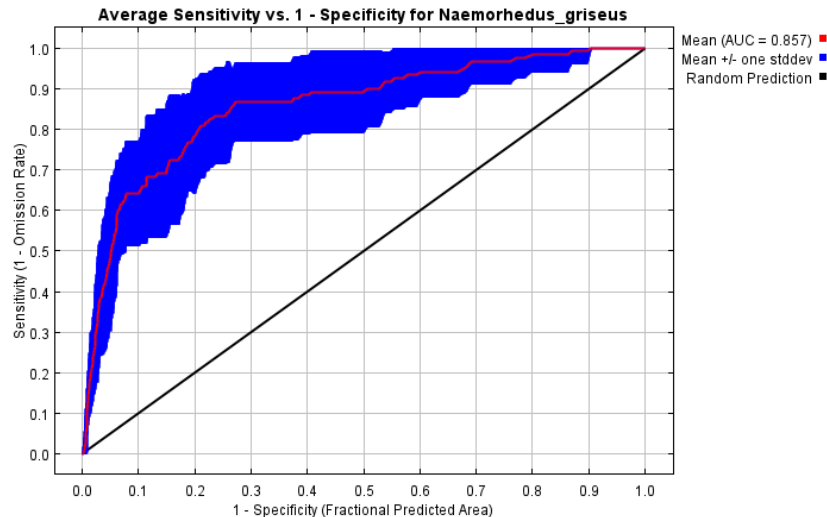


Figure 4 Depiction of the area under the receiver operating characteristics curve (ROC - AUC) for the MaxEnt model used to determine the habitat suitability for Burmese Goral (*Naemorhedus griseus*) in Chiang Dao Wildlife Sanctuary, Chiang Mai province.

ความสัมพันธ์ของปัจจัยแวดล้อม

ความสัมพันธ์ของปัจจัยแวดล้อม ปัจจัยชีวภูมิอากาศ และลักษณะเชิงพื้นที่ แสดงเป็นแบบจำลองแผนภาพดัง Figure 5 โดยตัวแปรที่แสดงให้เห็นถึงความสำคัญมากจากแบบจำลองอยู่ที่ร้อยละ 70 (Planisong *et al.*, 2019) คือ ความสูงจากระดับน้ำทะเล อุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปี อุณหภูมิสูงสุดในเดือนที่ร้อนที่สุด อุณหภูมิต่ำสุดในเดือนที่หนาวที่สุด

อุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน อุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง อุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงฤดูร้อน อุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงฤดูหนาว ปริมาณน้ำฝนทั้งปี และปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูหนาว ปัจจัยดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าความลาดชันของพื้นที่ ความสูงจากระดับน้ำทะเล อุณหภูมิ และปริมาณน้ำฝน ต่างก็มีบทบาทสำคัญในเลือกถิ่นที่อาศัยของกวางผาในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่

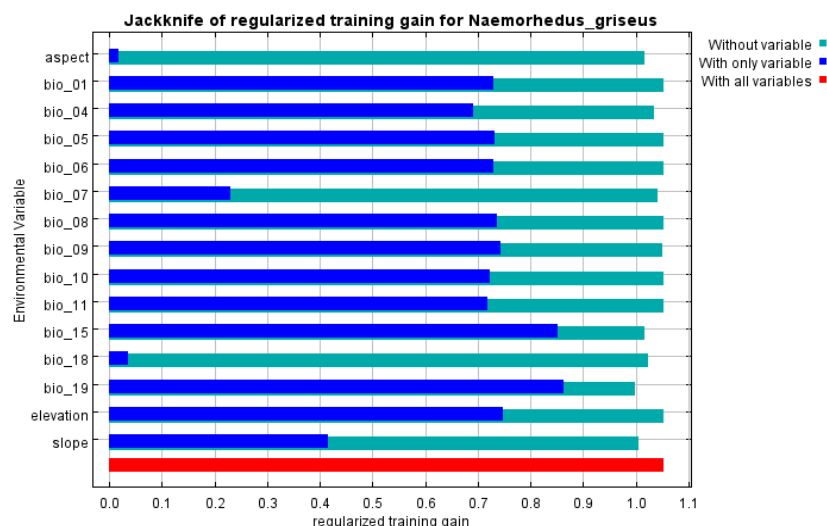


Figure 5 Relative predictive power of different environmental variables based on the jackknife of regularized training gain in MaxEnt models for Burmese Goral (*Naemorhedus griseus*) in Chiang Dao Wildlife Sanctuary, Chiang Mai province.

ถิ่นที่อาศัยที่เหมาะสมของกวางผาในพื้นที่เขต รักษาพันธุ์สัตว์ป่าเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่

การใช้โปรแกรม MaxEnt สร้างข้อมูล Raster แบบต่อเนื่องที่มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 ซึ่งแสดงความเหมาะสมของแหล่งที่อยู่อาศัยต่ำสุดถึงสูงสุดตามลำดับ (Yackulic *et al.*, 2013; Xu *et al.*, 2020) ไม่มีกฎในการกำหนดเกณฑ์เพื่อแบ่งที่เหมาะสมจากที่อยู่อาศัยที่ไม่เหมาะสม แต่การกำหนดเกณฑ์ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของผู้ใช้และแตกต่างกันไประหว่างชนิด และโปรแกรม MaxEnt จัดเตรียมค่าขีดจำกัดตามมาตรการทางสถิติที่หลากหลายในไฟล์ maxentResults.csv วิธีการกำหนดเกณฑ์ที่พบบ่อยที่สุดได้แก่ การใช้เกณฑ์โลจิสติกส์ สำหรับสถานะของข้อมูลขั้นต่ำเกณฑ์โลจิสติกส์ทดสอบเปอร์เซ็นต์ไทม์ที่ 10 และความอ่อนไหวในการทดสอบที่เท่าเทียมกัน (Phillips *et al.*, 2006) เกณฑ์นี้ถูกนำไปใช้โดยใช้ค่าเฉลี่ยของการทดสอบทั้งหมดที่ดำเนินการ เพื่อจัดประเภทผลลัพธ์แบบจำลองเฉลี่ยใหม่ เพื่อให้ตรงกับค่าขีดจำกัดในโปรแกรม ARCGIS สำหรับการประเมินถิ่นที่อาศัยที่เหมาะสมของกวางผาในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่

ถิ่นที่อาศัยที่เหมาะสมของกวางผาในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ แบ่งออกเป็น 4 ประเภท (Table 3; Figure 6) ส่วนใหญ่พบในระดับ (1) ความเหมาะสมน้อยที่สุด มีพื้นที่เท่ากับ 338.97 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 67.23 ของพื้นที่ทั้งหมด พบในทุกเขตการปกครองระดับตำบลในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเชียงดาว โดยตำบลเมืองคอง พบระดับความเหมาะสมน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 92.93 ตามมาด้วยตำบลเมืองแหง และตำบลเมืองงาย คิดเป็นร้อยละ 72.96 และ 81.06

ตามลำดับ (2) ความเหมาะสมต่ำ มีพื้นที่เท่ากับ 101.17 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 20.07 ของพื้นที่ทั้งหมด พบมากในตำบลเชียงดาว ตำบลเมืองงาย และตำบลเมืองแหง คิดเป็นร้อยละ 27.68 , 22.57 และ 18.44 ตามลำดับ (3) ความเหมาะสมปานกลาง มีพื้นที่เท่ากับ 27.20 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 5.39 ของพื้นที่ทั้งหมด พบมากในตำบลเชียงดาว ตำบลแม่่นะ และตำบลเมืองงาย คิดเป็นร้อยละ 12.78 , 18.56 และ 2.45 ตามลำดับ และ (4) ความเหมาะสมสูง มีพื้นที่เท่ากับ 36.89 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 7.32 ของพื้นที่ทั้งหมด พบมากในตำบลเชียงดาว และ ตำบลแม่่นะ คิดเป็นร้อยละ 25.19 และ 8.31 ตามลำดับ และในพื้นที่ตำบลเมืองแหงไม่พบพื้นที่ที่มีความเหมาะสมสูงในการเลือกถิ่นที่อาศัยของกวางผา

เมื่อพิจารณาถิ่นที่อาศัยที่เหมาะสมของกวางผาในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ในเขตการปกครองระดับตำบล ระดับความเหมาะสมสูงอยู่ในเขตตำบลเชียงดาว ตำบลแม่่นะ ตำบลเมืองงาย และตำบลเมืองคอง ตามลำดับ ซึ่งบริเวณพื้นที่ดังกล่าวมีลักษณะและสภาพภูมิประเทศที่เป็นภูเขาหินปูนที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลค่อนข้างสูง และภูมิอากาศที่เย็นตลอดทั้งปี มีความเหมาะสมกับการอยู่อาศัยและสืบพันธุ์ของกวางผาเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะบริเวณดอยหลวงเชียงดาวและดอยนางที่มีความเหมาะสมสูง (Figure 6) มีขนาดพื้นที่ไม่ใหญ่มากนักเมื่อเทียบกับพื้นที่ทั้งหมด จึงเป็นพื้นที่หลักที่มีความสำคัญในการใช้ดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ของกวางผา ดังนั้นจำเป็นที่จะต้องช่วยกันอนุรักษ์ปกป้อง คัดกรองพื้นที่ไม่ให้มีกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ที่ส่งผลกระทบต่อดำรงชีพของกวางผาในพื้นที่

Table 3 Predicted potential distribution areas for Burmese Goral (*Naemorhedus griseus*) in the Chiang Dao Wildlife Sanctuary, Chiang Mai Province.

Sub-District	Least suitable Km ² (%)	Low suitable Km ² (%)	Medium suitable Km ² (%)	High suitable Km ² (%)
Chiang Dao	39.16 (34.35)	31.56 (27.68)	14.57 (12.78)	28.73 (25.19)
Muang Ngai	93.98 (72.96)	29.07 (22.57)	3.16 (2.45)	2.60 (2.02)
Maung Kong	107.40 (92.93)	3.62 (3.13)	2.06 (1.78)	2.15 (2.15)
Mae Na	10.17 (27.53)	16.84 (45.60)	6.85 (18.56)	8.31 (8.31)
Maung Haeng	88.26 (81.06)	20.07 (18.44)	0.55 (0.51)	-
Overall	338.97 (67.23)	101.17 (20.07)	27.20 (5.39)	36.89 (7.32)

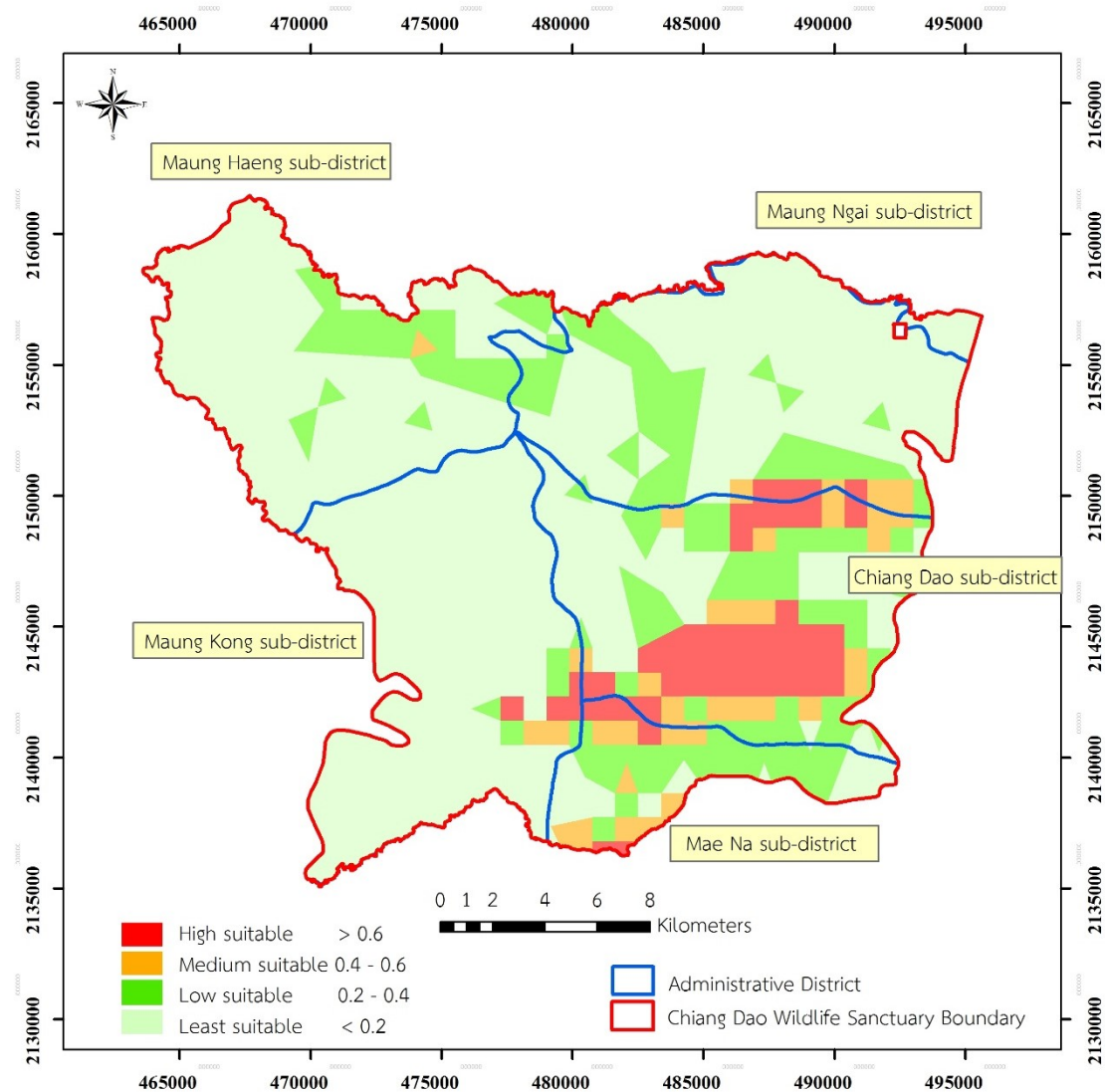


Figure 6 Suitability area of Burmese Goral (*Naemorhedus griseus*) in the Chiang Dao Wildlife Sanctuary, Chiang Mai province.

สรุป

การทดสอบแบบจำลองการประเมินถิ่นที่อาศัยที่เหมาะสมของกวางผาในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีขนาดพื้นที่ศึกษา 325,625 ไร่ จากการศึกษาค้นคว้า พบว่าความสามารถในการทำนายมีค่าที่ดีที่สุด คือ ค่า AUC เท่ากับ 0.857 ซึ่งยิ่งค่า AUC เข้าใกล้ 1 จะมีค่าความถูกต้องที่มากขึ้นตามลำดับ โดยปัจจัยแวดล้อมที่มีความสำคัญในการกำหนดการเลือกถิ่นที่อาศัยของกวางผาในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ คือ ความสูงจากระดับน้ำทะเล ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และความลาดชันของพื้นที่ ตามลำดับ

พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับเป็นที่อยู่อาศัยของกวางผาแบ่งออกได้ 4 ระดับ โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้ มีความเหมาะสมน้อยที่สุด มีความเหมาะสมต่ำ มีความเหมาะสมสูง และมีความเหมาะสมปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 67.23, 20.07, 7.32 และ 5.39 ของพื้นที่ทั้งหมด เมื่อแบ่งพื้นที่ตามขอบเขตการปกครอง ตำบลที่มีความเหมาะสมสำหรับเป็นที่อยู่อาศัยของกวางผา ได้แก่ ตำบลเชียงดาว ตำบลแม่ทะ ตำบลเมืองงาย และตำบลเมืองคอง โดยมีพื้นที่ที่เหมาะสมที่สำคัญอยู่บริเวณดอยหลวงเชียงดาว และดอยนาง ลักษณะของพื้นที่เป็นภูเขาสูงชันเหมาะสมกับการอยู่อาศัยของกวางผา โดยพบในระดับความเหมาะสมสูง

และความเหมาะสมปานกลาง มีพื้นที่ 64.09 ตาราง กิโลเมตร หรือ คิดเป็นร้อยละ 12.71 ของพื้นที่ทั้งหมด ซึ่งถือว่าพื้นที่น้อยมากเมื่อเทียบกับพื้นที่ทั้งหมดของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเชียงดาว ดังนั้นจึงจำเป็นต้องอนุรักษ์ ปกป้อง ค้ำครอง พื้นที่ดังกล่าว โดยให้มีกิจกรรมของมนุษย์ น้อยที่สุด เพื่อลดผลกระทบต่อการดำรงชีพของกวางผาใน พื้นที่ และยังสามารถใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมในธรรมชาติที่สำคัญแห่งหนึ่งของประเทศไทย ที่จะเพาะพันธุ์และ กระจายพันธุ์ออกไปในพื้นที่ป่าอนุรักษ์แห่งอื่นที่มีความ เหมาะสมที่อยู่ใกล้เคียงต่อไป

คำนิยาม

ขอขอบคุณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเชียงดาว ที่ เอื้อเพื่อและสนับสนุนข้อมูลงานลาดตระเวนเชิงคุณภาพ (SMART Patrol) ในพื้นที่ และขอขอบคุณอาจารย์ที่ ปรึกษา คณะอาจารย์ บุคลากร และเพื่อน ๆ สาขาวิชาการ จัดการป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ – แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ และข้อเสนอแนะต่าง ๆ ตลอดจนการดำเนินการวิจัย จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

REFERENCES

Anderson, R.P., Lew, D., Peterson, A.T. 2003. Evaluating predictive models of species distributions: criteria for selecting optimal models. *Ecological Modelling*, 162(3): 211–232.

Berhanu, Y., Tassie, N., Sintayehu, W.D. 2022. Predicting the Current and Future suitable Habitats for Endemic and Endangered Ethiopian Wolf Using MaxEnt Model. Africa Center of Excellence for Climate Smart Agriculture and Biodiversity Conservation, Haramaya University, Ethiopia.

Deeprasai, V. 2006. Application of Geographic Information System and Remote Sensing for Goral's Habitat Assessment in Omkoi Wildlife Sanctuary Changwat Chiang Mai. M.S. Thesis, Kasetsart University, Bangkok, Thailand. (in Thai)

Division of Land and Forest Resources. 1999. *Master Plan for Area Management in Chiang Dao Wildlife Sanctuary, Chiang Mai Province*. Land and Forest Resources Division, Natural Resources Conservation Office, Royal Forest Department, Bangkok, Thailand. (in Thai)

Dormann, F.C., McPherson, M.J., Araújo, B.M., Bivand, R., Bolliger, J., Carl, G., Davies, G.R., Hirzel, A., Jetz, W., Daniel Kissling, W., Kühn, I., Ohlemüller, R., Peres-Neto, R.P., Reineking, B., Schröder, B., Schurr, M.F., Wilson, R. 2007. Methods to account for spatial autocorrelation in the analysis of species distributional data: a review. *Ecography*, 30: 609–628. <https://doi.org/10.1111/j.2007.0906-7590.05171.x>

Fielding, A.H., Bell, J.F. 2007. A review of methods for assessment of prediction errors in conservation presence/ absence models. *Environment Conservation*, 24: 38–49.

Hijmans, R.J., Cameron, S.E., Parra, J.L., Jones, P.G., Jarvis, A. 2005. A very high resolution interpolated climate surface for global land areas. *International Journal of Climatology*, 25: 1965–2198.

IPCC. 2007. Contribution of Working Groups I, II, III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2007. Synthesis Report, Geneva, Switzerland.

IUCN. 2008. *The IUCN Red List of Threatened Species*. <https://www.iucnredlist.org/species/14303/430834/>, 24 July 2020.

Kamyo, T., Asanok, L. 2020. Modeling habitat suitability of *Dipterocarpus alatus* (Dipterocarpaceae) using MaxEnt along the

- Chao Phraya River in Central Thailand. **Forest Science and Technology**, 16(1): 1-7. (in Thai)
- Khanum, R., Mumtaz, A.S., Kumar, S. 2013. Predicting impacts of climate change on medicinal asclepiads of Pakistan using Maxent modeling. **Acta Oecologica**, 49: 23-31.
- Lekagul, B. McNeely, J.A. 1977. **Mammal of Thailand**. Kuruspha Ladprao, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning. 2005. **Summary Thailand Red Data Vertebrates**. Ministry of Natural Resources and Environment, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Planisong, K., Trisurat, Y., Sookchaloem, D., Bhumpakphan, N. 2019. **Co-habitats Model of Gaur and Elephant at Phu Khieo Wildlife Sanctuary, Chaiyaphum Provine**. Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Phillips, S.J., Dudik, M. 2008, Modeling of species distributions with maxent: New extensions and a comprehensive evaluation. **Ecography**, 31(2): 161-175.
- Phillips, S.J., Anderson R.R., Schapire, R. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. **Ecological Modelling**, 190(3-4): 231-259.
- Safoowong, M. 2018. **Population Status and Distribution of Chinese Goral in Thailand**. Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Scheldeman, X., Zonneveld, M. 2010. **Training Manual on Spatial Analysis of Plant Diversity and Distribution**. Biodiversity International, Rome, Italy.
- Swets, J.A. 1988. Measuring the accuracy of diagnostic systems. **Science**, 240: 1285-1293. doi: 10.1126/science.3287615
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). 2021. **Biosphere reserves in Asia and the Pacific**. <https://en.unesco.org/biosphere/aspac/>, 20 December 2020.
- Wildlife Conservation Society – Thailand Program. 2015. **SMART Patrol Technique for Protected Area Management**. Saeng Muang Printing Company, Nonthaburi, Thailand. (in Thai)
- Wildlife Conservation Office. 2020. **Wild Animal Reservation and Protection Act, B.E., 2562 (2019)**. Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Xu, N., Meng, F., Zhou, G., Li, Y., Wang, B., Lu, H. 2020. Assessing the suitable cultivation areas for *Scutellaria baicalensis* in China using the Maxent model and multiple linear regression. **Biochemical Systematics and Ecology**, 90: 104052. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2020.104052>.
- Yackulic, C.B., Chandler, R., Zipkin, E.F., Royle, J.A., Nichols, J.D., Campbell Grant, E.H., Veran, S. 2013. Presence only modelling using MAXENT: when can we trust the inferences? **Methods in Ecology and Evolution**, 4: 236-243. <https://doi.org/10.1111/2041-210x.12004>

นิพนธ์ต้นฉบับ

การตลาดของผลิตภัณฑ์กฤษณาในกรุงเทพมหานคร Marketing of Agarwood (*Aquilaria* spp.) Products in Bangkok

อดิเทพ ปะมะ^{1,2}Adithep Pama^{1,2}สันติ สุขสอาด^{1*}Santi Suksard^{1*}อภิชาติ ภัทรธรรม¹Apichart Pattaratuma¹¹คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

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

²สำนักจัดการป่าชุมชน กรมป่าไม้ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Community Forest Management Office, Royal Forest Department, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

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

รับต้นฉบับ 31 มีนาคม 2566

รับแก้ไข 2 พฤษภาคม 2566

รับลงพิมพ์ 12 พฤษภาคม 2566

ABSTRACT

The objectives of this research were to analyze the production, marketing, environmental value of the agarwood product business using the SWOT analysis and the five competitive force analysis of the agarwood businesses in Bangkok. Data collected through questionnaires were summarized using various statistical indicators such as frequency, percentage, mean, minimum, and maximum.

The results of this study indicated that there were 24 agarwood businesses selling agarwood products. The products were 1) agarwood chip, priced in a range of 5,000–42,000 Baht per kilogram, 2) agarwood oil, priced in a range of 700–4,500 Baht per tora, 3) agarwood perfume sold in bottles of size 10 or 50 milliliter and priced in a range of 200–550 Baht per smaller sized bottles and 1,200 Baht per bigger sized bottles and 4) agarwood incense, priced in a range of 200–500 Baht per wrap or box. The production problems were generally related to the quality of raw materials, government regulations, availability of labor, and personnel. Marketing through advertising, selling promotional activities, staff selling and booths at trade shows were the primary methods of spreading the information about the products. The market structure was oligopoly, with the products having different quality, price, size, type, and services. The operational strategies employed in the agarwood products business were the good products strategy, siege strategy, flank attack strategy, multiple-products strategy, mobile defense strategy, and enterprise strengthening strategy. The five competitive force analyses found that the competitors in this business were competition for the market share. New entrepreneurs had difficulty entering this business. As the raw material price was set by the seller, due to the economic slowdown, buyers had higher bargaining power. Therefore, entrepreneurs should study consumer behavior, including focusing on public relations while developing new products.

Keywords: Agarwood; Bangkok; Marketing;

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการผลิต การตลาด การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมโดยการวิเคราะห์ SWOT และการวิเคราะห์หลังกีดกันของการแข่งขันทั้ง 5 ของธุรกิจผลิตภัณฑ์กฤษณาในกรุงเทพมหานคร โดยใช้แบบสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติหาค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุด

ผลการศึกษาพบว่า มีผู้ประกอบการ 24 ราย ผลิตภัณฑ์ที่จำหน่าย ได้แก่ 1) ชันไม้กฤษณา ราคาอยู่ในช่วง 5,000 – 42,000 บาทต่อกิโลกรัม 2) น้ำมันกฤษณา ราคาอยู่ในช่วง 700 – 4,500 บาทต่อโตร้า 3) น้ำหอมกฤษณา ขนาด 10 มิลลิลิตร ราคาอยู่ในช่วง 200 – 550 บาทต่อขวด และน้ำหอมกฤษณา ขนาด 50 มิลลิลิตร ราคาขวดละ 1,200 บาท และ 4) รูปกฤษณา ราคาอยู่ในช่วง 200 – 500 บาทต่อห่อหรือกล่อง มีปัญหาการผลิต คือ คุณภาพวัตถุดิบ ระเบียบราชการ และแรงงาน และบุคลากร มีการส่งเสริมการตลาด คือ การโฆษณา กิจกรรมส่งเสริมการขาย การใช้พนักงานขาย และออกบูธงานแสดงสินค้า โดยโครงสร้างตลาดเป็นแบบผู้ขายน้อยราย ผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างทางด้านคุณภาพ ราคา ขนาด รูปแบบ และการให้บริการ กลยุทธ์การดำเนินงาน ได้แก่ กลยุทธ์สินค้าคุณภาพดี กลยุทธ์การตีโฉบล้อม กลยุทธ์ที่ดีด้านช่าง กลยุทธ์ผลิตภัณฑ์หลายชนิด กลยุทธ์การป้องกันแบบเคลื่อนที่ และกลยุทธ์สร้างความเข้มแข็งให้กับองค์กร การวิเคราะห์หลังกีดกันของการแข่งขันทั้ง 5 พบว่า คู่แข่งขันในธุรกิจมีการแข่งขันกันเพื่อแย่งชิงส่วนแบ่งตลาด ผู้ประกอบการรายใหม่มีความยากในการเข้ามาทำธุรกิจ ผู้จำหน่ายวัตถุดิบเป็นผู้กำหนดราคา เนื่องจากภาวะเศรษฐกิจชะลอตัวทำให้ผู้ซื้อมีอำนาจในการต่อรองสูง ดังนั้นผู้ประกอบการควรศึกษาพฤติกรรมของผู้บริโภค รวมถึงประชาสัมพันธ์และพัฒนาผลิตภัณฑ์กฤษณาอยู่เสมอ

คำสำคัญ: กฤษณา กรุงเทพมหานคร การตลาด

คำนำ

กฤษณาหรือที่ชาวต่างชาติเรียก agarwood, eaglewood, aloeswood และชื่ออื่น ๆ อีกมาก เป็นชื่อเรียกเนื้อไม้ในสกุล *Aquilaria* เฉพาะส่วนที่มีการสะสมชัน (resin) ที่มีกลิ่นหอม มีสีน้ำตาลถึงน้ำตาลดำ หนักกว่าเนื้อไม้ปกติ ซึ่งเนื้อไม้ปกติมีสีขาวและน้ำหนักเบา (Siripatanadilok, 2007) และน้ำมันกฤษณา (agarwood oil หรือ oudh oil) เป็นน้ำมันที่ได้มาจากการเอาแก่นของไม้กฤษณา ซึ่งเป็นเนื้อไม้สีดำเอามาสกัดได้น้ำมันกฤษณา โดยลูกค้ากลุ่มใหญ่จะเป็นผู้ที่อยู่ในประเทศบริเวณตะวันออกกลาง เช่น สหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ ราชาอาณาจักรซาอุดีอาระเบีย เป็นต้น ส่วนการนำมาใช้ในประเทศไทยมีค่อนข้างน้อย ขณะที่ความต้องการของตลาดโลกมีไม่จำกัด ทั้งในรูปของน้ำมันกฤษณา ผลิตภัณฑ์ และเนื้อไม้ (Department of International Trade Promotion, 2018)

ปัจจุบันไม้กฤษณาและน้ำมันกฤษณามีการค้าขายกันในระหว่างประเทศมีผู้บริโภคมากกว่า 20 ประเทศ ทำให้ความต้องการไม้กฤษณาที่มีปริมาณมาก แต่วัตถุดิบมีปริมาณน้อย ทำให้ไม้กฤษณา มีราคาแพง ไม้กฤษณาที่

ค้าขายกันส่วนใหญ่เก็บหามาจากแหล่งธรรมชาติที่มีต้นกฤษณาขึ้นอยู่ และเป็นส่วนน้อยมากที่ได้มาจากสวนป่าปลูก ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีวัตถุดิบไม้กฤษณาเป็นของตัวเอง มีไม้กฤษณา 2 ชนิดที่สำคัญขึ้นอยู่ คือ *A. crassna* และ *A. malaccensis* (Siripatanadilok, 2007) แหล่งค้าผลิตภัณฑ์กฤษณาที่ใหญ่ที่สุดในประเทศไทยคือ หอยนานาหรือสุขุมวิทซอย 3 ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่คือ ชันไม้และน้ำมันกฤษณา โดยเนื้อไม้ที่เกิดสารกฤษณานำเข้ามาจากราชาอาณาจักรกัมพูชา สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว สาธารณรัฐอินเดีย สหพันธรัฐมาเลเซีย สาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมาร์ และสาธารณรัฐอินโดนีเซีย สำหรับน้ำมันกฤษณาส่วนใหญ่รับมาจากโรงกลั่นกฤษณาในภาคตะวันออกของประเทศไทย (Sukawanich, 2008)

ร้านค้าผลิตภัณฑ์กฤษณาในหอยนานาหรือสุขุมวิทซอย 3 เป็นแหล่งเศรษฐกิจของผลิตภัณฑ์กฤษณาที่สำคัญของประเทศไทย โดยผลิตภัณฑ์หลักที่จำหน่ายคือชันไม้กฤษณาและน้ำมันกฤษณา สำหรับน้ำหอมกฤษณาและรูปกฤษณา ผู้ประกอบบางรายนำมาจำหน่ายเพื่อเป็น

ทางเลือกสำหรับลูกค้าที่สนใจ ซึ่งจะมีการแข่งขันกันเพื่อแย่งชิงส่วนแบ่งตลาด ทำให้ผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์กฤษณาแต่ละรายต้องมีการปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ต่าง ๆ เพื่อเพิ่มยอดขายและแย่งชิงส่วนแบ่งตลาด ดังนั้น การศึกษาการผลิต การตลาด การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมของธุรกิจผลิตภัณฑ์กฤษณาและการวิเคราะห์พลังกดดันการแข่งขันทั้ง 5 ของผลิตภัณฑ์กฤษณาในกรุงเทพมหานคร เป็นวิธีการหนึ่งที่จะทำให้ผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์กฤษณาได้ข้อมูลมาเพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนดกลยุทธ์ทางการตลาดและกลยุทธ์ในการแข่งขันได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถเผชิญกับปัญหาต่าง ๆ เพื่อที่จะส่งผลให้ธุรกิจผลิตภัณฑ์กฤษณามีผลประกอบการที่เพิ่มสูงขึ้น และมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง ตลอดจนเป็นแหล่งข้อมูลให้กับผู้ประกอบการรายใหม่ในการนำไปสร้างนโยบายเพื่อส่งเสริมหรือควบคุมอุตสาหกรรมไม้กฤษณา อีกทั้งหน่วยงานที่กำกับดูแลด้านผลิตภัณฑ์กฤษณามีข้อมูลที่เป็นปัจจุบันและมีความถูกต้อง สามารถควบคุมและส่งเสริมการประกอบธุรกิจผลิตภัณฑ์กฤษณาได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้แบบสัมภาษณ์ เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลการตลาดของผลิตภัณฑ์กฤษณาในกรุงเทพมหานคร สำหรับแบบสัมภาษณ์แบ่งคำถามออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสถานประกอบการของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ ส่วนที่ 2 เป็นข้อมูลเกี่ยวกับการผลิตผลิตภัณฑ์กฤษณา และส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับการตลาดของผลิตภัณฑ์กฤษณา

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ข้อมูลทุติยภูมิ (secondary data) เป็นการเก็บข้อมูลที่รวบรวมจากเอกสาร รายงานการศึกษาวิจัยจากองค์กรต่าง ๆ ทั้งภาครัฐ และเอกชน โดยข้อมูลจำนวนผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์กฤษณาในกรุงเทพมหานครรวบรวมจากกรมป่าไม้ และข้อมูลการจดทะเบียนนิติบุคคลรวบรวมจากกรมพัฒนาธุรกิจการค้า

2. ข้อมูลปฐมภูมิ (primary data) เป็นข้อมูลที่ได้จากสัมภาษณ์ผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์กฤษณาทั้งหมดจำนวน 24 ราย (Royal Forest Department, 2020) โดยสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (key informant interview) เป็นการสัมภาษณ์ที่กำหนดตัวผู้ให้สัมภาษณ์เอาไว้โดยเฉพาะ โดยผู้ให้สัมภาษณ์นั้นต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ ความเข้าใจข้อมูลการผลิตและการตลาดของผลิตภัณฑ์กฤษณาเป็นอย่างดี

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การผลิตและการตลาดของผลิตภัณฑ์กฤษณาในกรุงเทพมหานคร มีรายละเอียดดังนี้

1.1 ข้อมูลการผลิตผลิตภัณฑ์กฤษณา ประกอบด้วยข้อมูลทั่วไปของผู้ประกอบการ ปริมาณการใช้วัตถุดิบ ปัจจัยการผลิต เทคโนโลยีในการผลิต ปริมาณการผลิต และปัญหาที่เกิดขึ้นจากการผลิต ใช้ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ในส่วนที่ 1 และ 2 มาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา เพื่อให้ได้ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และค่าเฉลี่ย แล้วนำเสนอในรูปแบบของตารางและวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงพรรณนา

1.2 ข้อมูลการตลาดของผลิตภัณฑ์กฤษณา ทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1.2.1 ข้อมูลส่วนประสมการตลาดของผลิตภัณฑ์กฤษณา ข้อมูลทางการตลาด ประกอบด้วยผลิตภัณฑ์ (product) ราคา (price) การส่งเสริมการตลาด (promotion) และการจัดจำหน่าย (place) (Nammakuna *et al.*, 2009) ตลอดจนปัญหาการตลาด ข้อมูลได้จากแบบสัมภาษณ์ในส่วนที่ 3 และบันทึกคำสัมภาษณ์กับผู้จำหน่ายผลิตภัณฑ์กฤษณาอย่างไม่เป็นทางการ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ย รวมทั้งวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงพรรณนา

1.2.2 การศึกษาโครงสร้างตลาด ทำการวิเคราะห์โครงสร้างตลาด (market structure) พฤติกรรมตลาด (market conduct) และผลการดำเนินงานตลาด (market performance) ของผลิตภัณฑ์กฤษณาในกรุงเทพมหานคร โดยโครงสร้างตลาด มีหลักเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้ 1) สัดส่วนความเข้มข้นของผู้ขาย

(seller concentration ratio) โดยจัดอันดับหน่วยของธุรกิจตามมูลค่าของผลิตภัณฑ์จากมากไปน้อย จากนั้นหาค่าร้อยละของอัตราส่วนระหว่างผลรวมของมูลค่าของผลิตภัณฑ์จากหน่วยธุรกิจขนาดใหญ่ที่สุด 4 อันดับแรกกับผลรวมของหน่วยธุรกิจทั้งหมด (Chonlapap *et al.*, 2003) 2) ความแตกต่างของสินค้า (product differentiation) โดยพิจารณาจากความแตกต่างของลักษณะสินค้า คุณภาพสินค้า การบรรจุหีบห่อและบริการต่าง ๆ ของผู้ขายที่จะให้แก่ผู้ซื้อ โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงพรรณนา และ 3) อุปสรรคในการเข้าสู่ตลาด (barriers to entry) ของผู้ประกอบการรายใหม่ โดยพิจารณาจากอุปสรรคเนื่องมาจากขนาดของธุรกิจ อุปสรรคเนื่องมาจากต้นทุนที่แท้จริง และอุปสรรคเนื่องจากความแตกต่างในตัวสินค้า โดยวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงพรรณนา พฤติกรรมตลาด ทำการศึกษาวิเคราะห์ในส่วนนโยบายการกำหนดราคา นโยบายด้านผลิตภัณฑ์ และนโยบายการส่งเสริมการขาย ทำการวิเคราะห์โดยใช้ค่าความถี่ ค่าร้อยละ และค่าเฉลี่ย และผลการดำเนินงานตลาด ทำการวิเคราะห์ในส่วนของการจ้างงาน ความมีเสถียรภาพของราคา ความเสมอภาคในการกระจายของรายได้ ความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจ และประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ

2. วิเคราะห์สภาพแวดล้อม (environmental analysis) ของธุรกิจผลิตภัณฑ์กฤษณาในกรุงเทพมหานคร โดยใช้การวิเคราะห์ SWOT เป็นการตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในองค์กรธุรกิจ (Kotler, 2000) ทำให้ทราบถึงจุดแข็ง (strengths: S) จุดอ่อน (weakness: W) ขององค์กร ช่วยให้สามารถใช้ประโยชน์จากโอกาส (opportunities: O) และหลบหลีกจากอุปสรรค (threat: T) ซึ่งเกิดจากสภาพแวดล้อมภายนอก แล้วนำมากำหนดกลยุทธ์ทางการตลาดโดยใช้เครื่องมือ TOWS Matrix ได้กลยุทธ์ทางเลือก 4 แบบ ได้แก่ กลยุทธ์เชิงรุก (SO) กลยุทธ์พลิกฟื้น (WO) กลยุทธ์การรักษาเสถียรภาพ (ST) และกลยุทธ์การตัดทอน (WT) (Vadhanasin and Decharin, 1999) จากนั้นนำกลยุทธ์ทางเลือกต่าง ๆ ที่ได้มาจัดทำเป็นกลยุทธ์การดำเนินงานของธุรกิจผลิตภัณฑ์กฤษณาในกรุงเทพมหานคร โดยการบรรยายเชิงพรรณนา

3. วิเคราะห์พลังกดดันของการแข่งขันทั้ง 5 (five competitive forces analysis) ของธุรกิจผลิตภัณฑ์กฤษณาในกรุงเทพมหานคร โดยการวิเคราะห์ในเชิงพรรณนา โดยนำข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ในส่วนที่ 2 และส่วนที่ 3 มานำเสนอในรูปแบบค่าความถี่ ค่าร้อยละ และค่าเฉลี่ย

ผลและวิจารณ์

การผลิตผลิตภัณฑ์กฤษณาในกรุงเทพมหานคร

1. จากการศึกษาผู้ประกอบการธุรกิจผลิตภัณฑ์กฤษณาในกรุงเทพมหานคร จำนวน 24 ราย สามารถแยกประเภทของผลิตภัณฑ์ได้ 4 รายการ ได้แก่ 1) ขึ้นไม้กฤษณา โดยผู้ประกอบการซื้อไม้เพื่อจำหน่ายต่อ จำนวน 24 ราย คิดเป็นร้อยละ 100.00 ของผู้ประกอบการทั้งหมด 2) น้ำมันกฤษณา มีผู้ประกอบการทำการผลิตน้ำมันกฤษณาเอง จำนวน 7 ราย คิดเป็นร้อยละ 29.17 และทำการซื้อไม้เพื่อจำหน่ายต่อ จำนวน 17 ราย คิดเป็นร้อยละ 70.83 ของผู้ประกอบการทั้งหมด 3) น้ำหอมกฤษณา มีผู้ประกอบการจำหน่ายน้ำหอมกฤษณา จำนวน 10 ราย คิดเป็นร้อยละ 41.67 ของผู้ประกอบการทั้งหมด และ 4) รูปกฤษณา มีผู้ประกอบการซื้อไม้เพื่อจำหน่ายต่อ จำนวน 18 ราย คิดเป็นร้อยละ 75.00 ของผู้ประกอบการทั้งหมด

2. วัตถุดิบ ในรอบ 5 ปีที่ผ่านมา สถานประกอบการที่มีการผลิตน้ำมันกฤษณา มีจำนวน 7 ราย วัตถุดิบที่ใช้คือ ไม้กฤษณาสับและต้นกฤษณา โดยไม้กฤษณาสับจะรับซื้อมาจากโรงงานหรือเกษตรกรจากจังหวัดปราจีนบุรี จันทบุรี นครนายก และตราด โดยมีปริมาณการใช้ต่อปีอยู่ในช่วง 15,000–31,500 กิโลกรัม ราคาที่ซื้ออยู่ในช่วง 75–110 บาทต่อกิโลกรัม สำหรับต้นกฤษณามีการทำสัญญาซื้อขายระหว่างผู้ประกอบการและเกษตรกรจากจังหวัดตราด ปริมาณการใช้เฉลี่ยจำนวน 100 ต้นต่อปี ราคาอยู่ในช่วง 800–1,200 บาทต่อต้น (Table 1) ทั้งนี้ เนื่องจากในปี พ.ศ. 2562–2563 ผู้ประกอบการทั้ง 7 ราย ได้รับผลกระทบจากการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID – 19) จึงส่งผลให้มีการผลิตลดลง รวมถึงผู้ประกอบการที่ใช้ต้นกฤษณาเป็นวัตถุดิบหยุดการผลิตในช่วงเวลาดังกล่าว

Table 1 Quantity of raw materials used in the production of agarwood oil during 2016–2020.

Year	Chopped		Trees	
	Quantity (kg)	Price (baht/kg)	Quantity (trees)	Price (baht/tree)
2016	31,500	75-100	100	800 - 900
2017	30,500	90-110	100	900 - 1,000
2018	26,500	90-110	100	1,000 – 1,200
2019	17,500	90-100	-	-
2020	15,000	90-100	-	-

3. ปริมาณการผลิตและกำลังการผลิตน้ำมันกฤษณา พบว่า ในปี พ.ศ. 2559 ผู้ประกอบการผลิตน้ำมันกฤษณาทั้ง 7 ราย สามารถผลิตน้ำมันกฤษณาได้เต็มกำลังการผลิต จำนวน 1,850 โตร่า ในช่วงปี พ.ศ. 2560–2561 ผู้ประกอบการ จำนวน 2 ราย สามารถผลิตน้ำมันกฤษณาได้ 1,800 โตร่า คิดเป็นร้อยละ 97.30 ของกำลังการผลิตทั้งหมด และในปี พ.ศ. 2562–2563 ผู้ประกอบการทั้ง 7 ราย ประสบปัญหาขาดแคลนวัตถุดิบและขาดแคลนแรงงาน เนื่องจากการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ส่งผลให้ไม่สามารถผลิตได้เต็มกำลังผลิต โดยสามารถผลิตน้ำมันกฤษณาได้จำนวน 1,150 และ 950 โตร่า ตามลำดับ

4. ปัญหาการผลิต ในการผลิตน้ำมันกฤษณา มีปัญหาการผลิต คือ 1) ด้านวัตถุดิบ คิดเป็นร้อยละ 42.86 มีปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบที่มีคุณภาพ เช่น การปนเปื้อนจากกรรมวิธีในการทำให้เกิดสารกฤษณา 2) ระเบียบของทางราชการ มีระยะเวลาในการดำเนินการค่อนข้างนาน คิดเป็นร้อยละ 14.29 และ 3) ด้านแรงงานและบุคลากร ขาดแรงงานที่มีความรู้และความชำนาญ คิดเป็นร้อยละ 57.14

การตลาดของผลิตภัณฑ์กฤษณาในกรุงเทพมหานคร

1. ส่วนประสมการตลาดของผลิตภัณฑ์กฤษณามีดังนี้

1.1 ผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์กฤษณาที่จำหน่ายในกรุงเทพมหานครมี 4 รูปแบบ ได้แก่

1.1.1 ชื่นไม้กฤษณา ผู้ประกอบการรับซื้อชื่นไม้กฤษณาจากเกษตรกรหรือโรงงาน จากนั้นนำชื่นไม้กฤษณามาทำความสะอาด แบ่งคุณภาพของชื่นไม้กฤษณาและทำการกำหนดราคา วิธีการแบ่งคุณภาพจะให้

ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาจากสี น้ำหนัก และกลิ่นของชื่นไม้กฤษณา ซึ่งส่วนใหญ่แบ่งคุณภาพของชื่นไม้กฤษณาเป็น 3 ระดับ ได้แก่ คุณภาพเกรด A, B และ C ราคาตลาดหันตามต้นทุนและกำไรที่ต้องการ ลักษณะของชื่นไม้กฤษณาที่วางจำหน่ายเป็นถุงซิปล็อคขนาดต่าง ๆ ติดตราสินค้าของร้าน จัดแสดงที่โต๊ะที่ทำด้วยกระจก เพื่อให้ลูกค้าสามารถมองเห็นขนาดและสีของชื่นไม้กฤษณาได้ชัดเจน หากลูกค้าสนใจขนาดหรือเกรดไหน ทางผู้ประกอบการจะมีตัวอย่างสำหรับเผาชื่นไม้กฤษณา เพื่อให้ลูกค้าทดสอบกลิ่น

1.1.2 น้ำมันกฤษณา มีการแบ่งคุณภาพของน้ำมันกฤษณาลำดับกับการแบ่งคุณภาพของชื่นไม้กฤษณา โดยแบ่งคุณภาพของน้ำมันกฤษณาออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ คุณภาพเกรด A B และ C โดยแต่ละเกรดมีขนาดของน้ำมันกฤษณา 3 ขนาด คือ 3 มิลลิลิตร 6 มิลลิลิตร และ 12 มิลลิลิตร ติดตราสินค้าที่ขวดแต่ละขนาด

1.1.3 น้ำหอมกฤษณา ผู้ประกอบการจำนวน 4 ราย แบ่งคุณภาพของน้ำหอมกฤษณาออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ คุณภาพเกรด A B และ C คิดเป็นร้อยละ 40.00 ผู้ประกอบการจำนวน 1 ราย แบ่งคุณภาพของน้ำหอมกฤษณาเป็น 2 ระดับ ได้แก่ คุณภาพเกรด A และ B คิดเป็นร้อยละ 10.00 และผู้ประกอบการจำนวน 5 ราย จัดจำหน่ายน้ำหอมกฤษณาเพียงเกรดเดียว คือ เกรด A คิดเป็นร้อยละ 50.00 ผู้ประกอบการทำการส่งผลิตหรือสั่งซื้อน้ำหอมกฤษณาที่แต่งกลิ่นแล้วจากโรงงาน โดยเลือกกลิ่นตามฐานลูกค้าของแต่ละร้านเพื่อนำมาจำหน่ายต่อจำนวน 9 ราย คิดเป็นร้อยละ 90.00 และผู้ประกอบการจำนวน 1 ราย ทำการส่งผลิตน้ำหอมกฤษณา โดยใช้น้ำมันกฤษณาที่ผลิตเองเป็นส่วนผสมในน้ำหอมกฤษณา คิดเป็นร้อยละ 10.00

1.1.4 รูปภักษาณา มีการจำหน่ายเพียงคุณภาพเดียว คือ เกรด A โดยซื้อรูปภักษาณาสำเร็จรูปจากโรงงาน เพื่อเป็นทางเลือกให้แก่ลูกค้าที่มีความสนใจ รูปภักษาณาจำหน่ายเป็นแพ็คเกจ คือ ขนาด 12 กรัม หุ้มด้วยพลาสติกใสทรงกระบอกหรือกล่อง ติดตราสินค้าของร้านค้า

1.2 ข้อมูลราคาของผลิตภัณฑ์กฤษณาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559–2563 ได้แก่ 1) ราคาชิ้นไม้กฤษณาเกรด A อยู่ในช่วง 10,000–42,000 บาทต่อกิโลกรัม ราคาเกรด B อยู่ในช่วง 5,000–30,000 บาทต่อกิโลกรัม และราคาเกรด C อยู่ในช่วง 5,000–15,000 บาทต่อกิโลกรัม 2) ราคาน้ำมันกฤษณา เกรด A อยู่ในช่วง 1,200–4,500 บาทต่อโตร้า ราคาเกรด B อยู่ในช่วง 700–3,500 บาทต่อโตร้า และราคาเกรด C อยู่ในช่วง 600–2,500 บาทต่อโตร้า 3) ราคาน้ำหอมกฤษณา ขนาด 10 มิลลิลิตร เกรด A อยู่ในช่วง 350–550 บาทต่อขวด ราคาเกรด B อยู่ในช่วง 250–350 บาทต่อขวด และราคาเกรด C อยู่ในช่วง 200–250 บาทต่อขวด และน้ำหอมกฤษณาขนาด 50 มิลลิลิตร มีเกรดเดียวและราคาเดียว คือ เกรด A ราคาขวดละ 1,200 บาท และ 4) ราคารูปกฤษณา มีเกรดเดียวคือ เกรด A ราคาอยู่ในช่วง 200–500 บาทต่อห่อหรือกล่อง

1.3 การจัดจำหน่ายของผลิตภัณฑ์กฤษณามีรายละเอียดดังนี้ 1) ขึ้นไม้กฤษณา ในปี พ.ศ. 2559-2563 มีปริมาณการจำหน่ายในตลาดต่างประเทศ จำนวน 286, 289, 312, 419 และ 195 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 30.00, 30.26, 30.48, 40.92 และ 40.66 ตามลำดับ และจำหน่ายตลาดภายในประเทศ จำนวน 669, 666, 713, 606 และ 284 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 70.00, 69.74, 69.52, 59.08 และ 59.34 ตามลำดับ 2) น้ำมันกฤษณา ในปี พ.ศ. 2559-2563 มีปริมาณการจำหน่ายตลาดต่างประเทศ จำนวน 1,195, 1,195, 1,250, 1,417 และ 888 โตร้า คิดเป็นร้อยละ 30.26, 30.26, 30.71, 37.19 และ 37.15 ตามลำดับ และจำหน่ายตลาดภายในประเทศ จำนวน 2,755, 2,755, 2,820, 2,393 และ 1,502 โตร้า คิดเป็นร้อยละ 69.74, 69.74, 69.28, 62.81 และ 62.85 ตามลำดับ 3) น้ำหอมกฤษณา จำหน่ายเฉพาะตลาด

ภายในประเทศ โดยปริมาณที่จำหน่ายในปี พ.ศ. 2559-2563 คือ 1,240, 1,240, 1,390, 1,050 และ 555 ขวด ตามลำดับ และ 4) ระบุภักษณา จำหน่ายเฉพาะ ตลาดภายในประเทศ โดยปริมาณที่จำหน่ายในปี พ.ศ. 2559-2563 คือ 157, 157, 172, 171 และ 68 ห่อ หรือกล่อง ตามลำดับ

1.4 การส่งเสริมการตลาด ผู้ประกอบการ
ผลิตภัณฑ์กฤษณามีการส่งเสริมการตลาด ดังนี้

1.4.1 ผู้ประกอบการมีกิจกรรมส่งเสริมการขาย และใช้พนักงานขาย บริการให้คำแนะนำเรื่องผลิตภัณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 100.00

1.4.2 ผู้ประกอบการมีการโฆษณาร้อยละ 62.50 โดยมีการลงโฆษณาผ่านสื่อออนไลน์ต่าง ๆ ได้แก่ Facebook และ Instagram เป็นต้น

1.4.3 ผู้ประกอบการมีการออกงาน
นิทรรศการแสดงสินค้าต่าง ๆ คิดเป็นร้อยละ 8.33

2. การศึกษาโครงสร้างตลาดของผลิตภัณฑ์ภาษา
โดยทำการวิเคราะห์โครงสร้างตลาด พฤติกรรมตลาด และ
ผลการดำเนินงานตลาด ผลการศึกษามีดังนี้

2.1 โครงสร้างตลาด มีรายละเอียดของการศึกษา
ดังนี้

2.1.1 การวิเคราะห์สัดส่วนความเข้มข้นของผู้ขาย คำนวณจากมูลค่าของผลิตภัณฑ์กฤษณาของแต่ละสถานประกอบการ ในปี พ.ศ. 2559-2560 มีผู้ประกอบการที่จำหน่ายผลิตภัณฑ์กฤษณา จำนวน 19 ราย สัดส่วนความเข้มข้นของผู้ขายเท่ากับร้อยละ 32.26 และ 32.12 ตามลำดับ ดังนั้น โครงสร้างตลาดเป็นแบบผู้ขายน้อยราย (oligopoly) ในปี พ.ศ. 2561 มีผู้ประกอบการรายใหม่เข้าสู่ตลาด จำนวน 2 ราย สัดส่วนความเข้มข้นของผู้ขายเท่ากับร้อยละ 30.82 โครงสร้างตลาดยังเป็นตลาดแบบผู้ขายน้อยราย และในปี พ.ศ. 2562-2563 มีผู้ประกอบการรายใหม่เข้าสู่ตลาด จำนวน 3 ราย สัดส่วนความเข้มข้นของผู้ขายเท่ากับร้อยละ 23.77 และ 29.10 ตามลำดับ ดังนั้น ตลาดของชิ้นไม้กฤษณาจึงยังคงเป็นแบบตลาดผู้ขายน้อยราย (Table 2)

Table 2 Seller concentration ratio of the agarwood product sellers.

Year	Seller concentration ratio (%)	Market structure
2016	32.26	Oligopoly market
2017	32.12	Oligopoly market
2018	30.82	Oligopoly market
2019	23.77	Oligopoly market
2020	29.10	Oligopoly market

2.1.2 ความแตกต่างของสินค้า มีรายละเอียดดังนี้

1) ความแตกต่างทางด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์กฤษณา ผู้ประกอบการมีวิธีการผลิต และการคัดเลือกวัตถุดิบ และการคัดเลือกผลิตภัณฑ์เพื่อนำมาจำหน่ายที่ต่างกัน จึงทำให้ผลิตภัณฑ์กฤษณาที่วางจำหน่ายมีหลากหลายคุณภาพ

2) ความแตกต่างทางด้านราคา ผู้ประกอบการแต่ละรายมีวิธีการกำหนดราคาสินค้าที่ต่างกัน ดังนี้ 1) กำหนดราคาโดยนำต้นทุนบวกกำไรที่ต้องการ 2) กำหนดราคาสินค้าเอง 3) ผู้ประกอบการบางรายมีวิธีการตั้งราคาให้ใกล้เคียงกับราคาของผู้ประกอบการรายอื่น และ 4) กำหนดโดยตั้งราคาให้ต่ำเพื่อให้มียอดขายในปริมาณมาก

3) ความแตกต่างของรูปแบบผลิตภัณฑ์ รูปแบบของผลิตภัณฑ์กฤษณาที่จำหน่ายมี 4 รูปแบบ คือ ขึ้นไม้กฤษณา น้ำมันกฤษณา น้ำหอมกฤษณา และรูปกฤษณา โดยผลิตภัณฑ์หลักที่จำหน่ายในกรุงเทพมหานครคือ ขึ้นไม้กฤษณาและน้ำมันกฤษณา สำหรับน้ำหอมกฤษณาและรูปกฤษณา ผู้ประกอบการนำมาจำหน่ายเพื่อเป็นทางเลือกให้แก่ลูกค้าที่สนใจ ซึ่งผลิตภัณฑ์ของผู้ประกอบการแต่ละรายมีความแตกต่างกันในลักษณะภายนอก คุณภาพ สี กลิ่น ผู้ที่ไม่มีความรู้ความสามารถ และไม่มีประสบการณ์ในการดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์กฤษณาจะจำแนกผลิตภัณฑ์แต่ละคุณภาพได้ยาก เมื่อผลิตภัณฑ์แต่ละรูปแบบไม่มีความแตกต่างในสายตาของลูกค้า จึงส่งผลให้ผู้ประกอบการแต่ละรายต้องสร้างกลยุทธ์ในการสร้างความแตกต่างของ

ผลิตภัณฑ์และธุรกิจของตน จึงทำให้การแข่งขันมีความรุนแรง และมีการแข่งขันกันเพื่อแย่งส่วนแบ่งการตลาด

4) ความแตกต่างทางการให้บริการ ผู้ประกอบการทั้ง 24 ราย คิดเป็นร้อยละ 100.00 ใช้พนักงานขายเพื่อให้คำแนะนำผลิตภัณฑ์ของร้านค้าแก่ลูกค้า เพื่อให้ลูกค้าทราบว่าผลิตภัณฑ์แต่ละแบบแต่ละเกรดมีคุณสมบัติแตกต่างกันอย่างไร รวมถึงการทดสอบสินค้าเพื่อประกอบการตัดสินใจซื้อของลูกค้า และผู้ประกอบการจำนวน 15 ราย คิดเป็นร้อยละ 62.50 ดึงดูดลูกค้าโดยการให้ส่วนลดและของแถม

2.1.3 อุปสรรคในการเข้าสู่ตลาด มีดังนี้

1) อุปสรรคเนื่องจากต้นทุนที่แท้จริง การผลิตหรือการจำหน่ายผลิตภัณฑ์กฤษณาจำเป็นต้องใช้ความรู้ความชำนาญ และประสบการณ์ โดยเฉพาะในเรื่องของเทคนิคการผลิต เพื่อให้ได้สินค้าที่มีคุณภาพ ผู้ประกอบการรายใหม่ต้องเรียนรู้เทคนิคต่าง ๆ โดยอาศัยประสบการณ์ในการดำเนินการเป็นระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งเป็นต้นทุนด้านเทคนิคการผลิตที่ผู้ประกอบการรายใหม่ต้องเผชิญ สำหรับต้นทุนด้านบุคลากรนั้น ในการผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์กฤษณานั้นต้องใช้บุคลากรที่มีความรู้ความสามารถ และมีทักษะ ความชำนาญเฉพาะซึ่งบุคลากรดังกล่าวมีอยู่น้อย จึงเป็นอุปสรรคในการเข้ามาของผู้ประกอบการรายใหม่

2) อุปสรรคเนื่องจากการเข้าถึงช่องทางการจัดจำหน่าย ผู้ประกอบการรายเดิมจำนวน 19 ราย ได้สร้างช่องทางการจัดจำหน่าย รวมถึงการสร้างความสัมพันธ์ที่ดีกับกลุ่มลูกค้าในระดับต่าง ๆ ไว้มากแล้ว การที่ผู้ประกอบการรายใหม่จะนำสินค้าเข้าไปวางขายเพื่อ

แย่งชิงพื้นที่การจัดจำหน่ายในตลาด และเพื่อให้สินค้าของตนติดตลาดนั้นเป็นไปได้ค่อนข้างยาก ต้องใช้ระยะเวลาและงบประมาณจำนวนมากกว่าผู้ประกอบการรายเดิม ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นอุปสรรคในการเข้ามาทำธุรกิจของผู้ประกอบการรายใหม่

3) อุปสรรคเนื่องจากความแตกต่างในตัวสินค้า ผู้บริโภคมีความคุ้นเคยในตัวสินค้าและเชื่อมั่นกับคุณภาพของสินค้าของผู้ประกอบการรายเดิมที่ครองตลาดมานาน ดังนั้น ผู้ประกอบการรายใหม่ต้องเผชิญกับการตอบรับในสินค้าใหม่ของผู้บริโภค ที่ยังไม่มีความคุ้นเคย และไม่มีความมั่นใจในคุณภาพ ถึงแม้ว่าผลิตภัณฑ์ใหม่จะมีลักษณะ รูปแบบ และคุณภาพเหมือนสินค้าของผู้ประกอบการรายเดิมก็ตาม ซึ่งเป็นอุปสรรคที่สำคัญ ทำให้การเข้ามาทำธุรกิจของผู้ประกอบการรายใหม่เป็นไปได้ยากพอสมควร

2.2 พฤติกรรมตลาด พิจารณาจากนโยบายการกำหนดราคา นโยบายด้านผลิตภัณฑ์ และนโยบายการส่งเสริมการขาย ผลการศึกษาดังนี้

2.2.1 นโยบายในการกำหนดราคา ผู้ประกอบการมีการใช้กลยุทธ์ทางด้านราคาในการแข่งขันค่อนข้างมาก เนื่องจากปัจจุบันเป็นยุคของข้อมูลข่าวสารมีความสะดวกในการค้นหาข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ ของสินค้าจากสื่อโฆษณาและอินเทอร์เน็ต ทำให้เกิดความง่ายในการตรวจสอบราคาสินค้าและทำให้เกิดการแข่งขันด้านราคาตามมา ส่วนผู้ประกอบการรายใหม่จะกำหนดราคาสินค้าโดยพิจารณาจากผู้ประกอบการรายเดิมที่มีอยู่ในตลาด ถึงแม้ว่าสินค้าจะมีคุณภาพเหมือนกันก็ต้องจำหน่ายในราคาที่เท่ากับหรือต่ำกว่าราคาสินค้าของผู้ประกอบการรายเดิมที่ครองตลาดมานาน ผู้ประกอบการรายเดิมก็จะได้รับผลกระทบจากการที่ผู้ประกอบการรายใหม่ขายสินค้าในราคาที่ต่ำกว่า

2.2.2 นโยบายด้านผลิตภัณฑ์ นโยบายด้านผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวกับตัวสินค้าโดยตรง ได้แก่ การแบ่งคุณภาพสินค้า ผู้ประกอบการส่วนใหญ่มีนโยบายในการแบ่งคุณภาพสินค้าไม่ว่าจะเป็นชั้นไม้กฤษณา น้ำมันกฤษณา และน้ำหอมกฤษณา โดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ เกรด A B และ C ซึ่งสินค้าเกรด C จะมีราคาถูกกว่า

สินค้าเกรด B ประมาณร้อยละ 50.00 และสินค้าเกรด B จะมีราคาถูกกว่าสินค้าเกรด A ประมาณร้อยละ 50.00 เช่นกัน สำหรับนโยบายการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ผู้ประกอบการจะพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้สูงขึ้น ให้ผลิตภัณฑ์มีมาตรฐาน เป็นที่ยอมรับ และจะพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องเพิ่มขึ้น

2.2.3 นโยบายการส่งเสริมการขาย ผู้ประกอบการส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 90.00 ยังคงมีนโยบายใช้พนักงานขาย โดยผู้ประกอบการมองว่าเป็นวิธีที่ดีที่สุด เนื่องจากลูกค้าจะต้องมีการทดลองผลิตภัณฑ์ก่อนที่จะทำการซื้อขายอยู่ตลอด และผู้ประกอบการบางรายจะเพิ่มเกี่ยวกับการประชาสัมพันธ์ การโฆษณาผ่านสื่อต่าง ๆ โดยส่วนใหญ่จะเป็นในช่องทาง Social media เพื่อช่วยให้ลูกค้าเข้าถึงผลิตภัณฑ์ได้มากขึ้น

2.3 การวิเคราะห์ผลการดำเนินงานตลาด ผู้ประกอบการที่มีการผลิตน้ำมันกฤษณา ในสถานการณ์ปกติจะมีการผลิตเต็มกำลังการผลิตอยู่แล้ว ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบและจำนวนคนงาน ณ ขณะนั้นด้วย ซึ่งหากขาดแคลนวัตถุดิบ หรือวัตถุดิบไม่มีคุณภาพก็จะส่งผลให้ผลิตได้ไม่เต็มกำลังการผลิต สำหรับปัญหาการตลาด ผู้ประกอบการมีปัญหาเกี่ยวกับการส่งออกสินค้าไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศที่มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการเปิดตลาดของผู้ประกอบการหลายราย ประกอบกับสถานการณ์การระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ส่งผลให้สภาวะเศรษฐกิจตกต่ำทั่วโลก ซึ่งอาจจะส่งผลให้สินค้าที่วางจำหน่ายในต่างประเทศมีราคาถูกลงไปด้วย ในส่วนของปัญหาการตลาดในประเทศคือ ฐานลูกค้าส่วนใหญ่เป็นชาวตะวันออกกลาง เมื่ออยู่ในช่วงของโรคระบาด และเศรษฐกิจเกิดการชะลอตัว จึงส่งผลให้ลูกค้าที่จะเข้ามาทำการซื้อขายลดน้อยลงไปด้วย

การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมของธุรกิจผลิตภัณฑ์กฤษณาในกรุงเทพมหานคร ด้วยการวิเคราะห์ SWOT

จากการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมของธุรกิจผลิตภัณฑ์กฤษณาในกรุงเทพมหานคร โดยการวิเคราะห์ SWOT ได้แก่ จุดแข็ง (strengths: S) จุดอ่อน (weakness: W)

โอกาส (opportunities: O) และอุปสรรค (threat: T) แล้วนำมาสร้างกลยุทธ์ทางการตลาดโดยใช้ TOWS Matrix โดยนำปัจจัยภายใน (จุดแข็งและจุดอ่อน) และปัจจัยภายนอก (โอกาสและอุปสรรค) มาจับคู่กัน กำหนดเป็นกลยุทธ์ทางเลือกได้ 4 แบบ ได้แก่ กลยุทธ์เชิงรุก (SO) กลยุทธ์พลิกฟื้น (WO) กลยุทธ์การรักษาเสถียรภาพ (ST) และกลยุทธ์การตัดทอน (WT) จากนั้นนำกลยุทธ์ทางเลือกต่าง ๆ ที่ได้มาจัดทำเป็นกลยุทธ์การดำเนินงานของธุรกิจผลิตภัณฑ์กฤษณาในกรุงเทพมหานคร ดังนี้

1. กลยุทธ์สินค้าคุณภาพดี มีมาตรฐานกว่าคู่แข่ง เช่น ผลิตภัณฑ์น้ำมันกฤษณาได้รับการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) เป็นต้น ทำให้สามารถกำหนดราคาที่สูงกว่าคู่แข่งได้ ใช้เครือข่ายผลิตภัณฑ์กฤษณาที่มีอยู่แล้ว เพื่อเพิ่มช่องทางการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์กฤษณาเพิ่มขึ้น

2. กลยุทธ์การตีโฉบล้อม เป็นการเสนอผลิตภัณฑ์กฤษณาให้ลูกค้าเลือกหลายรูปแบบ หลายขนาด หลายเกรด และหลายระดับราคา เพื่อสามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าที่แตกต่างกัน ผู้ประกอบการจึงควรทำสินค้าของตนให้มีความโดดเด่น แตกต่างจากคู่แข่งรายอื่น ๆ เพื่อสร้างความพึงพอใจให้แก่กลุ่มลูกค้าเป้าหมาย

3. กลยุทธ์ที่ดีในด้านข้าง โดยตอบสนองความต้องการของลูกค้าในเรื่องการดูแลสุขภาพและสิ่งแวดล้อม เช่น การใช้น้ำมันกฤษณาเป็นยาบำรุงหัวใจ การใช้ชิ้นไม้กฤษณาในการลดความตึงเครียด เป็นต้น จึงควรเน้นการโฆษณาและประชาสัมพันธ์ในจุดเด่นนี้

4. กลยุทธ์ผลิตภัณฑ์หลายชนิด และกลยุทธ์การค้นพบผลิตภัณฑ์ใหม่ โดยการขยายธุรกิจที่เป็นธุรกิจต่อเนื่องหรือสนับสนุนธุรกิจผลิตภัณฑ์กฤษณา เช่น สบู่กฤษณา เครื่องประพรมผิว รวมถึงการปลูกสร้างสวนป่าไม้กฤษณา เป็นต้น และควรขอรับการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐ และสถาบันการศึกษาต่าง ๆ ในด้านการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตและวัตถุดิบ

5. กลยุทธ์การป้องกันแบบเคลื่อนที่ โดยการพัฒนา ปรับปรุง และเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์ให้มีรูปแบบใหม่ ๆ อยู่เสมอ สร้างมาตรฐานของสินค้าให้มีจุดเด่นที่ตรง

กับความต้องการของผู้บริโภค การพัฒนาคุณภาพไม่ว่าจะเป็นเรื่องการบรรจุภัณฑ์ หรือในด้านอื่น ๆ ควรปรับปรุงในการตลาดในประเทศ และขยายตัวไปสู่ตลาดต่างประเทศเพิ่มขึ้น โดยแต่งตั้งบริษัทตัวแทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์กฤษณาในประเทศที่มีศักยภาพ และมีกำลังซื้อสูง

6. กลยุทธ์สร้างความแข็งแกร่งให้กับองค์กร โดยการรวมกลุ่มพันธมิตรทางธุรกิจ เพื่อช่วยเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของธุรกิจผลิตภัณฑ์กฤษณาโดยอาศัยทรัพยากร และความรู้ความสามารถของพันธมิตรมาช่วยเสริมจุดแข็งให้เกื้อหนุนและกัน การก่อตั้งพันธมิตรจะช่วยให้สามารถแข่งขันกับคู่แข่งได้ในการทำให้ต้นทุนเฉลี่ยต่อหน่วยลดลง ช่วยสร้างมาตรฐานผลิตภัณฑ์ร่วมกัน ช่วยในการสร้างช่องทางการตลาด รวมถึงการช่วยลดความเสี่ยงในการรับมือกับสภาวะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

การวิเคราะห์พลังกดดันของการแข่งขันทั้ง 5 ของธุรกิจผลิตภัณฑ์กฤษณาในกรุงเทพมหานคร

การวิเคราะห์พลังกดดันการแข่งขันทั้ง 5 ประการ เป็นการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการแข่งขันและเป็นปัจจัยที่กำหนดกำไรของธุรกิจ มีผลต่อต้นทุน ราคาสินค้า และความต้องการในการลงทุนของหน่วยธุรกิจในอุตสาหกรรม การวิเคราะห์นี้จะช่วยให้ธุรกิจนำไปใช้ในการกำหนดกลยุทธ์การแข่งขันทางการตลาดของหน่วยธุรกิจ โดยมีผลการศึกษาดังนี้

1. อุปสรรคจากการแข่งขันจากคู่แข่งภายในธุรกิจเดียวกัน มีรายละเอียดดังนี้

1.1 จำนวนคู่แข่งภายในธุรกิจเดียวกัน ในปี พ.ศ. 2563 จำนวนคู่แข่งที่จำหน่ายผลิตภัณฑ์กฤษณาในกรุงเทพมหานครมีทั้งสิ้น 24 ราย การที่มีคู่แข่งน้อย ทำให้สภาวะการแข่งขันของธุรกิจกฤษณาในกรุงเทพมหานครไม่รุนแรงมากนัก

1.2 อัตราการเติบโตของธุรกิจผลิตภัณฑ์กฤษณาในปี พ.ศ. 2559–2561 มีปริมาณการผลิตและการจำหน่ายผลิตภัณฑ์กฤษณาเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 35.21 ต่อปี และในปี พ.ศ. 2562–2563 เกิดการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ส่งผลให้เศรษฐกิจมีการชะลอตัวและมีผลกระทบกับธุรกิจผลิตภัณฑ์กฤษณาในกรุงเทพมหานคร ส่งผลให้ปี

พ.ศ. 2562–2563 มีอัตราการเติบโตรายปีลดลงจากปี พ.ศ. 2561 ร้อยละ 9.03 และ 47.99 ตามลำดับ

1.3 ลักษณะเฉพาะของสินค้าหรือบริการ ผลิตภัณฑ์กฤษณาเป็นสินค้าที่ไม่ค่อยมีความแตกต่างกันระหว่างหน่วยธุรกิจและตัวสินค้ามากนัก จึงทำให้การแข่งขันในธุรกิจมีความรุนแรง และมีการแข่งขันเพื่อแย่งชิงส่วนแบ่งการตลาด

1.4 ต้นทุนรวม ผลิตภัณฑ์กฤษณาเป็นธุรกิจที่ใช้เงินลงทุนสูงพอสมควร ได้แก่ ต้นทุนคงที่ซึ่งมาจากค่าเครื่องจักร และต้นทุนผันแปรซึ่งมาจากค่าวัตถุดิบ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการผลิต การส่งเสริมการตลาด และการจัดจำหน่าย ดังนั้น ผู้ประกอบการแต่ละรายจึงทำการผลิตสินค้าหรือจำหน่ายสินค้าในปริมาณที่มาก เพื่อกระจายต้นทุนเฉลี่ยไปตามจำนวนสินค้าที่ผลิตหรือจำหน่าย ทำให้ผู้ประกอบการต้องเน้นการส่งเสริมการขายเพื่อขายสินค้าให้ได้ปริมาณมากที่สุด ส่วนการกำหนดราคา ผู้ประกอบการรายใหม่กำหนดสินค้าให้มีราคาเท่ากับหรือต่ำกว่าราคาสินค้าของผู้ประกอบการรายเดิมที่ครองตลาดอยู่ ผู้ประกอบการรายเดิมได้รับผลกระทบจึงปรับลดราคาสินค้าลงในบางรูปแบบหรือมีการเพิ่มกิจกรรมส่งเสริมการขาย

1.5 โครงสร้างในการแข่งขันของธุรกิจ ตลาดของผลิตภัณฑ์กฤษณาเป็นแบบตลาดผู้ขายน้อยราย ประกอบด้วยผู้ประกอบการ จำนวน 24 ราย ผู้ประกอบการแต่ละรายมีการแข่งขันกันในตลาด โดยมีการใช้วัตถุดิบออกแบบสินค้า และพัฒนาสินค้าให้มีการใช้งานที่แตกต่างกัน รูปแบบที่แตกต่างกัน หรือขนาดที่แตกต่างกัน เพื่อสร้างจุดเด่นให้กับผลิตภัณฑ์และธุรกิจของตนเอง ทำให้สถานะการแข่งขันในธุรกิจผลิตภัณฑ์กฤษณาในกรุงเทพมหานครมีความรุนแรง จะเห็นได้ว่าตัวกำหนดความรุนแรงของการแข่งขันที่สร้างแรงกดดันที่ต่ำให้คู่แข่งในธุรกิจ ทำให้สถานะการแข่งขันไม่รุนแรงมีดังนี้ 1) จำนวนคู่แข่งในธุรกิจน้อย 2) มีอัตราการเติบโตของธุรกิจที่ดี และ 3) โครงสร้างในการแข่งขันของธุรกิจเป็นแบบผู้ขายน้อยราย ตัวกำหนดความรุนแรงของการแข่งขันที่สร้างแรงกดดันที่สูงให้คู่แข่งในธุรกิจ ทำให้สถานะการแข่งขันในธุรกิจรุนแรงมีดังนี้ 1) ลักษณะเฉพาะของสินค้าหรือบริการที่ไม่ค่อยแตกต่างกันมากนัก ผู้ประกอบการจึง

สร้างความแตกต่างให้กับสินค้า และ 2) มีมูลค่าของต้นทุนรวมที่สูง โดยภาพรวมสถานะการแข่งขันในธุรกิจผลิตภัณฑ์กฤษณามีความรุนแรง

2. อุปสรรคของคู่แข่งที่เข้ามาใหม่ มีรายละเอียดดังนี้

2.1 เงินลงทุน การผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์กฤษณาต้องใช้เงินลงทุนค่อนข้างสูง ทั้งการจัดตั้งโรงงาน การใช้วัตถุดิบ รวมถึงการดำเนินการกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งสร้างแรงกดดันที่สูงให้กับคู่แข่งรายใหม่ที่จะเข้ามา

2.2 ความแตกต่างของสินค้าและบริการ ผู้ประกอบการรายเก่ามีความได้เปรียบเพราะผู้บริโภคมีความเชื่อถือในคุณภาพที่มีมานาน ผู้ประกอบการบางรายสร้างความแตกต่างทางด้านขนาดในตัวสินค้าของตน โดยผลิตหรือจำหน่ายสินค้าที่มีรูปแบบ ขนาด คุณภาพที่แตกต่างออกไป ทั้งยังสร้างความแตกต่างทางการให้บริการโดยมีการแข่งขันการดึงดูดลูกค้าโดยการให้ส่วนลดและของแถมให้กับลูกค้า ดังนั้น คู่แข่งขันรายใหม่ที่จะเข้ามาต้องยอมรับความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้น จากการที่ผู้บริโภคมีความภักดีต่อตราสินค้าเดิมที่อยู่ในท้องตลาด ทำให้เกิดแรงกดดันที่สูงสำหรับคู่แข่งรายใหม่ที่จะเข้ามาสู่ธุรกิจในการสร้างสินค้าให้มีความแตกต่างจากสินค้าที่วางจำหน่ายในท้องตลาด เพื่อที่จะเอาชนะความชอบและความภักดีของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ของธุรกิจเดิมให้หันมาสู่ผลิตภัณฑ์ของตน

2.3 การประหยัดต่อขนาด การผลิตผลิตภัณฑ์กฤษณาหากสามารถผลิตออกมาให้ได้ปริมาณมาก ๆ (mass production) จะทำให้ต้นทุนต่อหน่วยในการผลิตลดลง ก็จะทำให้เกิดความได้เปรียบทางการประหยัดต่อขนาด ดังนั้น คู่แข่งขันรายใหม่ที่จะเข้ามาในธุรกิจหากไม่มีพื้นฐานในการทำธุรกิจด้านผลิตภัณฑ์กฤษณาก็จะเป็นเรื่องลำบาก เนื่องจากกรรมวิธีในการผลิตผลิตภัณฑ์กฤษณาต้องใช้ความรู้ เทคนิค และประสบการณ์ กล่าวคือ การเลือกใช้วัตถุดิบ อัตราส่วนผสมของวัตถุดิบ เทคนิคในการผลิตต้องอาศัยประสบการณ์ การทดลอง และวิจัยมาพอสมควรเพราะจะมีผลต่อคุณสมบัติผลิตภัณฑ์กฤษณา ซึ่งการที่ไม่มีความได้เปรียบจากการประหยัดต่อขนาดถือเป็นอุปสรรคที่จะเข้ามาสู่ธุรกิจนี้ จึงสร้างแรง

กดดันที่จะเกิดจากการเข้าสู่ธุรกิจของคู่แข่งรายใหม่อยู่ในระดับที่สูง

2.4 การเข้าถึงช่องทางการจัดจำหน่าย ผู้ผลิตและผู้จำหน่ายผลิตภัณฑ์กฤษณาเดิมที่อยู่ในธุรกิจนั้นมีการดำเนินการอยู่ก่อน ทำให้มีช่องทางในการจัดจำหน่ายที่พร้อมอยู่แล้ว และมีความสัมพันธ์กับผู้จัดจำหน่ายสินค้ามานาน คู่แข่งขันรายใหม่ที่จะเข้าสู่ธุรกิจต้องเข้ามาสร้างช่องทางการจัดจำหน่ายขึ้นมาใหม่ซึ่งไม่ใช่เรื่องง่าย เช่น การให้ส่วนลด การโฆษณา จึงเกิดแรงกดดันที่สูงในการเข้าสู่ธุรกิจของคู่แข่งรายใหม่

2.5 ผู้ผลิตมีการปิดบังสูตรการผลิตและเทคนิคการผลิตไว้เป็นความลับ การผลิตผลิตภัณฑ์กฤษณาต้องใช้ความรู้ ความชำนาญ และประสบการณ์เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะขั้นตอน วิธีการ ตั้งแต่การทำให้เกิดสารกฤษณาในต้นกฤษณา การผลิตน้ำมันกฤษณา รวมถึงวิธีการคัดเลือกผลิตภัณฑ์จากผู้ประกอบการรายอื่นเพื่อนำมาจำหน่ายต่อ เพื่อให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์กฤษณาที่มีคุณภาพ มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ ผู้ประกอบการพยายามที่จะปิดบังสูตรการผลิตและเทคนิคด้านต่าง ๆ ไว้เป็นความลับ จึงต้องใช้บุคลากรที่มีความรู้ ความสามารถ ความชำนาญ ในการดำเนินการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์กฤษณา ซึ่งบุคลากรเหล่านี้มีจำนวนจำกัดและทำงานอยู่กับผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์กฤษณาอยู่แล้ว ทำให้คู่แข่งรายใหม่ที่จะเข้ามาในธุรกิจต้องเสียค่าใช้จ่ายหรือค่าจ้างในอัตราที่สูงกว่าปกติ เพื่อดึงบุคลากรที่มีความรู้ให้มาทำงานกับผู้ประกอบการรายใหม่ จึงสร้างแรงกดดันที่สูงในการเข้าสู่ธุรกิจของคู่แข่งรายใหม่

3. อุปสรรคจากการเพิ่มอำนาจการต่อรองของผู้จำหน่ายปัจจัยการผลิต พบว่า วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์กฤษณาคือเนื้อไม้ต้นกฤษณาที่มีสารกฤษณา ซึ่งปริมาณสารกฤษณาที่เกิดขึ้นในแต่ละต้นไม่เท่ากัน ปริมาณสารกฤษณามากน้อยขึ้นอยู่กับกรรมวิธีในการกระตุ้นให้เกิดสารกฤษณา ดังนั้น ผู้จำหน่ายวัตถุดิบหรือชิ้นไม้ที่มีสารกฤษณาจึงมีอำนาจในการขายวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์กฤษณามากและเป็นผู้กำหนดราคาผลิตภัณฑ์กฤษณา

4. อุปสรรคจากการเพิ่มอำนาจการต่อรองของผู้ซื้อ มีรายละเอียดดังนี้

4.1 กลุ่มลูกค้า กลุ่มลูกค้าหลักของผลิตภัณฑ์กฤษณา ซึ่งเป็นกลุ่มลูกค้าเฉพาะกลุ่ม คือ ชาวตะวันออกกลาง ผู้ซื้อที่มีอำนาจในการต่อรองสูง เนื่องจากสถานะเศรษฐกิจจะล่อตัวทำให้กำลังซื้อลดลง มีผลทำให้ผู้ประกอบการต้องการที่จะขายสินค้าเพื่อสร้างยอดขาย ผู้ซื้อจึงมีอำนาจพิจารณาตัดสินใจซื้อจากสินค้าที่มีคุณภาพและราคาถูก ผู้ประกอบการบางรายมีการให้ส่วนลดหรือของแถมกับลูกค้า จะเห็นได้ว่าผู้ซื้อเป็นผู้มีอำนาจต่อรองทางด้านราคาในการซื้อสินค้า ทำให้ผู้ประกอบการลดราคาสินค้าลงหรือปรับปรุงสินค้าให้มีคุณภาพสูงขึ้น มีผลทำให้ผู้ประกอบการมีกำไรลดลง

4.2 ความแตกต่างของสินค้าในสายตาผู้ซื้อ ถ้าสินค้าไม่มีความแตกต่างในสายตาผู้ซื้อ ผู้ซื้อย่อมสามารถเลือกซื้อสินค้าจากผู้ประกอบการรายใดก็ได้ ผลิตภัณฑ์กฤษณาที่จำหน่ายในท้องตลาดจะมีความแตกต่างในสายตาผู้ซื้อไม่มากนัก ดังนั้น ผู้ผลิตหรือผู้จำหน่ายผลิตภัณฑ์กฤษณาจึงต้องสร้างความแตกต่างของสินค้าของตน โดยพัฒนาหรือเลือกสินค้าที่รูปร่าง ขนาด คุณสมบัติ และรูปแบบการใช้งานที่แตกต่างกันออกไป

4.3 ความสามารถในการเข้าถึงข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ ปัจจุบันเป็นยุคของข้อมูลข่าวสาร มีความสะดวกในการค้นหาข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ ของสินค้าจากช่องทางการสื่อสารต่าง ๆ ทำให้ผู้ซื้อสามารถตรวจสอบรายละเอียดของสินค้าของผู้ผลิตหรือผู้จำหน่ายแต่ละรายได้ง่าย ผู้ประกอบการจึงต้องพยายามสร้างความแตกต่างของสินค้าของตนให้แตกต่างจากผู้ประกอบการรายอื่น เพื่อให้ผู้ซื้อสามารถตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าที่มีคุณภาพและราคาที่พอใจได้ง่ายขึ้น

5. อุปสรรคจากสินค้าทดแทน พบว่า ผลิตภัณฑ์กฤษณาที่มีสินค้าทดแทนแทนค่อนข้างยาก เนื่องจากไม้กฤษณาเป็นไม้ที่มีสารเฉพาะตัว โดยยางหรือชันที่พบในต้นกฤษณานี้ให้กลิ่นที่แตกต่างออกไปจากน้ำมันหอมระเหยตัวอื่น ๆ ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์กฤษณา มีราคาสูง

สรุปและข้อเสนอแนะ

ในกรุงเทพมหานครมีผู้ประกอบการธุรกิจผลิตภัณฑ์กฤษณา 24 ราย ดำเนินการผลิตน้ำมันกฤษณาเอง จำนวน 7 ราย ปริมาณการผลิตทั้งหมดตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559–2563 เท่ากับ 1,850, 1,800, 1,800, 1,150 และ 950 โตร่า ตามลำดับ ปัญหาการผลิตที่พบ ได้แก่ คุณภาพวัตถุดิบ ด้านระเบียบราชการ และด้านแรงงาน และบุคลากร รูปแบบผลิตภัณฑ์ที่จำหน่าย ได้แก่ ขึ้นไม้กฤษณา น้ำมันกฤษณา น้ำหอมกฤษณา และรูปกฤษณา ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Wijitphan (2006) ที่กล่าวว่า ผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายมี 2 แบบ คือ น้ำมันหอมระเหยและขึ้นไม้กฤษณา โดยมีการส่งเสริมการตลาด ได้แก่ การโฆษณาผ่านสื่อต่าง ๆ กิจกรรมส่งเสริมการขาย การใช้พนักงานขาย บริการให้คำแนะนำเรื่องผลิตภัณฑ์ และออกบูธงานแสดงสินค้า โครงสร้างตลาดเป็นแบบผู้ขายน้อยราย ผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างทางด้านคุณภาพ ราคา ขนาด รูปแบบ และการให้บริการ มีอุปสรรคในการเข้าสู่ตลาดของผู้ประกอบการรายใหม่ ได้แก่ อุปสรรคเนื่องมาจากต้นทุนที่แท้จริง อุปสรรคเนื่องมาจากการเข้าถึงช่องทางการจัดจำหน่าย และอุปสรรคเนื่องมาจากความแตกต่างในตัวสินค้า พฤติกรรมตลาด มีนโยบายในการกำหนดราคา ผลิตภัณฑ์กฤษณาที่ทำการส่งออกผู้ประกอบการจะเป็นผู้กำหนดราคาส่งออก โดยพิจารณาจากราคาผลิตภัณฑ์กฤษณาในตลาดโลกและกำหนดโดยนำต้นทุนบวกกำไรที่ต้องการเป็นเกณฑ์ ส่วนการกำหนดราคาสำหรับจำหน่ายในประเทศนั้นจะเป็นไปตามลักษณะตลาด นโยบายด้านผลิตภัณฑ์ มีการแบ่งคุณภาพของผลิตภัณฑ์ออกเป็นคุณภาพเกรด A เกรด B และเกรด C และมีนโยบายการส่งเสริมการขาย โดยใช้พนักงานขาย และการประชาสัมพันธ์ การโฆษณาผ่านสื่อต่าง ๆ สำหรับผลการดำเนินงานของตลาด พบว่า ผู้ประกอบการที่ผลิตน้ำมันกฤษณา ในสถานการณ์ปกติมีการผลิตเต็มกำลังการผลิตอยู่แล้ว ซึ่งหากขาดแคลนวัตถุดิบ หรือวัตถุดิบไม่มีคุณภาพก็จะส่งผลให้ผลิตได้ไม่เต็มกำลังการผลิต ประกอบกับสถานการณ์การระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ส่งผลให้สถานะเศรษฐกิจตกต่ำทั่วโลก

เมื่ออยู่ในช่วงของโรคระบาด และเศรษฐกิจเกิดการชะลอตัว จึงส่งผลให้ลูกค้าที่เข้ามาทำการซื้อขายลดน้อยลงไปด้วย

จากการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมของธุรกิจผลิตภัณฑ์กฤษณาในกรุงเทพมหานคร โดยการวิเคราะห์ SWOT แล้วนำมาสร้างกลยุทธ์ทางการตลาดโดยใช้ TOWS Matrix สามารถจัดทำเป็นกลยุทธ์การดำเนินงานของธุรกิจผลิตภัณฑ์กฤษณาในกรุงเทพมหานคร ได้แก่ กลยุทธ์สินค้ามีคุณภาพดี มีมาตรฐานกว่าคู่แข่ง กลยุทธ์การตีโอบล้อมกลยุทธ์ที่ดีที่ด้านข้าง กลยุทธ์ผลิตภัณฑ์หลายชนิด กลยุทธ์การป้องกันแบบเคลื่อนที่ และกลยุทธ์สร้างความเข้มแข็งให้กับองค์กร

การวิเคราะห์พลังกดดันการแข่งขันทั้ง 5 ของธุรกิจผลิตภัณฑ์กฤษณาในกรุงเทพมหานคร โดยภาพรวมสถานะการแข่งขันในธุรกิจผลิตภัณฑ์กฤษณามีความรุนแรง ธุรกิจผลิตภัณฑ์กฤษณามีการแข่งขันเพื่อแย่งชิงส่วนแบ่งตลาดโดยการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ทำให้เสียค่าใช้จ่ายมากขึ้นในการทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแตกต่าง มีอุปสรรคของคู่แข่งที่เข้ามาใหม่ ได้แก่ เงินลงทุน ความแตกต่างของสินค้า การประหยัดต่อขนาด การเข้าถึงช่องทางในการจัดจำหน่าย และผู้ผลิตมีการปิดบังสูตรการผลิตและเทคนิคการผลิตไว้เป็นความลับ ผู้จำหน่ายปัจจัยการผลิตมีอำนาจการต่อรองสูง เนื่องจากวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์กฤษณาคือเนื้อไม้ต้นกฤษณาที่มีสารกฤษณา ซึ่งปริมาณสารกฤษณาที่เกิดขึ้นในแต่ละต้นไม่เท่ากัน ปริมาณสารกฤษณามากน้อยขึ้นอยู่กับกรรมวิธีในการกระตุ้นให้เกิดสารกฤษณา และเป็นวัตถุดิบที่ไม่สามารถทดแทนด้วยวัตถุดิบอื่นได้ ผู้ซื้อที่มีอำนาจในการต่อรองสูง เนื่องจากเศรษฐกิจชะลอตัวทำให้กำลังซื้อลดลง รวมถึงปัจจุบันลูกค้าสามารถในการเข้าถึงข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ มีความสะดวกในการค้นหาข้อมูลข่าวสารของสินค้าจากช่องทางการสื่อสารต่าง ๆ ทำให้ผู้ซื้อสามารถตรวจสอบรายละเอียดของสินค้าของผู้ประกอบการแต่ละรายได้ง่ายมีผลทำให้ผู้ผลิตหรือผู้จำหน่ายต้องการที่จะขายสินค้าเพื่อสร้างยอดขาย จึงมีการให้ส่วนลดหรือของแถมกับลูกค้า และอุปสรรคจากสินค้าทดแทน โดยผลิตภัณฑ์กฤษณาไม่มีสินค้าทดแทนแทนค่อนข้างยาก เนื่องจากไม้กฤษณาเป็นไม้ที่มีสารเฉพาะตัว โดยยางหรือชันที่พบในต้นกฤษณานี้ให้

กลิ่นที่แตกต่างออกไปจากน้ำมันหอมระเหยตัวอื่น ๆ ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์กฤษณามีราคาสูง

จากการวิจัยพบว่า โครงสร้างตลาดเป็นแบบผู้ขายน้อยราย และผลิตภัณฑ์แต่ละรูปแบบไม่มีความแตกต่างในสายตาของลูกค้ามากนัก จึงทำให้การแข่งขันมีความรุนแรง และมีการแข่งขันกันเพื่อแย่งส่วนแบ่งการตลาด ผู้ประกอบการแต่ละรายต้องสร้างกลยุทธ์ในการสร้างความแตกต่างของผลิตภัณฑ์และธุรกิจของตน ผู้ประกอบการจึงควรมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีรูปแบบใหม่ ๆ อยู่เสมอ ควรเสนอผลิตภัณฑ์กฤษณาให้ลูกค้าเลือกหลายรูปแบบ หลายคุณภาพ และหลายราคา เพื่อตอบสนองความต้องการของกลุ่มลูกค้าที่แตกต่างกัน ควรประชาสัมพันธ์จุดเด่นของผลิตภัณฑ์กฤษณาให้มากขึ้น โดยผ่านสื่อต่าง ๆ ทางด้านการตลาดในต่างประเทศควรแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายในประเทศที่มีความต้องการในการบริโภค เพื่อเพิ่มช่องทางการจัดจำหน่าย และทำการศึกษาพฤติกรรมของผู้บริโภค เพื่อให้ทราบปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อ แล้วนำมาปรับปรุง พัฒนาผลิตภัณฑ์ และจัดกิจกรรมทางการตลาดให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้บริโภคในอนาคต และหน่วยงานภาครัฐควรสนับสนุนให้ผู้ประกอบการขยายธุรกิจที่เป็นธุรกิจต่อเนื่อง รวมถึงสนับสนุนในด้านการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีในการผลิตผลิตภัณฑ์ เช่น ธุรกิจปลูกสร้างสวนป่าไม้กฤษณา ธุรกิจแปรรูปไม้กฤษณาเป็นเฟอร์นิเจอร์ เป็นต้น และควรกำหนดเกณฑ์ราคากลางสำหรับการซื้อขาย เพื่อให้สามารถควบคุมราคาและคุณภาพของผลิตภัณฑ์กฤษณาให้มีมาตรฐาน สามารถส่งเสริมการประกอบธุรกิจผลิตภัณฑ์กฤษณาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำนิยาม

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ประกอบการธุรกิจผลิตภัณฑ์กฤษณาในกรุงเทพมหานคร และผู้มีส่วนร่วมทุกท่านที่อำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูล งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

REFERENCES

- Chonlapap, N., Suksard, S., Hoamuangkaew, W., Jarusombuti, S. 2003. An analysis of marketing system of medium density fiberboard industry in Thailand. **Thai Journal of Forestry**, 22: 16–28. (in Thai)
- Department of International Trade Promotion. 2018. **Cambodia, Land of Precious Wood, Agarwood**. https://www.ditp.go.th/ditp_web61/article_sub_view, 2 6 February 2020. (in Thai)
- Kotler, P. 2000. **Marketing Management**. The Millennium Edition. Prentice Hall Inc, New Jersey, USA.
- Nammakuna, C., Suksard, S., Hoamuangkaew, W. 2009. Production and marketing of bamboo products in Lampang province. **Thai Journal of Forestry**, 28(2): 39 - 47. (in Thai)
- Royal Forest Department. 2020. **Forests Product Trade License**. Timber Forests Product and Chainsaw Permission Division. Permission Office, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Siripatanadilok, S. 2007. Agarwood species and trade. **Journal of Forest Management**, 1(2): 19 – 31. (in Thai)
- Sukawanich, C. 2008. **Agarwood, the King of Economic Wood**. Media Relations Club, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Vadhanasin, P., Decharin, P. 1999. **Strategic Management and Business Policy**. 2nd printing. Chulalongkorn University Press, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Wijitphan, P. 2006. **Agarwood, the Ten Billion Fragrant Woods**. Naka Inter Media Co., LTD., Bangkok, Thailand. (in Thai)

นิพนธ์ต้นฉบับ

การสำรวจไม้ต้นนอกเขตป่าโดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบเซกเตอร์:

กรณีศึกษามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

Surveying of Trees Outside Forest Using Sector Sampling:

A Case Study of Kasetsart University, Bangkhen Campus

ณัฐนิชา อุตราชอน*

Natnicha Auttarachon*

ปัสสิ ประสมสินธ์

Patsi Prasomsin

ขวัญชัย ดวงสถาพร

Khwanchai Duangsathaporn

พิชิต ลำไย

Pichit Lumyai

¹คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

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

*Corresponding Author: natnicha.aut1@ku.th

รับต้นฉบับ 3 เมษายน 2566

รับแก้ไข 30 พฤษภาคม 2566

รับลงพิมพ์ 9 มิถุนายน 2566

ABSTRACT

The objectives of this study were to estimate the basal area of trees and compare them with the basal area estimated using sector sampling. The study area was located in the Bangkhen campus of Kasetsart University, in an area of 707.740 rai. The area was divided into four sub areas labeled as 1, 2, 3, and 4, which had an area of 55.810, 127.560, 256.550, and 267.820 rai, respectively. In each sub area, data was collected using sector sampling with three angles of 3, 5, and 7 degrees, to ensure that the center of a sector (pivot- point) was in the middle of each area and random directions were sampled starting with drawing lottery and aligning the next sector with a right angle, to obtain a total of four sectors. Within these sectors, the basal area was estimated, and the data was analyzed through ANOVA analysis.

We found 284 trees belonging to 57 species with a diameter at breast height of more than 4.5 cm. The basal areas of sub area 1 estimated through sector sampling with varying angles of 3, 5 and 7 degrees were 69.685, 45.640, and 35.350 m², respectively. Similarly, for sub area 2, the basal areas were 80.732, 52.370, and 39.625 m², respectively, in sub area 3, they were 23.955, 30.278 and 29.310 m², respectively, while in sub area 4, the basal areas were 80.688, 53.691 and 49.839 m², respectively. The results of ANOVA analysis found that the basal areas estimated using sector sampling with differing angles of 3, 5 and 7 degrees in each sub area were not significantly different at a level of $p > 0.05$. As such, the suitable angles for sector sampling in sub areas 1, 2, 3, and 4 were selected based on the lowest value of the standard errors. Hence, the suitable angle sizes for the respective sub areas were 7, 7, 3, and 7 degrees, respectively with the standard errors in estimated basal areas of 28.123, 26.651, 6.633, and 28.836 respectively. The results of this study can be used as a guideline when choosing the appropriate angle size and while doing studies in other areas.

Keywords: Sector sampling; Survey; Trees outside forest; Urban trees

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการประเมินพื้นที่หน้าตัดและเปรียบเทียบการประเมินพื้นที่หน้าตัดจากการสุ่มตัวอย่างแบบเชกเตอร์ในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน เนื้อที่ 707.740 ไร่ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 พื้นที่ย่อย ที่มีขนาด 55.810, 127.560, 256.550 และ 267.820 ไร่ และเก็บข้อมูลด้วยการสุ่มตัวอย่างแบบเชกเตอร์ โดยกำหนดมุม คือ 3, 5 และ 7 องศา กำหนดจุดศูนย์กลางของเชกเตอร์ตรงกลางของแต่ละพื้นที่ และสุ่มทิศทางเริ่มต้นด้วยการจับฉลาก วางแนวเชกเตอร์ถัดไปด้วยมุมฉาก รวม 4 เชกเตอร์ และการประเมินพื้นที่หน้าตัด พร้อมทั้งการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ผลการสำรวจ พบไม้ต้นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก มากกว่า 4.5 เซนติเมตร จำนวน 284 ต้น 57 ชนิด ผลการประเมินพื้นที่หน้าตัด ด้วยมุม 3, 5 และ 7 องศา พบว่า พื้นที่ย่อยที่ 1 มีค่า 69.685, 45.640 และ 35.350 ตารางเมตร ตามลำดับ พื้นที่ย่อยที่ 2 มีค่าประเมินพื้นที่หน้าตัด 80.732, 52.370 และ 39.625 ตารางเมตร ตามลำดับ พื้นที่ย่อยที่ 3 มีค่าประเมินพื้นที่หน้าตัด 23.955, 30.278 และ 29.310 ตารางเมตร ตามลำดับ และพื้นที่ย่อยที่ 4 มีค่าประเมินพื้นที่หน้าตัด 80.688, 53.691 และ 49.839 ตารางเมตร ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่า พื้นที่หน้าตัดที่ประเมิน ด้วยมุม 3, 5, และ 7 องศา ในแต่ละพื้นที่ย่อย ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) จึงเลือกมุมที่เหมาะสมในการสุ่มตัวอย่างในพื้นที่ย่อยที่ 1, 2, 3 และ 4 จากความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่มีค่าต่ำที่สุด คือ มุม 7, 7, 3 และ 7 องศา ตามลำดับ โดยมีค่า 28.123, 26.651, 6.633 และ 28.836 ตามลำดับ ข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจในการเลือกขนาดมุม เพื่อใช้ในการศึกษาในพื้นที่อื่น ๆ ต่อไป

คำสำคัญ: การสุ่มตัวอย่างแบบเชกเตอร์ การสำรวจ ไม้ต้นนอกเขตป่า ต้นไม้ในเมือง

คำนำ

ไม้ต้นนอกเขตป่า หมายถึง ไม้ต้นที่ขึ้นอยู่บริเวณที่ดินที่ไม่ถูกจัดว่าเป็นป่า และแหล่งผลิตไม้อื่น ๆ เป็นพื้นที่สีเขียวในชุมชนเมือง (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2002) โดยมีพืชพรรณเป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งในปัจจุบันทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก ผู้คนในเมืองต่างมีชีวิตประจำวันที่เผชิญอยู่กับการจราจรที่แออัด ได้รับมลพิษจากก๊าซพิษ ควันไฟ ฝุ่นละออง เสียงรบกวน และอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นในทุกปี (Senanarong, 1998) จึงส่งผลให้ไม้ต้นนอกเขตป่าเข้ามามีบทบาทมากขึ้นทั้งทางด้านทัศนียภาพและนันทนาการ ทำให้เกิดความร่มรื่นสวยงามแก่สภาพภูมิประเทศ สวนสาธารณะ ริมนน คูคลอง พื้นที่อยู่อาศัยย่านชุมชน ฯลฯ นอกจากนี้ ไม้ต้นยังช่วยลดมลภาวะต่าง ๆ ในอากาศให้ดีขึ้น ช่วยกักบังลม ดูดซับเสียง ฝุ่นละออง และก๊าซพิษชนิดต่าง ๆ อีกด้วย (Thaiautsa, 1995) ไม้ต้นนอกเขตป่าเหล่านี้จะต้องมีแนวทางการจัดการที่ถูกต้องและเหมาะสม

เพื่อให้เกิดความยั่งยืน ซึ่งมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาถึงปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อไม้ต้นนอกเขตป่า โดยการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลของไม้ต้นนอกเขตป่าที่อธิบายลักษณะต่าง ๆ ของหมู่ไม้เหล่านี้ (Prasomsin and Duangsathaporn, 2005) เช่น พื้นที่หน้าตัด (Kaewbanjong *et al.*, 2021) ขนาดความโตและความสูง ปริมาณ ปริมาณน้ำหนักของไม้ (Khunsathien, 2020) ความหนาแน่น อายุ ชนิดไม้ และลักษณะโครงสร้างของหมู่ไม้ เป็นต้น โดยข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้ จะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่จะนำไปใช้ในการวางแผนการจัดการไม้ต้นนอกเขตป่า ซึ่งจะถูกใช้เป็นเครื่องมือในการสร้างความสมดุลระหว่างทรัพยากรธรรมชาติและมนุษย์ (Sommechai, 2009)

วิธีการที่ใช้ในการสำรวจหรือประเมินไม้ต้นนอกเขตป่าจะขึ้นอยู่กับลักษณะของการวิเคราะห์ข้อมูล ชนิดและระดับความเชื่อมั่นของข้อมูล โดยเครื่องมือที่ใช้ มักจะไม่เจาะจง แต่จะเป็นการนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับวิธีการสำรวจโดยทั่วไป ซึ่งวิธีการสำรวจป่าโดยทั่วไป อาจมีประสิทธิภาพในการสำรวจไม้ต้นนอกเขตป่าไม่มากนัก

เนื่องจากลักษณะของการกระจายเชิงพื้นที่และขอบเขตของพื้นที่ ทำให้การประเมินไม้ต้นนอกเขตป่าดำเนินการได้ยากกว่าการประเมินไม้ในป่า (FAO, 2002) จึงได้มีการประยุกต์ใช้วิธีการสำรวจไม้ต้นนอกเขตป่า ด้วยการสุ่มตัวอย่างแบบเซกเตอร์ (sector sampling) ซึ่งเหมาะสำหรับการสำรวจในพื้นที่ขนาดเล็ก ในพื้นที่ที่มีรูปร่างไม่สม่ำเสมอ โดยไม้ต้นในเซกเตอร์มีความน่าจะเป็นที่จะถูกเลือกเท่ากัน (Smith and Iles, 2012) อีกทั้งยังย่นระยะเวลาในการสำรวจ ง่ายต่อการสำรวจ และค่าของการประมาณที่ได้มีความถูกต้องสูง (Chiriaco, 2010) หากเซกเตอร์มีความยาวเพิ่มขึ้น ก็จะทำให้ข้อมูลที่ได้มีประสิทธิภาพมากขึ้นด้วยเช่นกัน (Lynch, 2006) สำหรับการสำรวจไม้ต้นนอกเขตป่าในประเทศไทย มักจะใช้วิธีการสำรวจแบบสำมะโนประชากร นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการสำรวจไม้ต้นนอกเขตป่าด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเซกเตอร์ (Tongson, 2011) ได้ทำการศึกษาการประเมินผลผลิตไม้ยืนต้นนอกเขตป่าโดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบเซกเตอร์ ณ สวนจิตรเบญจทัศ โดยมีพื้นที่ศึกษาเป็นไม้ต้นนอกเขตป่าที่อยู่ในรูปแบบสวนสาธารณะ และการศึกษาของ Tipburee and Lumyai (2021) ได้ทำการศึกษาการสุ่มตัวอย่างแบบเซกเตอร์ บริเวณสำนักพิพิธภัณฑสถานและวัฒนธรรมการเกษตร มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ โดยมีลักษณะของพื้นที่ที่มีหมู่ไม้ขึ้นอยู่อย่างหนาแน่น ซึ่งไม้ต้นนอกเขตป่าในรูปแบบอื่น ๆ ก็มีความจำเป็นที่จะต้องทำการศึกษาผลผลิตของไม้ต้นด้วยเช่นกัน ทั้งนี้ การประเมินผลผลิตในรูปพื้นที่หน้าตัดของต้นไม้ (basal area: BA) คือข้อมูลที่เป็นพื้นฐานและสามารถคำนวณได้ง่าย โดยจะขึ้นอยู่กับขนาดความโตของไม้ต้น ซึ่งมีความเชื่อมโยงกับผลผลิตอื่นที่เกี่ยวข้องกับเนื้อไม้ เช่น ปริมาตร ชีวมวล เป็นต้น และผลรวมของพื้นที่หน้าตัดของหมู่ไม้สามารถใช้คาดคะเนปริมาณไม้ในป่า (stock) ได้ดีอีกด้วย (Prasomsin and Duangsathaporn, 2005) ดังนั้น งานวิจัยนี้ จึงได้ทำการศึกษาไม้ต้นนอกเขตป่าโดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบเซกเตอร์ บริเวณมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ซึ่งเป็นสถาบันทางการศึกษาที่ถือว่าเป็นพื้นที่ของไม้ต้นนอกเขตป่าในรูปแบบหนึ่ง โดยลักษณะของพื้นที่มีหมู่ไม้ขึ้นอยู่เป็นกลุ่ม ๆ และมีอาคารสิ่งก่อสร้างอยู่เป็นจำนวน

มาก ซึ่งจะมีความแตกต่างจากไม้ต้นนอกเขตป่าที่อยู่ในรูปแบบสวนสาธารณะ โดยการศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการประเมินปริมาณผลผลิตไม้ในรูปพื้นที่หน้าตัด และศึกษาเปรียบเทียบการประเมินพื้นที่หน้าตัดของไม้ต้นที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบเซกเตอร์ในพื้นที่ที่มีขนาดแตกต่างกัน

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษานี้ประกอบด้วย

- 1) เทปวัดระยะทาง 2) เทปวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3) เครื่องมือวัดมุม ยี่ห้อ SUUNTO รุ่น TANDEM 4) เครื่องกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก ยี่ห้อ GARMIN รุ่น GPSmap 62s และ 5) แผนที่และภาพถ่ายทางอากาศบริเวณพื้นที่ศึกษา

วิธีการ

1. เก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับพื้นที่ศึกษา คือ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ที่ตั้งเลขที่ 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 (Kasetsart University, 2017) ซึ่งมีขนาด 707.740 ไร่

2. การวางแผนการสำรวจ โดยศึกษาลักษณะของพื้นที่จากภาพถ่ายทางอากาศ เพื่อวางแผนการสำรวจซึ่งพื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ และมีอาคาร สิ่งก่อสร้างจำนวนมาก จึงมีความยุ่งยากในการวางแผนสำรวจ ดังนั้น เพื่อให้ง่ายต่อการสำรวจ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องแบ่งออกเป็นพื้นที่ย่อย ให้มีขนาดเล็ก (น้อยกว่า 100 ไร่) ขนาดกลาง (100-200 ไร่) และขนาดใหญ่ (มากกว่า 200 ไร่) โดยใช้ถนนภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เป็นขอบเขตในการแบ่งพื้นที่ย่อยให้มีขนาดพื้นที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จากเกณฑ์ดังกล่าว สามารถแบ่งพื้นที่ได้เป็น 4 พื้นที่ย่อย ซึ่งมีขนาด 55.810, 127.560, 256.550 และ 267.820 ไร่ ตามลำดับ และเก็บข้อมูลในแต่ละพื้นที่ย่อยด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเซกเตอร์ โดยกำหนดขนาดมุมคือ มุม 3, 5 และ 7 องศา และกำหนดจุดศูนย์กลางของเซกเตอร์ (pivot point) ในแต่ละพื้นที่ย่อย โดยพิจารณากำหนดจุดที่เป็นพื้นที่โล่ง บริเวณที่อยู่ตรงกลางของแต่ละพื้นที่ย่อย จากนั้น อ่านค่าพิกัด แล้วบันทึกลงในเครื่อง

กำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (global positioning system: GPS) และสุ่มทิศแนวสำรวจเริ่มต้นในแต่ละพื้นที่ด้วยวิธีการจับฉลาก และวางแผนสำรวจถัดไปด้วยมุมฉาก รวม 4 เซกเตอร์ (Seraj and Kiani, 2017) ดัง Figure 1 ซึ่งการกำหนดทิศทางของเซกเตอร์และจุดศูนย์กลางของเซกเตอร์ในลักษณะดังกล่าว เพื่อให้การวางแผนเซกเตอร์สามารถครอบคลุมได้ทั่วทั้งพื้นที่สำรวจ

3. การสำรวจภาคสนาม หาจุดศูนย์กลางในแต่ละพื้นที่ย่อย ที่ได้มีการบันทึกไว้แล้วตามข้อ 2 จากนั้นวางแผน

เซกเตอร์เริ่มต้น และวางแผนเซกเตอร์ถัดไปด้วยมุมฉาก รวม 4 เซกเตอร์ และส่องกวาดมุมไปตามทิศการหมุนตามเข็มนาฬิกา สำหรับการบันทึกข้อมูลของไม้ต้น จะบันทึกชนิดไม้โดยจำแนกตาม Smitinand (1975) และ The Forest Herbarium Royal Forest Department (2001) จำนวนไม้ต้นในแต่ละเซกเตอร์ และขนาดของไม้ต้นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (diameter at breast height: DBH) มากกว่า 4.5 เซนติเมตร



Figure 1 Determination of the pivot point in each sub area.

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การประเมินปริมาณไม้ต้นที่พบจากการสุ่มตัวอย่างแบบเซกเตอร์ จะประเมินในรูปของพื้นที่หน้าตัด (BA) คือ พื้นที่หน้าตัดตั้งฉากกับแนวแกนตามความยาวของลำต้นที่ความสูงเพียงอก คำนวณจากสูตร (Prasomsin and Duangsathaporn, 2005) ดังนี้

$$BA = \frac{\pi d^2}{4}$$

เมื่อ BA คือ พื้นที่หน้าตัดของไม้ต้น d คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของไม้ต้น และดำเนินการคำนวณพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยต่อไร่ของไม้ต้นที่สำรวจพบในแต่ละเซกเตอร์ โดยใช้สูตรการหาค่าเฉลี่ย (Vanichbuncha, 2011) ดังนี้

$$\overline{BA}_s = \frac{\sum_{t=1}^n BA_t}{\text{sector size}}$$

เมื่อ $\overline{BA}_s$ คือ พื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยต่อไร่ของไม้ต้นที่สำรวจพบในเซกเตอร์ที่ s, BA_t คือ พื้นที่หน้าตัดของไม้ในแต่ละต้น, sector size คือ ขนาดของเซกเตอร์ s และ n คือ จำนวนต้นไม้ 1, 2, 3,..., n

4.2 การประเมินค่าพื้นที่หน้าตัดของไม้ต้นในแต่ละพื้นที่ย่อย สามารถคำนวณได้ จากสูตร (Iles and Smith, 2006)

$$BA_s = \left[\left(\sum_{t=1}^n BA_t \right) \times \left(\frac{360^\circ}{\text{sector angle}} \right) \right]$$

เมื่อ BA_s คือ พื้นที่หน้าตัดทั้งหมดในพื้นที่ที่ได้จากการประเมินจากเซกเตอร์ที่ s, BA_t คือ พื้นที่หน้าตัดของไม้ในแต่ละต้น, Sector angle คือ ขนาดมุมของเซกเตอร์ s และ n คือ จำนวนต้นไม้ 1, 2, 3,..., n สำหรับในกรณีที่มีเซกเตอร์มากกว่า 1 เซกเตอร์ สามารถประเมินพื้นที่หน้าตัดต่อพื้นที่ทั้งหมดได้จากค่าเฉลี่ยของพื้นที่หน้าตัดทั้งหมดใน

พื้นที่ที่ได้จากแต่ละเชกเตอร์ จากสูตร (Iles and Smith, 2006)

$$\widehat{BA}_i = \frac{\sum_{s=1}^{n_s} BA_s}{n_s}$$

เมื่อ $\widehat{BA}_i$ คือ พื้นที่หน้าตัดของไม้ต้นทั้งหมดในพื้นที่, BA_s คือ พื้นที่หน้าตัดทั้งหมดที่ได้จากการประเมินจากเชกเตอร์ S , n_s คือ จำนวนเชกเตอร์ 1, 2, 3, ..., n และ i คือ พื้นที่ย่อยที่ 1, 2, 3 และ 4

4.3 การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของพื้นที่หน้าตัดที่ประเมินจากการสุ่มตัวอย่างแบบเชกเตอร์ โดยใช้มุม 3, 5 และ 7 องศา ในแต่ละพื้นที่ย่อย โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)

ผลและวิจารณ์ผล

การสุ่มตัวอย่างแบบเชกเตอร์ ในบริเวณพื้นที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

การสุ่มตัวอย่างแบบเชกเตอร์ในพื้นที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน พบไม้ต้นทั้งสิ้นจำนวน 284 ต้น จำแนกเป็น 57 ชนิด โดยชนิดไม้ต้นที่พบมากที่สุดเป็น 3 อันดับแรก ได้แก่ นนทรี (*Peltophorum pterocarpum*) จำนวน 38 ต้น รองลงมา คือ ประดู่บ้าน (*Pterocarpus indicus*) จำนวน 27 ต้น และชมพูพันธุ์ทิพย์

(*Tabebuia rosea*) จำนวน 23 ต้น และมีขนาดพื้นที่หน้าตัดของไม้ต้นที่พบทั้งสิ้นจำนวน 11.987 ตารางเมตร โดยจำแนกเป็นพื้นที่ย่อย ดังนี้

1. พื้นที่ย่อยที่ 1 มีพื้นที่ขนาด 55.810 ไร่ ซึ่งเป็นพื้นที่ย่อยที่มีขนาดเล็กที่สุด จากการสุ่มตัวอย่างโดยใช้มุม 3, 5 และ 7 องศา พบว่า มีไม้ต้น จำนวน 23, 36 และ 58 ต้น ตามลำดับ จำแนกเป็น 14, 17 และ 22 ชนิด ตามลำดับ และมีขนาดพื้นที่หน้าตัดของไม้ต้นที่พบ เท่ากับ 2.322, 2.535 และ 2.749 ตารางเมตร ตามลำดับ คิดเป็นค่าพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยต่อไร่ พบว่า มุม 3 องศา มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 1.215 ตารางเมตรต่อไร่ รองลงมาคือมุม 5 และ 7 องศา มีค่าเท่ากับ 0.793 และ 0.613 ตารางเมตรต่อไร่ ตามลำดับ (Table 1) จะสังเกตเห็นว่าผลการสำรวจในเชกเตอร์ที่ 2 ของแต่ละมุม มีค่าพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยต่อไร่สูงที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างจากเชกเตอร์อื่น อย่างเห็นได้ชัดเจนนี เนื่องจากในเชกเตอร์ที่ 2 พบต้นไทร (*Ficus benjamina*) ที่มีขนาดใหญ่ จำนวน 2 ต้น ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก เท่ากับ 120.000 และ 110.000 เซนติเมตร ในขณะที่เชกเตอร์ที่ 1, 3 และ 4 พบไม้ต้นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 8.360, 11.246 และ 9.133 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของพื้นที่หน้าตัดในเชกเตอร์ที่ 2 มีค่าสูงกว่าเชกเตอร์อื่น ๆ

Table 1 The number of trees, number of species, and basal area determined using sector sampling of sub area 1.

Sub Area	Area (rai)	Sector angle (degree)	Number of Sector	Sector size (rai)	Number of trees	Number of species	Basal area (m ²)	Average basal area (m ² /rai)
1	55.810	3	1	0.163	2	2	0.020	0.125
			2	0.758	10	5	2.199	2.901
			3	0.132	4	4	0.041	0.310
			4	0.860	7	4	0.062	0.072
			Sum	1.913	23	14	2.322	1.215
		5	1	0.272	6	4	0.052	0.193
			2	1.268	10	5	2.199	1.734
			3	0.220	6	4	0.071	0.320
			4	1.438	14	8	0.213	0.148
			Sum	3.198	36	17	2.535	0.793
		7	1	0.381	9	4	0.074	0.195
			2	1.779	23	9	2.324	1.306
			3	0.309	9	5	0.104	0.337
			4	2.017	17	9	0.247	0.123
			Sum	4.486	58	22	2.749	0.613

Remark: An area 1 rai = 0.16 ha

2. พื้นที่ย่อยที่ 2 มีพื้นที่ขนาด 127.560 ไร่ จากการสุ่มตัวอย่างโดยใช้มุม 3, 5 และ 7 องศา พบว่าไม้ต้นจำนวน 31, 44 และ 61 ต้น จำแนกเป็น 10, 13 และ 15 ชนิด ตามลำดับ และมีขนาดพื้นที่หน้าตัดของไม้ต้นที่พบ เท่ากับ 2.691, 2.909 และ 3.082 ตารางเมตร ตามลำดับ คิดเป็นค่าพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยต่อไร่ พบว่า มุม 3 องศา มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 0.475 ตารางเมตรต่อไร่ รองลงมาคือมุม 5 และ 7 องศา โดยมีค่าเท่ากับ 0.307 และ 0.232 ตารางเมตรต่อไร่ ตามลำดับ (Table 2) ซึ่งหาก

พิจารณาค่าเฉลี่ยของพื้นที่หน้าตัดในเซกเตอร์ที่ 4 ของแต่ละขนาดมุม จะเห็นได้ว่ามีค่าสูงเมื่อเปรียบเทียบกับเซกเตอร์อื่น เนื่องจากในบริเวณเซกเตอร์ที่ 4 สํารวจพบต้นโพธิ์ (*Ficus religiosa*) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเท่ากับ 167.000 เซนติเมตร ในขณะที่เซกเตอร์ 1, 2 และ 3 สํารวจพบไม้ต้นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 12.452, 13.099 และ 12.223 เซนติเมตร ตามลำดับ ด้วยเหตุนี้ จึงส่งผลให้ในเซกเตอร์ที่ 4 มีค่าเฉลี่ยของพื้นที่หน้าตัดสูงกว่าเซกเตอร์อื่น ๆ

Table 2 The number of trees, number of species and basal area determined using sector sampling of sub area 2.

Sub Area	Area (rai)	Sector angle (degree)	Number of Sector	Sector size (rai)	Number of trees	Number of species	Basal Area (m ²)	Average Basal Area (m ² /rai)
2	127.560	3	1	0.831	4	2	0.075	0.090
			2	2.901	20	8	0.360	0.124
			3	0.645	3	2	0.027	0.042
			4	1.292	4	4	2.229	1.725
			Sum	5.669	31	10	2.691	0.475
		5	1	1.390	5	2	0.087	0.063
			2	4.853	26	10	0.502	0.103
			3	1.079	5	2	0.063	0.058
			4	2.162	8	6	2.257	1.044
			Sum	9.484	44	13	2.909	0.307
		7	1	1.949	10	4	0.131	0.067
			2	6.806	32	11	0.569	0.084
			3	1.513	7	2	0.091	0.060
			4	3.032	12	6	2.291	0.756
			Sum	13.300	61	15	3.082	0.232

Remark: An area 1 rai = 0.16 ha

3. พื้นที่ย่อยที่ 3 มีขนาดพื้นที่ 256.550 ไร่ จากการสุ่มตัวอย่างโดยใช้มุม 3, 5 และ 7 องศา พบว่า มีไม้ต้นจำนวน 47, 74 และ 108 ต้น จำแนกเป็น 22, 26 และ 31 ชนิด ตามลำดับ และมีขนาดพื้นที่หน้าตัดของไม้ต้นที่พบเท่ากับ 0.798, 1.683 และ 2.279 ตารางเมตร ตามลำดับ คิดเป็นค่าพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยต่อไร่ พบว่า มุม 5 องศา มีค่า

มากที่สุด เท่ากับ 0.192 ตารางเมตรต่อไร่ รองลงมาคือ มุม 7 องศา มีค่าเท่ากับ 0.186 ตารางเมตรต่อไร่ และมุม 3 องศา มีค่าน้อยที่สุด เท่ากับ 0.153 ตารางเมตรต่อไร่ (Table 3) ซึ่งจะสังเกตเห็นว่า การสุ่มตัวอย่างด้วยมุมทั้ง 3 ขนาดมุม ในแต่ละเซกเตอร์มีค่าเฉลี่ยของพื้นที่หน้าตัดที่ใกล้เคียงกัน

Table 3 The number of trees, number of species and basal area that were determined using sector sampling of sub area 3.

Sub Area	Area (rai)	Sector angle (degree)	Number of Sector	Sector size (rai)	Number of trees	Number of species	Basal Area (m ²)	Average Basal Area (m ² /rai)
3	256.550	3	1	0.732	9	6	0.088	0.120
			2	1.263	12	9	0.162	0.129
			3	1.463	13	6	0.198	0.135
			4	1.770	13	10	0.350	0.198
			Sum	5.228	47	22	0.798	0.153
		5	1	1.225	17	6	0.143	0.117
			2	2.113	19	12	0.327	0.155
			3	2.447	20	10	0.295	0.120
			4	2.961	18	12	0.918	0.310
			Sum	8.746	74	26	1.683	0.192
		7	1	1.718	23	7	0.204	0.119
			2	2.963	29	14	0.515	0.174
			3	3.431	28	14	0.356	0.104
			4	4.152	28	15	1.204	0.290
			Sum	12.264	108	31	2.279	0.186

Remark: An area 1 rai = 0.16 ha

4. พื้นที่ย่อยที่ 4 มีพื้นที่ขนาด 267.820 ไร่ ซึ่งเป็นพื้นที่ย่อยที่มีขนาดใหญ่ที่สุด จากการสุ่มตัวอย่างโดยใช้มุม 3, 5 และ 7 องศา พบว่า มีไม้ต้น จำนวน 53, 83 และ 118 ต้น จำแนกเป็น 19, 29 และ 37 ชนิด ตามลำดับ และมีขนาดพื้นที่หน้าตัดของไม้ต้นที่พบ เท่ากับ 2.690, 2.983 และ 3.877 ตารางเมตร ตามลำดับ คิดเป็นค่าพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยต่อไร่ พบว่า การสุ่มตัวอย่างโดยใช้มุม 3 องศา มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 0.362 ตารางเมตรต่อไร่ รองลงมาคือ มุม 5 และ มุม 7 องศา มีค่าเท่ากับ 0.209 และ 0.193 ตารางเมตรต่อไร่ ตามลำดับ (Table 4) การสำรวจในแต่ละ

ขนาดมุม พบว่า เซกเตอร์ที่ 3 มีขนาดเซกเตอร์ใหญ่ที่สุด และสำรวจพบไม้ต้นเป็นจำนวนมากที่สุด แต่ค่าเฉลี่ยของพื้นที่หน้าตัดมีค่าน้อยกว่าเซกเตอร์ที่ 2 เนื่องจากสำรวจพบต้นไทร (*Ficus benjamina*) ที่มีขนาดใหญ่จำนวน 2 ต้น โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก เท่ากับ 130.510 และ 91.040 เซนติเมตร ในขณะที่เซกเตอร์ 1, 3 และ 4 สำรวจพบไม้ต้นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 10.623, 11.613 และ 8.952 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่งผลให้เซกเตอร์ที่ 2 มีค่าเฉลี่ยของพื้นที่หน้าตัดมากกว่าเซกเตอร์อื่น ๆ

Table 4 The number of trees, number of species and basal area determined using sector sampling of sub area 4.

Sub Area	Area (rai)	Sector angle (degree)	Number of Sector	Sector size (rai)	Number of trees	Number of species	Basal Area (m ²)	Average Basal Area (m ² /rai)
4	267.820	3	1	2.366	8	4	0.105	0.044
			2	1.706	16	7	2.238	1.312
			3	3.342	28	14	0.341	0.102
			4	1.135	1	1	0.006	0.005
			Sum	8.549	53	19	2.690	0.362
		5	1	3.958	13	5	0.147	0.037
			2	2.854	25	10	2.308	0.809
			3	5.591	43	21	0.514	0.092
			4	1.899	2	2	0.014	0.007
			Sum	14.302	83	29	2.983	0.209
		7	1	5.550	17	7	0.174	0.031
			2	4.002	38	14	2.448	0.612
			3	7.841	59	26	1.228	0.157
			4	2.663	4	3	0.027	0.010
			Sum	20.056	118	37	3.877	0.193

Remark: An area 1 rai = 0.16 ha

การประเมินปริมาณผลผลิตไม้ในรูปพื้นที่หน้าตัด

การประเมินปริมาณผลผลิตไม้ในรูปพื้นที่หน้าตัดของการสุ่มตัวอย่างในพื้นที่ย่อยที่ 1 พบว่า การสำรวจด้วยมุม 3 องศา มีค่าประเมินพื้นที่หน้าตัดมากที่สุด เท่ากับ 69.685 ตารางเมตร รองลงมา คือ มุม 5 และ 7 องศา ซึ่งมีค่าเท่ากับ 45.640 และ 35.350 ตารางเมตร ตามลำดับ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประเมิน เท่ากับ 64.756, 37.661 และ 28.123 ตามลำดับ ถัดมาได้แก่ การสุ่มตัวอย่างในพื้นที่ย่อยที่ 2 พบว่า มุม 3 องศา มีค่าประเมินพื้นที่หน้าตัดมากที่สุด เท่ากับ 80.732 ตารางเมตร รองลงมาคือ มุม 5 และ 7 องศา ซึ่งมีค่าประเมินพื้นที่หน้าตัด เท่ากับ 52.370 และ 39.625 ตารางเมตร ตามลำดับ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประเมิน เท่ากับ 62.878, 37.431 และ 26.651 ตามลำดับ ในขณะที่การสุ่มตัวอย่างในพื้นที่ย่อยที่ 3 พบว่า มุมขนาด 5 องศา มีค่าประเมินพื้นที่หน้าตัดมากที่สุด เท่ากับ 30.278 ตารางเมตร รองลงมาคือ มุม 7 และ 3 องศา ซึ่งมีค่าเท่ากับ

29.310 และ 23.955 ตารางเมตร ตามลำดับ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประเมิน เท่ากับ 12.278, 11.356 และ 6.633 ตามลำดับ และการสุ่มตัวอย่างในพื้นที่ย่อยที่ 4 พบว่า มุม 3 องศา มีค่าประเมินพื้นที่หน้าตัดมากที่สุด เท่ากับ 80.688 ตารางเมตร รองลงมา คือ มุม 5 และ 7 องศา โดยมีค่าเท่ากับ 53.691 และ 49.839 ตารางเมตร ตามลำดับ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน เท่ากับ 63.186, 38.265 และ 28.836 ตามลำดับ (Table 5) จะสังเกตเห็นได้ว่า พื้นที่ย่อยที่ 1 มีผลการประเมินพื้นที่หน้าตัดที่มีแนวโน้มลดลงเมื่อทำการเพิ่มขนาดมุมสำรวจ ซึ่งเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับการสุ่มตัวอย่างในพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่กว่า ได้แก่ พื้นที่ย่อยที่ 2 และพื้นที่ย่อยที่ 4 เนื่องจากขนาดมุมที่กว้างขึ้น ทำให้เชกเตอร์มีขนาดใหญ่ขึ้น ในขณะที่ไม้ต้นที่สำรวจพบมีพื้นที่หน้าตัดเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย เมื่อทำการประเมินค่าพื้นที่หน้าตัดทั้งหมดในพื้นที่ จึงส่งผลให้มีค่าประเมินที่ลดลงตามลำดับขนาดมุมที่กว้างขึ้น และจะสังเกตเห็น

ได้ว่า ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประเมินพื้นที่หน้าตัดในแต่ละขนาดมูมมีค่าสูง เนื่องมาจากการสำรวจในพื้นที่ย่อยที่ 1, 2 และ 4 พบไม้ต้นที่มีขนาดใหญ่ในบางเซกเตอร์ ทำให้เซกเตอร์นั้น ๆ มีค่าเฉลี่ยของพื้นที่หน้าตัดสูงกว่าเซกเตอร์อื่น ๆ เป็นอย่างมาก ข้อมูลจึงมีความแปรปรวนสูง ส่งผลให้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประเมินพื้นที่หน้าตัดในแต่ละขนาดมูมมีค่าสูงด้วย แต่ในกรณีพื้นที่ย่อยที่ 3 มีผลการประเมินค่าพื้นที่หน้าตัดที่แตกต่างจากพื้นที่ดังกล่าวข้างต้น โดยมูม 5 องศา มีผลการประเมินค่าพื้นที่หน้าตัดมากที่สุด รองลงมา

คือ มูม 7 และ 3 องศา ตามลำดับ เนื่องจากการสำรวจด้วยมูมทั้ง 3 ขนาด พบไม้ต้นเป็นจำนวนมาก แต่ไม้ต้นส่วนใหญ่ที่สำรวจพบมีขนาดเล็ก ประกอบกับการที่มีขนาดพื้นที่ศึกษาใหญ่ ส่งผลให้การประเมินค่าพื้นที่หน้าตัดในพื้นที่ย่อยที่ 3 มีค่าน้อยกว่าผลการประเมินในพื้นที่ย่อยที่ 1 และ 2 และหากพิจารณาขนาดของพื้นที่ จะเห็นได้ว่า พื้นที่ย่อยที่ 3 มีขนาดพื้นที่ใกล้เคียงกับพื้นที่ย่อยที่ 4 แต่ผลการประเมินแสดงให้เห็นว่า ค่าประเมินพื้นที่หน้าตัดในพื้นที่ย่อยที่ 4 มีค่าใกล้เคียงกับพื้นที่ย่อยที่ 2 ซึ่งเป็นพื้นที่ขนาดเล็กกว่า

Table 5 Estimated Basal Areas (BA) in the four designated sub areas.

Sub Area	Area (rai)	Sector angle (degree)	Sector size (rai)	BA estimated from each sector (m ²)				Estimated BA (m ²)	SD	CV (%)	SE
				1	2	3	4				
1	55.810	3	1.913	2.446	263.929	4.901	7.462	69.685	129.512	185.855	64.756
		5	3.198	3.771	158.357	5.078	15.355	45.640	75.323	165.036	37.661
		7	4.486	3.819	119.517	5.356	12.708	35.350	56.245	159.110	28.123
2	127.560	3	5.669	9.006	43.180	3.238	267.505	80.732	125.757	155.770	62.878
		5	9.484	6.297	36.109	4.535	162.540	52.370	74.861	142.947	37.431
		7	13.300	6.737	29.288	4.666	117.808	39.625	53.302	134.515	26.651
3	256.550	3	5.228	10.514	19.494	23.766	42.047	23.955	13.265	55.376	6.633
		5	8.746	10.286	23.523	21.226	66.079	30.278	24.556	81.099	12.278
		7	12.264	10.485	26.492	18.325	61.938	29.310	22.712	77.490	11.356
4	267.820	3	8.549	12.606	268.550	40.900	0.696	80.688	126.371	156.617	63.186
		5	14.302	10.582	166.188	37.013	0.983	53.691	76.529	142.535	38.265
		7	20.056	8.965	125.878	63.137	1.379	49.839	57.671	115.714	28.836

จากการทดสอบทางสถิติโดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่า พื้นที่หน้าตัดของไม้ต้นที่ประเมินจากการสุ่มตัวอย่างด้วยมูม 3, 5, และ 7 องศา ในแต่ละพื้นที่ย่อย ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) (Table 6) แสดงให้เห็นว่าพื้นที่หน้าตัดที่ประเมินได้จากการประเมินในแต่ละขนาดมูมไม่มีความแตกต่างกัน ดังนั้น ขนาดมูมที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการสุ่มตัวอย่าง จะพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่มีค่าต่ำที่สุด ได้แก่ พื้นที่ย่อยที่ 1 พบว่า การสำรวจด้วยมูม 7 องศา มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำที่สุด เท่ากับ 28.123 โดยมีค่าประเมินพื้นที่หน้าตัด เท่ากับ 35.350

ตารางเมตร พื้นที่ย่อยที่ 2 พบว่า การสำรวจด้วยมูม 7 องศา มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำที่สุด เท่ากับ 26.651 และมีค่าประเมินพื้นที่หน้าตัด เท่ากับ 39.625 ตารางเมตร ในขณะที่พื้นที่ย่อยที่ 3 พบว่า การสำรวจด้วยมูม 3 องศา มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำที่สุด เท่ากับ 6.633 ซึ่งมีค่าประเมินพื้นที่หน้าตัด เท่ากับ 23.955 ตารางเมตร และพื้นที่ย่อยที่ 4 พบว่า การสำรวจด้วยมูม 7 องศา มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำที่สุด เท่ากับ 28.836 ซึ่งมีค่าประเมินพื้นที่หน้าตัด เท่ากับ 49.839 ตารางเมตร

Table 6 Results of Analysis of Variance (ANOVA) between basal areas estimated using sector sampling with angle sizes of 3, 5, and 7 degrees in the four sub areas.

Area	F	p-value
Sub Area 1	0.145	0.867 ^{ns}
Sub Area 2	0.219	0.807 ^{ns}
Sub Area 3	0.108	0.899 ^{ns}
Sub Area 4	0.135	0.876 ^{ns}

Remark: ^{ns} non-significant at $P > 0.05$.

การศึกษาในครั้งนี้ มีขนาดมุมที่เหมาะสมสำหรับการสุ่มตัวอย่างแบบเซกเตอร์ คือมุม 7 องศา เนื่องจากเป็นขนาดมุมที่มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประเมินค่าพื้นที่หน้าตัดของไม้ต้นต่ำที่สุด จากผลการศึกษา จะสังเกตเห็นได้ว่า เมื่อขนาดมุมสำรวจเพิ่มขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประเมินจะลดลง ซึ่งจะสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Tipburee and Lumyai (2021) ได้ทำการศึกษาการสุ่มตัวอย่างแบบเซกเตอร์เปรียบเทียบการสำรวจแบบสามะโนประชากรบริเวณสำนักพิพิธภัณฑสถานและวัฒนธรรมการเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยใช้มุมขนาด 5, 10 และ 15 องศา พบว่า มุมสำรวจขนาด 15 องศา มีความเหมาะสมในวิธีการสำรวจแบบเซกเตอร์ในพื้นที่ดังกล่าว เนื่องจากมีการกักเก็บคาร์บอนใกล้เคียงค่าประชากรไม้ต้นมากที่สุด โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างน้อยที่สุด เท่ากับ 3.62 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การศึกษาของ Tongson (2011) ได้ทำการศึกษาการสุ่มตัวอย่างแบบเซกเตอร์ บริเวณสวนวชิรเบญจทัศ โดยใช้มุมขนาด 5, 10 และ 15 องศา พบว่า มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประเมินปริมาณไม้ต้น เท่ากับ 33.30, 33.72 และ 34.48 ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่มีความใกล้เคียงกัน โดยมุมขนาด 5 องศา เป็นมุมที่เหมาะสมในการสุ่มตัวอย่างแบบเซกเตอร์ โดยมีจำนวนเซกเตอร์ที่เหมาะสม เท่ากับ 6 เซกเตอร์ ซึ่งมีความแตกต่างจากผลการศึกษาในครั้งนี้ อาจเนื่องมาจากขนาดของพื้นที่ศึกษา ลักษณะและการกระจายตัวของไม้ต้นในบริเวณพื้นที่ศึกษา ที่มีหมู่ไม้ขึ้นอยู่เป็นกลุ่ม ๆ และมีอาคารสิ่งก่อสร้างอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งจะมีความแตกต่างจากไม้ดอกเขตป่าที่อยู่ในรูปแบบสวนสาธารณะ หรือพื้นที่ที่มีหมู่ไม้ขึ้นอยู่อย่าง

หนาแน่น อย่างไรก็ตาม มุม 7 องศา เป็นมุมที่มีขนาดกว้างที่สุดที่ใช้ในการสำรวจครั้งนี้ แต่ข้อมูลยังคงมีความแปรปรวนค่อนข้างสูง ดังนั้น หากจะทำการศึกษาการสุ่มตัวอย่างแบบเซกเตอร์ในบริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตบางเขน จึงควรทำการสำรวจด้วยขนาดมุมอย่างน้อย 7 องศา และควรเพิ่มขนาดมุมที่ใช้ในการสำรวจให้มีขนาดกว้างขึ้น ประกอบกับการเพิ่มจำนวนเซกเตอร์ ซึ่งเป็นการเพิ่มพื้นที่สำรวจ เพื่อลดความแปรปรวนของข้อมูลได้น้อยที่สุด ทั้งนี้ การวางแผนการสำรวจจะขึ้นอยู่กับระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการสำรวจด้วย

การสุ่มตัวอย่างแบบเซกเตอร์ เป็นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการสำรวจไม้ดอกเขตป่า หรือพื้นที่สีเขียวในเขตเมือง เนื่องจากพื้นที่ในลักษณะดังกล่าว เป็นพื้นที่ที่มีรูปร่างไม่สม่ำเสมอ จึงมีความยุ่งยากและใช้เวลานานต่อการวางแผนสำรวจ ซึ่งการสุ่มตัวอย่างแบบเซกเตอร์มีจุดเด่นคือการสำรวจได้อย่างแม่นยำในพื้นที่ขนาดเล็ก ได้ข้อมูลที่มีความเที่ยงตรง ปราศจากค่าความคลาดเคลื่อนในการเลือกต้นไม้ที่อยู่บริเวณขอบ โดยมีข้อพิจารณาที่สำคัญคือ ขนาดมุมที่เหมาะสมในการสำรวจในแต่ละพื้นที่ ซึ่งผลการศึกษาในครั้งนี้ จึงสามารถนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้ในการตัดสินใจเลือกขนาดมุมที่เหมาะสม เพื่อนำไปใช้ในการศึกษาในพื้นที่อื่น ๆ ต่อไป

สรุป

จากการสำรวจไม้ต้นในพื้นที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ซึ่งแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น 4 พื้นที่ย่อย และสำรวจด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเซกเตอร์โดยใช้มุม 3, 5, และ 7 องศา พบไม้ต้น

จำนวนทั้งสิ้น 284 ต้น จำแนกเป็น 57 ชนิด โดยชนิดไม้ต้นที่พบมากที่สุดเป็น 3 อันดับแรก ได้แก่ นนทรี (*Peltophorum pterocarpum*) จำนวน 38 ต้น รองลงมา คือ ประดู่ (*Pterocarpus indicus*) จำนวน 27 ต้น และ ชมพูพันธุ์ทิพย์ (*Tabebuia rosea*) จำนวน 23 ต้น และจากการประเมินพื้นที่หน้าตัดของไม้ต้นในแต่ละพื้นที่ย่อยพบว่า การสุ่มตัวอย่างด้วยมุม 3, 5, และ 7 องศา ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการเลือกขนาดมุมที่เหมาะสมสำหรับการสุ่มตัวอย่างแบบเซกเตอร์ พิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่มีค่าต่ำที่สุด ดังนั้นขนาดมุมที่เหมาะสมสำหรับการสุ่มตัวอย่างในพื้นที่ย่อยที่ 1 คือ มุม 7 องศา โดยมีค่าประเมินพื้นที่หน้าตัด เท่ากับ 35.350 ตารางเมตร และมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประเมิน เท่ากับ 28.123 ส่วนพื้นที่ย่อยที่ 2 มีขนาดมุมที่เหมาะสมสำหรับการสุ่มตัวอย่าง คือ มุม 7 องศา มีค่าประเมินพื้นที่หน้าตัด เท่ากับ 39.625 ตารางเมตร และมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประเมิน เท่ากับ 26.651 ในขณะที่พื้นที่ย่อยที่ 3 มีขนาดมุมที่เหมาะสมสำหรับการสุ่มตัวอย่าง คือ มุม 3 องศา โดยมีค่าประเมินพื้นที่หน้าตัด เท่ากับ 23.955 ตารางเมตร ซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประเมิน เท่ากับ 6.633 และพื้นที่ย่อยที่ 4 มีขนาดมุมที่เหมาะสมสำหรับการสุ่มตัวอย่าง คือ มุม 7 องศา โดยมีค่าประเมินพื้นที่หน้าตัด เท่ากับ 49.839 ตารางเมตร โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประเมิน เท่ากับ 28.836

ข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาพื้นที่หน้าตัดของไม้ต้น แสดงให้เห็นว่าค่าความแปรปรวนของข้อมูลมีแนวโน้มที่จะลดลงเมื่อมีการเพิ่มขนาดมุมในการสำรวจที่กว้างขึ้น ดังนั้น หากจะทำการศึกษาการสุ่มตัวอย่างแบบเซกเตอร์ในพื้นที่บริเวณดังกล่าว ควรมีการเพิ่มขนาดมุม เพื่อเป็นการลดความแปรปรวนของข้อมูล และควรมีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดมุม และจำนวนของเซกเตอร์ที่เหมาะสมเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจในการเลือกขนาดมุมที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ในลักษณะที่แตกต่างกันออกไป

REFERENCES

- Chiriaco, M.V. 2010. On the Extension of Large-Scale Forest Inventories to Non - forest Areas. University of Tuscia, Viterbo, Italy.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. 2002. *Trees Outside Forests Towards a Better Wariness*. Rome, Italy.
- Iles, K., Smith, N.J. 2006. A new type of plot that is particularly useful for sampling small clusters of objects. *Forest Science*, 52(2): 148–154.
- Kaewbanjong, P., Prasomsin, P., Lumyai, P., Seenuil, W. 2021. Application of Point Sampling in Forest Inventory for Timber Assessment: A Case Study of Siamese Rosewood Plantation, Trat Province. *Thai Journal of Forestry*, 40(2): 172-186. (in Thai)
- Kasetsart University. 2017. Kasetsart University, Bangkhen Campus. *Campus Information*. <https://www.ku.ac.th/th/campus-information/>, 25 April 2021.
- Khunsathien, C. 2020. *Timber Volume Assessment of Rubber Tree: A Case Study of Kanchanadit Plantation, Surattthani Province*. M.S. Thesis, Kasetsart University. Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Lynch, T.B. 2006. Variance Reduction for Sector Sampling. *Forest Science*, 52(3): 251–261.
- Prasomsin, P., Duangsathaporn, K. 2005. *Field Forest Mensuration Handbook*. Department of Forest Management, Faculty of Forestry, Kasetsart university, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Senanarong, A. 1998. The prospect of planting big trees in the city. In: *Documents for the Seminar on Planting Big Trees in the City*. Forestry Research Center, Faculty of

- Forestry Kasetsart University, Royal Forest Department, Forestry Alumni Society, Bangkok, Thailand, pp. 1-6. (in Thai)
- Seraj, M.H. , Kiani, B. 2017. Efficiency of sector sampling for estimating juniper forest attributes vs. fixed area plot. **Journal of Forest Science**, 63(10): 463–469.
- Smitinand, T. 1975. **Wildflowers of Thailand**. Aksornbandit Press, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Sommeechai, M. 2009. **Lecture Document on the Topic of Cities, Urban Communities, and Urban Environments**. Department of Silviculture, Faculty of forestry, Kasetsart University, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Smith, N.J., Iles, K. 2012. Sector Sampling–synthesis and applications. **Forests**, 3: 114 - 126.
- The Forest Herbarium Royal Forest Department. 2001. **Thai Plant Names**. Prachachon Co., Ltd., Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Thaiutsa, B. 1995. **Urban forest in National Tree Day 1995**. Public Parks Division, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Tipburee, P., Lumyai, P. 2021. Sector sampling method to survey trees outside forest area: A case study at the office of agricultural museum and culture, Kasetsart University. In: **Proceedings of Forestry Conference 2021**. Faculty of Forestry, Kasetsart University. Bangkok, Thailand, pp. 36- 45. (in Thai)
- Tongson, P. 2011. **Yield Assessment of Tree Resources Outside Forest by Using Sector Sampling Technique: A Case Study of Wachirabenchatat Park, Bangkok Metropolis**. M.S. Thesis, Kasetsart University, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Vanichbuncha, K. 2011. **Statistics**. Department of Statistics, Faculty of Commerce and Accountancy, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand. (in Thai)

นิพนธ์ต้นฉบับ

การประเมินการปลดปล่อยคาร์บอนจากกิจกรรมของสวนป่าสัก

กรณีศึกษา: สวนป่าแม่มาย จังหวัดลำปาง

Assessment of Carbon Emission from Teak Forest Operations:

A Case Study of Mae Mai Forest Plantation, Lampang Province

กัญญ์วรา คล้ายพิกุล¹Kanwara Khlaiphikun¹ชยานี เกตุแก้ว^{1*}Chayanee Ketkaew^{1*}นพรัตน์ คัคคุริวาระ¹Nopparat Kaakkurivaara¹รณกฤต ฤทธิยา²Ronnakrit Rittiya²¹คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

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

²สวนป่าแม่มาย องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ จังหวัดลำปาง 52000

Mae Mai plantation, The Forest Industry Organization, Lampang 52000, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: Chayanee.ke@ku.th

รับต้นฉบับ 29 เมษายน 2566

รับแก้ไข 1 มิถุนายน 2566

รับลงพิมพ์ 9 มิถุนายน 2566

Abstract

The research on carbon emissions from operations in teak plantations is currently limited. The objective of this research was to estimate the quantity of carbon emissions from silvicultural practices and logging operations in the Mae Mai teak plantation area of Lampang province.

The researchers collected data related to activities and quantified the energy consumption and carbon emissions. The amount of greenhouse gases was converted into carbon dioxide equivalent by multiplying with the respective global warming potential of each greenhouse gas type.

This study estimated the carbon emissions from silvicultural activities in the Mae Mai teak plantation, Lampang province over a 30-year rotation period. It was found that the carbon emissions from these activities amounted to 49,478 KgCO₂eq/rai. The activity with the highest carbon emissions during the rotation period was weed control using brush saw, followed by site preparation using bulldozers. The activity with the lowest carbon emissions was organic fertilizing. The first year of rotation cycle had the highest carbon emissions. In terms of logging activities, the total carbon emissions amounted to 3,470 KgCO₂eq/m³. The activity with the highest carbon emissions was skidder extraction emitting 1.619 KgCO₂eq/m³. On the other hand, the activity with the lowest carbon emissions was bucking, emitting 0.153 KgCO₂eq/m³. Therefore, implementing modern technologies in forest management can help reduce carbon emissions. Selecting appropriate machinery based on the terrain and distance should also be considered in order to effectively manage a forest.

Keywords: Carbon emission; Logging operations; Silvicultural practices; Teak plantation

บทคัดย่อ

การศึกษาเกี่ยวกับปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนจากกิจกรรมในสวนป่าสักยังมีไม่มากนักในปัจจุบัน โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาปริมาณการปล่อยคาร์บอนจากกิจกรรมทางวนวัฒนวิธีและจากกิจกรรมทำไม้ในพื้นที่สวนป่าแม่มาย จังหวัดลำปาง

โดยทำการเก็บข้อมูลกิจกรรม ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานและปริมาณการปล่อยคาร์บอนจากข้อมูลที่ได้รับรวบรวมได้ แปลงค่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกให้อยู่ในรูปคาร์บอนเทียบเท่า โดยการคูณด้วยค่าศักยภาพในการทำให้โลกร้อนของก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิด (emission factor)

ผลการศึกษาพบว่าปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนจากกิจกรรมทางวนวัฒนวิธีของสวนป่าแม่มาย จังหวัดลำปาง จากการวิเคราะห์การปลดปล่อยคาร์บอนตลอดรอบตัดฟัน (30 ปี) พบว่ากิจกรรมทางวนวัฒนวิธีที่มีการปลดปล่อยคาร์บอนเท่ากับ 49.478 KgCO₂eq/rai ทั้งนี้กิจกรรมที่ปลดปล่อยคาร์บอนมากที่สุดในส่วนของวนวัฒนวิธีตลอดระยะเวลาของรอบตัดฟันไม้สัก คือ การกำจัดวัชพืชโดยใช้เครื่องตัดหญ้า รองลงมาคือ การเตรียมพื้นที่โดยรถแทรกเตอร์ดินตะขบ กิจกรรมที่ปลดปล่อยคาร์บอนน้อยที่สุด คือ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ และปีที่ปลดปล่อยคาร์บอนมากที่สุดคือ ปีที่ 1 ในขณะที่กิจกรรมการทำไม้มีปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนรวมทั้งหมดเท่ากับ 3.470 KgCO₂eq/m³ โดยกิจกรรมที่มีการปลดปล่อยคาร์บอนมากที่สุดคือ การชักลากไม้ด้วยสกีตเตอร์ มีค่าเท่ากับ 1.619 KgCO₂eq/m³ และกิจกรรมที่มีการปลดปล่อยคาร์บอนน้อยที่สุดคือ การตัดทอน มีค่าเท่ากับ 0.153 KgCO₂eq/m³ ดังนั้นนโยบายสวนป่าจึงควรมีการวางแผนการดำเนินงาน วิเคราะห์ปัจจัยแวดล้อมก่อนการปลูก การพัฒนาและซ่อมแซมดูแลเครื่องมือให้มีประสิทธิภาพอยู่เสมอ หรือการใช้เครื่องมือที่ปลดปล่อยคาร์บอนต่ำทดแทนเครื่องมือเดิม เพื่อเป็นแนวทางในการลดการปลดปล่อยคาร์บอน การบริหารจัดการสวนป่าโดยการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยลดปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอน การเลือกใช้เครื่องจักรกลให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และระยะทาง

คำสำคัญ: การปลดปล่อยคาร์บอน การทำไม้ วนวัฒนวิธี สวนป่าสัก

คำนำ

ประเทศไทยมีการตั้งเป้าหมายเพิ่มพื้นที่ป่า เพื่อรองรับอุตสาหกรรมที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคตได้มีการสนับสนุนปลูกสร้างสวนป่าเศรษฐกิจ เพื่อให้มีไม้สำหรับใช้สอยอย่างเพียงพอ การปลูกสร้างสวนป่ายังช่วยลดปริมาณคาร์บอนในชั้นบรรยากาศได้อีกด้วย เนื่องจากต้นไม้เป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนที่สำคัญ ดังนั้นจึงเป็นเรื่องสำคัญที่จะต้องทำความเข้าใจการปล่อยคาร์บอนที่เกี่ยวข้องกับการเก็บเกี่ยวในป่าและการผลิตผลิตภัณฑ์จากไม้ เพื่อระบุโอกาสในการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสภาพอากาศ (Tangmitcharoen, 2020)

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นความท้าทายระดับโลกที่สำคัญ และการลดการปลดปล่อยคาร์บอนเป็นกลยุทธ์หลักในการบรรเทาผลกระทบ ป่าไม้มีบทบาทสำคัญในวัฏจักรคาร์บอนของโลก โดยป่าไม้ทำหน้าที่เป็นทั้งแหล่งกำเนิดและแหล่งกักเก็บคาร์บอน อย่างไรก็ตาม

การเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตภัณฑ์จากป่าสามารถปลดปล่อยคาร์บอนในปริมาณมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลเพื่อการขนส่งและการแปรรูปโดยสัก (*Teak*, *Tectona grandis*) เป็นไม้เศรษฐกิจที่สำคัญอย่างหนึ่งที่มีการนิยมนำมาอย่างแพร่หลายทั้งในภาครัฐและเอกชน ทั้งนี้การปลูกสร้างสวนป่าสักตลอดรอบตัดฟัน 30 ปี นั้นจำเป็นที่จะต้องมีการดูแลรักษาเพื่อให้ได้ไม้ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งมีกระบวนการตั้งแต่การเตรียมพื้นที่ปลูก การคัดเลือก การใส่ปุ๋ย การกำจัดวัชพืช โดยปกติแล้วทางสวนป่าภายใต้การอุตสาหกรรมป่าไม้เขตลำปางมีการทำไม้จำนวน 3 ครั้ง คือ การตัดขายระยะเมื่ออายุ 15 ปี 20 ปี และตัดฟันรอบสุดท้ายเมื่ออายุ 30 ปี (Forest Industry Organization, 2018) ซึ่งกระบวนการทำไม้ประกอบด้วย การล้มไม้และลิดกิ่ง การชักลาก การตัดทอน การชักลากรวมกอง และการขนส่ง จะสังเกตได้ว่าทุกกระบวนการมีการใช้พลังงานเชื้อเพลิง ทั้งนี้ประเทศไทยยัง

ไม่มีการศึกษาการปลดปล่อยคาร์บอนจากกิจกรรมวนวัฒนวิธีและกรรมทำไม้มาก่อน โดยสวนป่าแม่มาลัยเป็นสวนป่าสักที่มีการดำเนินงานครบถ้วนตามเงื่อนไขที่ต้องการศึกษาและเหมาะสมกับปัจจัยข้อจำกัดทางด้านเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

ด้วยเหตุนี้การศึกษาการปลดปล่อยคาร์บอนจากกิจกรรมวนวัฒนวิธีและกรรมทำไม้สัก จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการปลดปล่อยคาร์บอนจากกิจกรรมวนวัฒนวิธีและกระบวนการทำไม้ในแต่ละขั้นตอน เพื่อนำไปสู่การหาแนวทางในการลดการปลดปล่อยคาร์บอนในสวนป่าขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ที่มีการจัดการภายใต้รูปแบบเดียวกันให้น้อยลงต่อไป

วิธีการ

การเก็บข้อมูล

กิจกรรมทางวนวัฒนวิธี สํารวจข้อมูลปริมาณการใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงและปุ๋ยชนิดต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ (เดือนมิถุนายนถึงตุลาคม พ.ศ.2565) พร้อมบันทึกปริมาณการทำงานทั้งหมด (ไร่) ประกอบด้วย การเตรียมพื้นที่ (site preparation) ด้วยรถแทรกเตอร์ตีนตะขาบ การกำจัดวัชพืชด้วยเครื่องตัดหญ้า (weeding) การใส่ปุ๋ย ทั้งนี้ปุ๋ยมีทั้งหมด 3 ชนิด ได้แก่ ปุ๋ยอินทรีย์ (organic fertilizing) ปุ๋ยสูตร 46-0-0 (fertilizing 46-0-0) และปุ๋ยสูตร 15-15-15 (fertilizing 15-15-15) การตัดสางขยายระยะด้วยการใช้เลื่อยโซ่ยนต์ (thinning) เพื่อนำไปสู่

ขั้นตอนการวิเคราะห์อัตราการใช้ น้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตร/ไร่) และอัตราการใช้ปุ๋ย (กิโลกรัม/ไร่)

กิจกรรมปลูกสร้างสวนป่าไม้สักเริ่มจากการเตรียมพื้นที่ปลูก สำหรับสวนป่าแม่มาลัย มีการใช้รถแทรกเตอร์ตีนตะขาบในการเตรียมพื้นที่ หลังจากนั้นทำการปลูก (planting) โดยการใช้แรงงานคน ขุดหลุมและรองก้นหลุมด้วยปุ๋ยอินทรีย์ โดยใช้แรงงานคน การกำจัดวัชพืช ในการกำจัดวัชพืช พื้นที่แปลงปลูกไม้สักได้มีการใช้เครื่องตัดหญ้าดายหญ้าทั่วพื้นที่ เป็นเวลา 3 ปี การใส่ปุ๋ยบำรุงต้นสัก (fertilizing) องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (อป.บ.) ได้มีการกำหนดให้ใช้ปุ๋ย 3 สูตรด้วยกันคือ ปุ๋ยอินทรีย์วัตถุ ปุ๋ยยูเรีย สูตร 46-0-0 และปุ๋ยสูตร 15-15-15 การกำจัดวัชพืชโดยใช้แรงงานคนถาง ในช่วงปีที่ 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 15, 16, 20 และปีที่ 26 ปีละ 1 ครั้ง ในด้านงานป้องกันไฟป่า จะปฏิบัติงานในเดือนตุลาคมถึงเมษายน งานป้องกันการลักลอบไม้ มีการตรวจตราทุกวัน ทั้งกลางวันและกลางคืน โดยขอบเขตการวิจัยคือ รวบรวมข้อมูลและคำนวณค่าการปลดปล่อยคาร์บอนเฉพาะกิจกรรมทางวนวัฒนวิธีที่มีเครื่องจักรกลเข้ามาเกี่ยวข้องเท่านั้น ไม่หมายถึง การถางหญ้าด้วยแรงงานคน และไม่ได้ครอบคลุมกิจกรรมอื่น เช่น การลาดตระเวน เพื่อป้องกันรักษาป่า เป็นการใช้อัตรายานยนต์ส่วนตัวของคนงานจึงไม่ได้พิจารณาในตอนแรกเป็นผลให้เกิดข้อจำกัดจากการศึกษาครั้งนี้ ในส่วนการตัดขยายระยะและตัดฟันรอบสุดท้ายนำไปพิจารณาในกรรมทำไม้ ดัง Table 1

Table 1 Timeline of various activities related to planting in forest plantations.

	Site preparation	planting	Weeding	Organic fertilizing	Fertilizing 46-0-0	Fertilizing 15-15-15	Firebreak*	patrolling*	Thinning/ harvesting
year 0	/	/		/			/	/	
year 1			/ (x 3) 		/		/	/	
year 2			/ (x 3) 			/	/	/	
year 3			/ (x 2) 			/	/	/	
year 4							/	/	
year 5-8			/ (x 4) 				/	/	
year 9							/	/	
year 10		/					/	/	
year 11							/	/	
year 12-13		/ (x 2)					/	/	
year 14							/	/	
year 15		/					/	/	/
year 16		/					/	/	
year 17-19							/	/	
Year 20		/					/	/	/
year 21-25							/	/	
year 26		/					/	/	
year 27-29							/	/	
year 30							/	/	/

Remark : *out of the scope of this study.

กิจกรรมการทำไม้สำรวจข้อมูลการทำไม้แปลงปี พ.ศ. 2521 รอบตัดฟันสุดท้ายโดยเป็นการทำไม้ทั้งแปลงของสวนป่าแม่มาย ซึ่งมีขั้นตอนการทำไม้ครบทุกกระบวนการที่ต้องการศึกษา พื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงในบางพื้นที่ และบางพื้นที่มีข้อจำกัดในการเข้าถึงจากการสำรวจเบื้องต้นไม้สักมีเส้นรอบวงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ

70.75 เซนติเมตรและความยาวที่เป็นสินค้าได้เฉลี่ยของต้นสักเท่ากับ 9.49 เมตร ซึ่งขั้นตอนการทำไม้ประกอบด้วย การล้มไม้ ทำการล้มไม้สักในพื้นที่โดยเว้นแนวพื้นที่ริมน้ำและป่าอนุรักษ์ ซึ่งรูปแบบการทำไม้สักเป็นแบบ Tree length method ประกอบด้วยการตัดโค่น ลิดกิ่งและตัดปลายยอดทิ้งเอาไว้ที่บริเวณคอ เพื่อไม่ให้เป็นอุปสรรค

ต่อการชักลาก จากนั้นชักลากไม้ด้วยรถสเกิดเดอร์ ขนส่งไม้ระยะสั้นด้วยรถจอบหนักร 6 ล้อ เป็นการนำไม้ออกจากแปลงไปยังหมอนไม้ ที่บริเวณหมอนไม้มีการหมายวัด ตัดทอน และตีตรา โดยทำการหมายวัดความโตและความยาวของไม้สักโดยมีการลบความหนาเปลือกร้อยละ 10 ของความโตเส้นรอบวง เมื่อตัดทอนเสร็จแล้วจึงทำการตีตราไม้ จากนั้นรวมกองโดยรถแทรกเตอร์ล้อยาง มีการคัดขนาดเพื่อแยกกองตามขนาดความโตเส้นรอบวงและความยาวของไม้สัก

ทำการเก็บข้อมูลปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องจักรกลในแต่ละกิจกรรมย่อยของการทำไม้ ซึ่งการทำไม้แต่ละขั้นตอนมีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกแตกต่าง

ไปตามลักษณะของพื้นที่ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำไม้จำนวน เครื่องจักรกลที่ใช้ในการทำไม้หรือวิธีการทำไม้ โดยทำการเก็บข้อมูลเส้นรอบวงและความยาวของไม้สักในแต่ละกิจกรรมทำไม้ เพื่อนำมาคำนวณปริมาตร และสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณการใช้น้ำมันของเครื่องจักรกลให้อยู่ในรูปหน่วย ลิตรต่อลูกบาศก์เมตร

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานและปริมาณการปล่อยคาร์บอนจากข้อมูลที่ได้ โดยผู้วิจัยใช้ค่าพลังงานเทียบเท่า และค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (emission factor) (Thailand Greenhouse Gas Management Organization, 2022) ดัง Table 2

Table 2 Emission factors related to various plantation activities.

List	Emission Factor
Diesel	2.700
Gasoline	2.180
Organic fertilizer	0.1097
Fertilizer 46-0-0	3.3036
Fertilizer 15-15-15	1.5083

Source: Thailand Greenhouse Gas Management Organization (2022).

$$CO_2\text{Emission} = \text{activity data} \times \text{emission factor} \quad (1)$$

เมื่อ Activity Data คือ ข้อมูลกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปล่อยคาร์บอน

Emission Factor คือ ค่าคงที่ที่ใช้เปลี่ยน Activity Data ให้เป็นค่าปริมาณการปล่อยคาร์บอน

ข้อมูลอัตราการใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงและปุ๋ยที่บันทึกได้ นำมาใช้ในการคำนวณหาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตามสมการ (1) ให้อยู่ในรูปคาร์บอนเทียบเท่า โดยปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนจากกิจกรรมวนวัฒนวิธี มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อไร่ และปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอน

จากกิจกรรมทำไม้มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (Thailand Greenhouse Gas Management Organization, 2022)

ในการเก็บข้อมูลกิจกรรมทางวนวัฒนวิธีในแต่ละขั้นตอนโดยได้รวบรวมแตกต่างกันไปตามความเหมาะสมในส่วนของการเตรียมพื้นที่ (site preparation) ได้มีการเก็บข้อมูลพื้นที่แปลงปลูกปี พ.ศ. 2521 การกำจัดวัชพืชได้มีการเก็บข้อมูลพื้นที่แปลงปลูกปี พ.ศ. 2520 ตัดฟันปี พ.ศ. 2564 และแปลงปลูกปี พ.ศ. 2520 ตัดฟันปี พ.ศ. 2565 และขั้นตอนการใส่ปุ๋ยได้ทำการคำนวณทั้งสวนป่า โดยมีพื้นที่แสดงดัง Table 3

Table 3 The studied areas under each silvicultural practice.

Activities	Area (rai)
Site preparation	779.52
Weeding	565.35
Organic fertilizing	14,009.50
Fertilizing 46-0-0	14,009.50
Fertilizing 15-15-15	14,009.50

ในการเก็บข้อมูลการปลดปล่อยคาร์บอนกิจกรรม
ทำไม่ได้ทำการศึกษา 5 กิจกรรมย่อย ได้แก่ การล้มไม้ด้วย
เลื่อยยนต์ การชักลากด้วยสกีเตอร์ การตัดทอนด้วย
เลื่อยยนต์ การรวมกองด้วยแทรกเตอร์และการขนส่งระยะ
สั้นด้วยรถจอบหนั โดยปริมาตรไม้ที่ทำงานได้ในแต่ละ
กิจกรรมแสดงดัง Table 4

Table 4 The volume of timber recorded in each logging operation.

Activities	Equipment	Volume (m ³)
Felling	Chainsaw	100.080
Extraction	Skidder	100.080
Bucking	Chainsaw	100.030
Stacking	Tractor	100.030
Transport	Self-loading truck	33.560

ผลและวิจารณ์

กิจกรรมทางวนวัฒนวิธี

การปลูกสร้างสวนป่าไม้สัก มีกิจกรรมดังนี้
การสำรวจรังวัดพื้นที่ เป็นการสำรวจเบื้องต้น ก่อนเตรียม
พื้นที่ แล้วสำรวจรังวัดพื้นที่ เพื่อนำไปจัดทำแผนที่หลังปลูก
เสร็จ การเตรียมพื้นที่ปลูก สำหรับสวนป่าแม่มาย มีการใช้
รถแทรกเตอร์ดินตะขาบในการเตรียมพื้นที่ หลังจากนั้น
หมายแนวปลูก ปักหลักหมายแนวปลูก ระยะ 4 เมตร x 4
เมตร ขุดหลุมและรองกันหลุม ด้วยปุ๋ยอินทรีย์ โดยใช้
แรงงานคน

การกำจัดวัชพืช ในการกำจัดวัชพืชพื้นที่แปลงปลูก
ไม้สักได้มีการใช้เครื่องตัดหญ้าตายหญ้าทั่วพื้นที่ ใน 3 ปี
แรก โดยปีที่ 1 และ ปีที่ 2 ได้มีการตายหญ้าทั่วพื้นที่ปีละ
3 ครั้ง และปีที่ 3 ได้มีการตายหญ้าทั่วพื้นที่ 2 ครั้ง รวมเป็น
ทั้งหมด 8 ครั้ง การกำจัดวัชพืชโดยใช้แรงงานคนถาง
ในช่วงปีที่ 5–6 2 ครั้ง ปีที่ 7, 8, 10, 12, 13, 15, 16, 20
และปีที่ 26 ปีละ 1 ครั้ง

การใส่ปุ๋ยบำรุงต้นสัก องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ได้
มีการกำหนดให้ใส่ปุ๋ย 2 สูตรด้วยกันคือ ปุ๋ยยูเรีย สูตร
46-0-0 ใช้ในปีที่ 1 จำนวน 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 หลุมละ 0.015
กิโลกรัม ครั้งที่ 2 หลุมละ 0.030 กิโลกรัม และปุ๋ยสูตร
15-15-15 ใช้ในปีที่ 2 จำนวน 1 ครั้ง หลุมละ 0.050
กิโลกรัม ในปีที่ 3 จำนวน 1 ครั้ง หลุมละ 0.080 กิโลกรัม
การตัดขยายระยะ ครั้งที่ 1 ในปีที่ 15 และครั้งที่ 2 ในปีที่
20 โดยใช้เลื่อยยนต์ในการล้มไม้ ในด้านงานป้องกันไฟป่ามี
การปฏิบัติงานในเดือนตุลาคมถึงเมษายน งานป้องกันการ
ลักลอบไม้ มีการตรวจตราทุกวัน ทั้งกลางวันและกลางคืน
ซึ่งกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปลดปล่อยคาร์บอน ได้แก่ การ
เตรียมพื้นที่ ซึ่งมีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในรถแทรกเตอร์
การกำจัดวัชพืช มีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในเครื่องตัดหญ้า
และการใส่ปุ๋ย ส่วนกิจกรรมอื่นไม่สามารถนำมาคำนวณหา
ค่าการปลดปล่อยคาร์บอนได้ เนื่องจากเป็นการใช้
แรงงานคนทั้งสิ้น

เมื่อพิจารณาการปลดปล่อยคาร์บอนของแต่ละปี พบว่า ในปีที่ 1 มีการปลดปล่อยคาร์บอนรวมมากที่สุด เท่ากับ 27.892 kgCO₂eq/rai คิดเป็นร้อยละ 56.38 ของ การปลดปล่อยทั้งหมด ปีที่ 2 มีการปลดปล่อยคาร์บอนรวม เท่ากับ 10.65 kgCO₂eq/rai คิดเป็นร้อยละ 21.52 ของ การปลดปล่อยทั้งหมด และปีที่ 3-4 มีปริมาณการ ปลดปล่อยคาร์บอนรวมเท่ากับ 10.936 kgCO₂eq/rai คิด

เป็นร้อยละ 22.10 ของการปลดปล่อยทั้งหมด ในหนึ่งรอบ ตัดพื้นมีปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนที่แตกต่างกัน ออกไป เนื่องจากการทำกิจกรรมที่ต่างกัน ปีที่ 1 มีการ ปลดปล่อยคาร์บอนสูงสุด มีการทำกิจกรรมการเตรียม พื้นที่โดยใช้รถแทรกเตอร์ การกำจัดวัชพืชโดยใช้เครื่องตัด หญ้า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ และการใส่ปุ๋ยยูเรีย สูตร 46-0-0 (Table 5)

Table 5 Greenhouse gas emission from Silvicultural practices during various years of plantation.

Year	Activity	Greenhouse gas emission (KgCO ₂ eq/rai)	Percentage
1	Site preparation, weeding, organic fertilizer, fertilizing 46-0-0	27.892	56.4
2	Weeding, fertilizer 15-15-15	10.650	21.5
3-4	Weeding, fertilizer 15-15-15	10.936	22.1
5-30	-	-	0.0
Total		49.478	100.0

Remark: From the 5th-30th year, there was no mechanical use or activities that resulted in carbon emissions.
An area 1 rai = 0.16 ha.

พิจารณาการปลดปล่อยคาร์บอนของรายกิจกรรม (Table 6) พบว่าการเตรียมพื้นที่ปลูก มีการใช้น้ำมัน เชื้อเพลิงในรถแทรกเตอร์ดินตะขาบ (น้ำมันดีเซล) โดยเฉลี่ย 4.350 ลิตรต่อไร่ มีการปลดปล่อยคาร์บอน 11.756 kgCO₂eq/rai การกำจัดวัชพืช พบว่ามีการใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงในเครื่องตัดหญ้า (น้ำมันเบนซิน) โดยเฉลี่ย 8 ลิตรต่อไร่ มีการปลดปล่อยคาร์บอน 17.440 kgCO₂eq/rai การใส่ปุ๋ยปลูกและบำรุง พบว่ามีการใช้ปุ๋ย

ด้วยกันทั้งหมด 3 ชนิด คือ ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยยูเรีย สูตร 46-0-0 และปุ๋ยสูตร 15-15-15 โดยปุ๋ยอินทรีย์มีการใช้ โดยเฉลี่ย 13.620 กิโลกรัมต่อไร่ มีการปลดปล่อยคาร์บอน 1.495 kgCO₂eq/rai ปุ๋ยยูเรีย สูตร 46-0-0 มีการใช้โดย เฉลี่ย 2.450 กิโลกรัมต่อไร่ มีการปลดปล่อยคาร์บอน 8.102 kgCO₂eq/rai และปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 มีการใช้ โดยเฉลี่ย 7.080 กิโลกรัมต่อไร่ มีการปลดปล่อยคาร์บอน 10.686 kgCO₂eq/rai

Table 6 Greenhouse gas emission factors related to various teak forest operations per activity.

Activity	Area (rai)	Consumption	Consumption /rai	Greenhouse gas emission (kgCO ₂ eq/rai)	Percentage
Site preparation	779.519	3394.000 litre	4.350	11.756	23.76
Weeding	565.345	4522.760 litre	8.000	17.440	35.25
Organic fertilizer	14,009.49	190866.500 Kg	13.620	1.495	3.02
Fertilizer 46-0-0	14,009.49	34355.970 Kg	2.450	8.102	16.37
Fertilizer 15-15-15	14,009.49	99250.580 Kg	7.080	10.686	21.60
Total	43,373.334			49.478	

Remark: An area 1 rai = 0.16 ha.

เมื่อพิจารณาการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนของแต่ละกิจกรรม พบว่า การเตรียมพื้นที่ มีการปลดปล่อยคาร์บอน คิดเป็นร้อยละ 23.76 ของการปลดปล่อยทั้งหมด การกำจัดวัชพืช มีการปลดปล่อยคาร์บอน คิดเป็นร้อยละ 35.25 ของการปลดปล่อยทั้งหมด การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ มีการปลดปล่อยคาร์บอน คิดเป็นร้อยละ 3.02 ของการปลดปล่อยทั้งหมด การใส่ปุ๋ยยูเรีย สูตร 46-0-0 มีการปลดปล่อยคาร์บอน คิดเป็นร้อยละ 16.37 ของการปลดปล่อยทั้งหมด และการใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 มีการปลดปล่อยคาร์บอน คิดเป็นร้อยละ 21.60 ของการปลดปล่อยทั้งหมด

การศึกษาปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนจากกิจกรรมวนวัฒนวิธี โดยชนิดของปุ๋ยที่เกิดการปลดปล่อยคาร์บอนมากที่สุดคือปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 รองลงมาคือปุ๋ยยูเรีย สูตร 46-0-0 และปุ๋ยที่เกิดการปลดปล่อยคาร์บอนน้อยที่สุดคือ ปุ๋ยอินทรีย์ โดยปุ๋ยอินทรีย์มีค่า Emission factor หรือ ค่าคงที่ที่ใช้เปลี่ยน Activity data ให้เป็นค่าปริมาณการปล่อยคาร์บอนน้อยกว่าปุ๋ยอีก 2 ชนิดมาก ซึ่งสอดคล้องกับวิจัยของ Jenssen and Kongshaug (2003) ที่พบว่า ปุ๋ยที่มีค่าไนโตรเจนมาก จะส่งผลให้มีการปล่อยคาร์บอนมาก แตกต่างจากปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยคอก ที่นอกจากมีราคาไม่สูง ยังมีผลดีอีกอย่างคือ มีการปลดปล่อยคาร์บอนออกมาต่ำมาก การใช้ปุ๋ยในปริมาณมากส่งผลมีวัชพืชที่เพิ่มขึ้น ยิ่งทำให้มีการกำจัดวัชพืชที่บ่อยครั้งขึ้น ก่อให้เกิดการปลดปล่อยคาร์บอนที่มากตามมา เพื่อลดปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนจากกระบวนการ

ทางวนวัฒนวิธี มีด้วยกัน 2 แนวทาง คือ แนวทางลดปริมาณการปล่อยคาร์บอนจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงและแนวทางลดปริมาณการปล่อยคาร์บอนจากการใช้ปุ๋ย โดยแนวทางในการลดปริมาณการปล่อยคาร์บอนจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงสามารถทำได้โดยการซ่อมแซมดูแลเครื่องจักรให้เหมาะสมอยู่เสมอ การใช้เครื่องตัดหญ้าไฟฟ้า พลังงานแสงอาทิตย์ เพราะเครื่องตัดหญ้าไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ มีประสิทธิภาพและประสิทธิภาพด้านการประหยัดพลังงานเชื้อเพลิง และแนวทางเพื่อลดปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนจากการใช้ปุ๋ย สามารถทำได้โดยการวิจัยปุ๋ยที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การศึกษาคุณภาพดินในแต่ละพื้นที่เพื่อพิจารณาความต้องการปุ๋ยในแต่ละพื้นที่ที่แตกต่างกันไป เพื่อควบคุมการใช้ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ให้เหมาะสมตามความจำเป็น ไม่มากไม่น้อยเกินไป หรือในบางพื้นที่ที่แร่ธาตุในดินเพียงพอแล้วไม่จำเป็นต้องใช้ปุ๋ยเคมี หากลดการใช้ปุ๋ยเคมีส่งผลให้ลดการปลดปล่อยคาร์บอนได้อีกด้วย

กิจกรรมการทำไม้

จากการสำรวจวัดเส้นรอบวง ความยาว และปริมาตรของไม้สักในพื้นที่ศึกษาพบว่า ในการเก็บข้อมูลความยาวไม้สักที่ทาสีเป็นสินค้าได้มีความยาวมากที่สุดเท่ากับ 17.00 เมตร เส้นรอบวงใหญ่ที่สุดเท่ากับ 115.00 เซนติเมตร และปริมาตรมากที่สุดเท่ากับ 1.40 ลูกบาศก์เมตรต่อต้น นอกจากนี้ยังแสดงค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยเส้นรอบวง ความยาว และปริมาตรของไม้สักแสดงดัง (Table 7)

Table 7 The quantitative data of tree characteristics in the teak plantation.

	Min	Max	Average	S.D.
Girth (cm)	35.00	115.00	70.75	13.653
Height (m)	5.25	17.00	9.49	2.058
Volume (m ³)	0.10	1.40	0.42	0.239

Table 8 พบว่ากิจกรรมทำไม้ในแต่ละกิจกรรมมีการปลดปล่อยคาร์บอนที่แตกต่างกัน โดยกิจกรรมที่มีการปลดปล่อยคาร์บอนมากที่สุด คือ การชักลากด้วยรถสกีเตอร์ มีค่าเท่ากับ 1.619 kgCO₂eq/m³ รองลงมาคือ

การขนส่งระยะสั้นด้วยรถจอบหน้าง มีค่าเท่ากับ 0.805 kgCO₂eq/m³ และอันดับสาม คือ การชักลากรวมกองด้วยรถแทรกเตอร์ มีค่าเท่ากับ 0.675 kgCO₂eq/m³ ตามลำดับ

Table 8 Carbon emissions from logging operations.

Activity	Equipment	List	Consumption	Produced	Greenhouse gas	Percentage
				timber (m ³)	emission (KgCO ₂ eq/m ³)	
Felling	Chainsaw	Gasoline	10 litre	100.080	0.218	6.28
Extraction	Skidder	Diesel	60 litre	100.080	1.619	46.66
Bucking	Chainsaw	Gasoline	7 litre	100.030	0.153	4.41
Stacking	Tractor	Diesel	25 litre	100.030	0.675	19.45
Transport	Self-loading truck	Diesel	30 litre	33.560	0.805	23.20
Total					3.470	100.00

เมื่อพิจารณารายการเครื่องมือเครื่องจักร พบว่า การปลดปล่อยคาร์บอนจากสกิดเดอร์ จอหนั่ง และ รถแทรกเตอร์ คิดเป็นร้อยละ 46.67, 23.20 และ 19.45 ของการปลดปล่อยคาร์บอนทั้งหมด ตามลำดับ รวมทั้ง 3 กิจกรรมนี้มีการปลดปล่อยคาร์บอนมากถึงร้อยละ 89.32 ของการปลดปล่อยคาร์บอนจากกิจกรรมทำไม้ทั้งหมด โดยเลื่อยยนต์มีการปลดปล่อยคาร์บอนน้อยที่สุด เท่ากับ ร้อยละ 10.69

จากการศึกษาการปลดปล่อยคาร์บอนจากกิจกรรม ทำไม้พบว่า กิจกรรมที่มีการปลดปล่อยคาร์บอนมากที่สุด คือ การชักลากด้วยสกิดเดอร์ ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณ การปล่อยคาร์บอนคือ ขนาดของกระบอกสูบ ขนาดของ แรงม้า และระยะทางในการชักลาก หากขนาดของ กระบอกสูบและขนาดของแรงม้าเยอะส่งผลให้ปริมาณการ ปลดปล่อยคาร์บอนเพิ่มมากขึ้น เมื่อเทียบกับการ ปลดปล่อยคาร์บอนของเลื่อยโซยนต์ที่ไม่มีการเคลื่อนที่ของ เครื่องจักรกลและมีขนาดกระบอกสูบและขนาดแรงม้าต่ำ ส่งผลให้การปลดปล่อยคาร์บอนจากกิจกรรมที่มีการใช้ เลื่อยโซยนต์มีการปลดปล่อยคาร์บอนต่ำกว่า ดังนั้น ก่อนล้มไม้และชักลากไม้จำเป็นต้องมีการวางแผนการทำไม้ ก่อน เพื่อเป็นแนวทางในการลดปริมาณการปลดปล่อย คาร์บอนจากกระบวนการต่าง ๆ ในการทำไม้ หากมีการ วางแผนจัดการทำไม้ที่มีประสิทธิภาพคาร์บอนที่เหลืออยู่ใน เนื้อไม้ก็จะเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ Brown *et al.* (2011) ยังได้เสนอแนะให้ก่อนการทำไม้ควรมีการวางแผนและ

สร้างถนนที่มีความกว้างและความยาวที่เหมาะสม มีถนน หลักระยะสั้นแค่เส้นเดียว ลดการเพิ่มปริมาณของเส้นทางชัก ลากและมีการจัดการหาตำแหน่งของจุดหมอนไม้ที่ เหมาะสมกับปริมาณผลผลิต และควรเป็นพื้นที่เปิดโล่ง นอกจากนี้ควรเลือกใช้เครื่องจักรกลที่มีอัตราการใช้น้ำมัน เชื้อเพลิงน้อยลงหรือเลือกใช้เครื่องจักรที่มีขนาดเครื่องยนต์ เล็กกลงให้เหมาะสมกับปริมาณผลผลิต

สรุป

วิธีการในการประเมินการปลดปล่อยคาร์บอน เป็นวิธีการที่เหมาะสมประยุกต์ใช้ได้ง่าย แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ ระยะเวลาและความเหมาะสมในการเก็บข้อมูลในแต่ละ กิจกรรม เช่น กิจกรรมทางวนวัฒนวิธีมีการคำนวณใน รูปแบบกิโลกรัมคาร์บอนเทียบเท่าต่อไร่ และกิจกรรมการ ทำไม้มีการคำนวณในรูปแบบกิโลกรัมคาร์บอนเทียบเท่าต่อ ลูกบาศก์เมตร โดยในการเก็บข้อมูลต่าง ๆ จำเป็นต้อง ศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม เช่น ชนิดของเครื่องจักร ขนาดเครื่องยนต์ ขนาดกระบอกสูบ ขนาดแรงม้า ระยะทาง เป็นต้น

จะเห็นได้ว่า กิจกรรมสวนป่ามีการปลดปล่อย คาร์บอนในทุกกิจกรรม โดยปริมาณการปลดปล่อย คาร์บอนในแต่ละกิจกรรมมีความแตกต่างกันเล็กน้อย ขึ้นอยู่กับประเภทของกิจกรรม อุปกรณ์เครื่องจักรกล ปริมาณพลังงานเชื้อเพลิง เป็นต้น โดยสามารถปรับเปลี่ยน ขนาดเครื่องจักรให้เหมาะสมกับปริมาณผลผลิตเพื่อช่วยให้ ปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนลดน้อยลง

นอกจากนี้เพื่อให้สอดคล้องกับนโยบายแผนยุทธศาสตร์นี้ไปสู่เป้าหมาย Carbon neutrality และ Net zero GHG emissions โดยประเทศไทยได้ตั้งเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอนภายในปี พ.ศ. 2573 (ค.ศ. 2050) และลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นศูนย์ภายในปี พ.ศ. 2608 (ค.ศ. 2065) จึงจำเป็นต้องหาแนวทางในการลดปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนเพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับกิจกรรมสวนป่าให้สอดคล้องกับนโยบายที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยสามารถวางแผนการจัดการสวนป่าให้มีการปลดปล่อยคาร์บอนต่ำที่สุดตั้งแต่การเตรียมพื้นที่ การปลูก การดูแล ตลอดจนการทำไม้ ตลอดจนรอบตัดฟัน โดยก่อนการทำไม้ควรมีการวางแผนและสร้างถนนที่มีความกว้างและความยาวที่เหมาะสม มีถนนหลักเพียงแค่เส้นเดียว ลดการเพิ่มปริมาณของเส้นทางซีกลากและมีการจัดการหาตำแหน่งของจุดหมอนไม้ที่เหมาะสมกับปริมาณผลผลิต และควรเป็นพื้นที่เปิดโล่ง นอกจากนี้ควรเลือกใช้เครื่องจักรกลที่มีอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงน้อยลงหรือเลือกใช้เครื่องจักรที่มีขนาดเครื่องยนต์เล็กลงให้เหมาะสมกับปริมาณผลผลิต อาจมีการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่หรือนวัตกรรมที่สามารถช่วยลดปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนให้ลดลงต่อไป

REFERENCES

- Brown, S., Casarim, F., Grimland, S., Pearson, T. 2011. Carbon Impacts from Selective Logging of Forests in Berau, East Kalimantan, Indonesia. https://winrock.org/wp-content/uploads/2016/03/Winrock_FINAL_logging_report_TNC_06-9-2011.pdf, 10 February 2022
- Forest Industry Organization. 2018. **Sustainable Forest Management**. <http://www.northfio.com/web/information/maesaroy61.pdf>, 24 September 2022 (in Thai)
- Jenssen, K.T., Kongshaug, G. 2003. Energy consumption and greenhouse gas emissions in fertilizer production. IFS (The International Fertiliser Society) Proceedings No:509. IFS, York, UK.
- Tangmitcharoen, S. 2020. **Economic Forest Plantation**. <https://shorturl.asia/cak4m>, 24 April 2022 (in Thai)
- Thailand Greenhouse Gas Management Organization. 2022. **Carbon Emissions**. http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/admin/uploadfiles/emission/ts_af09c20f4f.pdf, 6 March 2022 (in Thai)

นิพนธ์ต้นฉบับ

คุณสมบัติทางฟิสิกส์และทางกลของไม้ยูคาลิปตัสยูโรฟิลลาลำสายต้น K62

Physical and Mechanical Properties of *Eucalyptus Urophylla* Clone K62 Woodวิวัฒน์ หาญวงศ์จิรวัด^{1*}Wiwat Hanvongjirawat^{1*}วัฒนชัย ตาเสน²Wattanachai Tasen²¹ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถนนงามวงศ์วาน ลาดยาว จตุจักร กรุงเทพฯ 10900¹Department of Forest Products, Faculty of Forestry, Kasetsart University 50 Ngam Wong Wan Rd., Lat Yao, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand²ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถนนงามวงศ์วาน ลาดยาว จตุจักร กรุงเทพฯ 10900²Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University 50 Ngam Wong Wan Rd., Lat Yao, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

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

รับต้นฉบับ 1 พฤษภาคม 2566

รับแก้ไข 2 มิถุนายน 2566

รับลงพิมพ์ 12 มิถุนายน 2566

ABSTRACT

Eucalyptus is a raw material frequently used in the timber and fiber industries. However, most of the *eucalyptus* grown is used in the production of low-value products such as pulp, energy, and wood composites for furniture. Most *eucalyptus* species are rarely processed into sawn timber. The objective of this research was to study the physical and mechanical properties of *Eucalyptus urophylla* clone K62 wood for utilization in the form of sawn timber and manufacturing of high-value structural products such as glue laminated timber (GLT) and cross-laminated timber (CLT). Various physical properties of the eucalyptus clone K62 were measured and included average specific gravity at oven-dry condition, which was 0.63. Additionally, the average fiber saturation point was between 23 to 25%, and maximum shrinkages in tangential, radial, and longitudinal directions were 7.5, 5.10, and 0.02%, respectively. The reduction in moisture content from the fiber saturation point to 0% and equilibrium moisture content (EMC) from desorption isotherm indicated that EMC decreased with increasing temperature and at constant temperature, EMC value decreased with decreasing relative humidity. The mechanical properties were tested at an average moisture content of 10.75%, with an average modulus of rupture of 112.08 MPa, modulus of elasticity of 9,213 MPa, compression parallel to grain of 55.93 MPa, compression perpendicular to grain of 9.68 MPa, hardness of 5,875 N, and cleavage and nail holding of 2.25 and 35.34 N/mm respectively. The mechanical properties were compared with wood standard used in structural analysis, and it was found that the strength of eucalyptus clone K62 wood passed the standard and was suitable for the main structure of buildings and manufacturing products for building materials.

Keywords: Clone K62; *Eucalyptus*; *Eucalyptus urophylla*; Mechanical properties; Physical properties

บทคัดย่อ

ยูคาลิปตัสมีศักยภาพในการเป็นวัตถุดิบ สำหรับอุตสาหกรรมไม้และเส้นใย อย่างไรก็ตามยูคาลิปตัสส่วนใหญ่ใช้ในการผลิตสินค้าที่มีมูลค่าต่ำ เช่น เยื่อกระดาษ ผลิตภัณฑ์พลังงาน และไม้ประกอบสำหรับเฟอร์นิเจอร์ ยูคาลิปตัสส่วนใหญ่ไม่ค่อยแปรรูปเป็นไม้แปรรูป วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้ เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางฟิสิกส์และทางกลของไม้ยูคาลิปตัสยุโรปิลล่าสายต้น K62 เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำไปใช้ประโยชน์ในลักษณะไม้แปรรูป และนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูง เพื่อใช้ทำโครงสร้าง เช่น glue laminated timber (GLT) และ cross laminated timber (CLT) คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K62 ได้แก่ ค่าความถ่วงจำเพาะที่สภาวะอบแห้งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.63 จุดหมาด มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่างร้อยละ 23 ถึง 25 การหดตัวสูงสุดทางด้านสัมผัส ทางด้านรัศมี และ ด้านความยาว มีค่าเท่ากับร้อยละ 7.50, 5.10 และ 0.02 ตามลำดับ เมื่อความชื้นลดลงจากจุดหมาดจนถึงร้อยละ 0 และ ความชื้นสมมูลจากการคายน้ำที่อุณหภูมิคงที่ พบว่า ความชื้นสมมูลมีค่าต่ำลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น และที่อุณหภูมิคงที่ค่าความชื้นสมมูลลดลงตามการลดลงของความชื้นสัมพัทธ์ คุณสมบัติทางกลของไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K62 ทำการทดสอบที่ความชื้นเฉลี่ยเท่ากับเปอร์เซ็นต์ 10.75 โดยมีค่าเฉลี่ย โมดูลัสแตกหัก เท่ากับ 112.08 เมกะปาสคาล โมดูลัสยืดหยุ่น เท่ากับ 9,213 เมกะปาสคาล แรงอัดขนานเส้นใย เท่ากับ 55.93 เมกะปาสคาล แรงอัดตั้งฉากเส้นใย เท่ากับ 9.68 เมกะปาสคาล ค่าความแข็ง เท่ากับ 5,875 นิวตัน แรงฉีก และ แรงยึดเหนี่ยวตาปู เท่ากับ 2.25 และ 35.34 นิวตันต่อมิลลิเมตร ตามลำดับ จากการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกลกับมาตรฐานไม้ที่ใช้ทำโครงสร้าง พบว่า ไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K62 มีค่าความแข็งแรงผ่านเกณฑ์มาตรฐานการก่อสร้าง สามารถนำไปใช้ทำเป็นโครงสร้างหลักของอาคารได้ ดังนั้นจึงมีความเหมาะสมในการนำมาทำเป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตไม้แปรรูปเพื่อทำโครงสร้าง และนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อใช้ทำโครงสร้าง

คำสำคัญ : สายต้น K62 ยูคาลิปตัส ยูคาลิปตัสยุโรปิลล่า คุณสมบัติทางกล คุณสมบัติทางฟิสิกส์

คำนำ

ในปี พ.ศ. 2564 ประเทศไทยมีการนำเข้าไม้แปรรูป มีมูลค่า 3,237,043,096 บาท และมูลค่าการส่งออก 33,437,610,185 บาท โดยไม้แปรรูปที่ส่งออกส่วนใหญ่เป็นไม้ยางพารา (*Hevea brasiliensis*) มีมูลค่าถึง 33,344,897,011 บาท ส่วนไม้แปรรูปยูคาลิปตัสไม่มีทั้งการส่งออกและนำเข้า (Royal Forest Department, 2021) จากข้อมูลการนำเข้าและส่งออกของกรมป่าไม้แสดงให้เห็นว่าไม่มีการใช้ประโยชน์ไม้แปรรูปจากไม้ยูคาลิปตัสไม้แปรรูปในประเทศไทยส่วนใหญ่ มาจากไม้ยางพารา และไม้สัก (*Tectona grandis*) ซึ่งจัดได้ว่าเป็นไม้เศรษฐกิจของประเทศไทย อย่างไรก็ตาม การนำเข้าดังกล่าว มาแปรรูปไม้ต้องมีอายุมากกว่า 20 ปี จึงสามารถนำมาแปรรูปได้หรือบางชนิดต้องรอการใช้ประโยชน์ด้านอื่นก่อน เช่น ไม้ยางพารา ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการปลูกเพื่อให้น้ำยาง

จุดเด่นของยูคาลิปตัส คือ เป็นไม้โตเร็ว รอบตัดฟันสั้นอายุระหว่าง 5-15 ปี สามารถนำมาใช้แปรรูปได้

ยูคาลิปตัสปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศ ปัจจุบันมีการส่งเสริมการปลูกกันอย่างแพร่หลาย ทั้งในรูปแบบของ สวนป่าและระบบวนเกษตร ได้แก่ การปลูกบนคันนา การปลูกร่วมกับพืชเกษตร เช่น มันสำปะหลัง เป็นต้น ทำให้เกษตรกรมีรายได้เสริมอย่างแท้จริง และเป็นต้นแบบของเศรษฐกิจพอเพียงระดับชุมชน

ยูคาลิปตัสมีมากกว่า 700 ชนิด จัดอยู่ในวงศ์ Myrtaceae มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปออสเตรเลีย ประเทศไทยได้เริ่มนำยูคาลิปตัสชนิดต่าง ๆ มาทดลองปลูกประมาณ พ.ศ. 2493 แต่ได้มีการปลูกกันอย่างจริงจังเมื่อประมาณ พ.ศ. 2508 ชนิดที่นิยมปลูกกันมากในช่วงเวลานั้นคือ ยูคาลิปตัสคามาลดูลินซิส (*Eucalyptus camaldulensis*) (Royal Forest Department, 2001) ปัจจุบัน กลุ่มบริษัทสวนกิติได้พัฒนาสายพันธุ์ยูคาลิปตัสและจดทะเบียนคุ้มครองพันธุ์พืชไว้หลายสายพันธุ์ แต่สายพันธุ์ที่บริษัทส่งเสริมการปลูกและเป็นที่นิยมปลูกของเกษตรกรในพื้นที่ภาคตะวันออก ได้แก่ ยูคาลิปตัสสายต้น K62 สายต้น K58 และสายต้น K7

โดยมีสัดส่วนการปลูกของยูคาลิปตัสทั้ง 3 สายต้น ประมาณร้อยละ 30 ร้อยละ 20 และร้อยละ 50 ตามลำดับ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิตเยื่อเพื่อทำ กระดาษ (pulp and paper) แผ่นใยไม้อัด (fiberboard) และชิ้นไม้สับ (chips) เป็นส่วนใหญ่

ยูคาลิปตัสสายต้น K62 พัฒนาจากยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา (*Eucalyptus urophylla*) ไม้ใหญ่อายุ 2–5 ปี ใบรูปหอกแคบ (narrow-lanceolate) ขอบใบเรียบ ปลาย ใบ และฐานใบแหลม ลำต้นเดี่ยว ตั้งตรง ทรงกลม มีความ เปลาตรงสม่ำเสมอไม่โค้งงอ ทรงพุ่มกว้างใบหนาที่เติบโต ได้ดี ในพื้นที่ราบ ที่มีความชื้นดี และน้ำไม่ท่วมขัง เนื้อดิน เป็นดินร่วน-ดินร่วนปนทราย ไม่เหมาะกับพื้นที่ที่มีหิน หรือกรวดมาก และดินทรายที่เสี่ยงต่อการขาดน้ำ (Department of Agriculture, 2008)

ยูคาลิปตัสสายต้น K58 พัฒนาจากยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ไม้ใหญ่อายุ 3–5 ปี ลำต้นกลม อาจพบโคนต้น คดเล็กน้อย ทรงพุ่มกว้างแตกพุ่มรอบลำต้นครอบคลุม 1/3 ของลำต้นนับจากยอด ปริมาณใบและกิ่งหนาแน่นมาก กิ่ง ขนาดกลาง ทำมุมกับลำต้นน้อยกว่า 70 องศา ไม่มีกิ่งง่าม ใหญ่ ลิดกิ่งตามธรรมชาติได้ปานกลาง เปลือกค่อนข้างหนา สีน้ำตาลแดง ลอกเปลือกเป็นแผ่นหลังอายุ 2 ปี ใบสีเขียว เข้มผิวใบค่อนข้างเป็นมัน รูปหอก (lanceolate) ปลายใบ สอบลแหลม ฐานใบแหลมขอบใบและแผ่นใบเรียบขนาด 3.5 เซนติเมตร x 15.0 เซนติเมตร ใบเรียงตัวแบบสลับ (alternate) เติบโตได้ดีในพื้นที่ราบ และพื้นที่ชื้นที่มีฝนตก มาก หรือตกไม่มาก แต่ตกบ่อยๆ ระบายน้ำไม่มีน้ำท่วมขัง ลักษณะดินเป็นดินที่อุ้มน้ำดีดินร่วน มีหน้า ดินลึก (Department of Agriculture, 2005) ยูคาลิปตัสสายต้น K7 พัฒนาจากยูคาลิปตัสคามาลดูเลนซิส (*Eucalyptus camaldulensis*) กับยูคาลิปตัสดีกลูปต้า (*Eucalyptus deglupta*) ไม้ใหญ่อายุ 3–5 ปี ใบสีเขียวเข้มเป็นมัน รูป หอกกว้าง (broad-lanceolate) ปลายใบแหลม และฐาน ใบมนแหลม ขนาด 4x18 ซม. ขอบใบเป็นคลื่น ใบเรียงตัว แบบสลับ (alternate) ลำต้นไม่กลม มีความเปลวตรง สม่ำเสมอไม่คดงอ มีร่องกิ่งชัดเจน ใบหนาแน่น เรือนยอด แหลม ทรงพุ่ม แผ่กิ่งมากขนาดปานกลางถึงใหญ่แตกรอบ ลำต้น ผิวเปลือกเรียบสีน้ำตาล ลอกเปลือกเป็นแผ่น เติบโตได้

ดีในพื้นที่ราบ และที่ราบต่ำ ที่มีความชื้นในดินและอากาศ ปานกลาง เนื้อดินเป็นดินร่วน ดินร่วนเหนียวปนทราย อุ้มน้ำดีหรือดินร่วนปนลูกรัง (Department of Agriculture, 2005)

ไม้ยูคาลิปตัส เป็นที่สนใจของหลายประเทศทั้งใน ประเทศเขตร้อนและกึ่งเขตร้อนหลายแห่ง (Nacar *et al.*, 2005) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2533 ถึง พ.ศ. 2558 พื้นที่ปลูก ยูคาลิปตัสทั่วโลกเพิ่มขึ้น 16.57 ล้านเฮกแตร์ โดยเพิ่มขึ้น เฉลี่ยปีละ 1.1 ล้านเฮกแตร์ อัตราส่วนพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัส ต่อการปลูกพื้นที่ป่าไม้ทั่วโลก เพิ่มขึ้นจาก 3.41% เป็น 7.80% ภายในช่วงเวลาเดียวกัน ยูคาลิปตัสมีรอบตัดฟันสั้น จึงเป็นไม้เศรษฐกิจเพื่อเป็นวัตถุดิบ ในการผลิตเป็น ไม้แปรรูป การผลิตเยื่อ ถ่าน และ ไม้ฟืน เป็นต้น (Zhou *et al.*, 2018) อย่างไรก็ตามประเทศต่าง ๆ ส่วนใหญ่ นำยูคาลิปตัสมาเป็นวัตถุดิบในการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่สร้าง มูลค่าต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับมูลค่าของไม้แปรรูป ได้แก่ ผลิตเยื่อ ไม้ปาร์ติเกิ้ลและแผ่นใยไม้อัดในการผลิต เฟอร์นิเจอร์ และผลิตภัณฑ์ด้านพลังงาน (Derikvand *et al.*, 2017) การนำยูคาลิปตัสมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตเป็น ไม้แปรรูป มีน้อยมาก เนื่องจากเกิดปัญหามากเมื่อผ่าน ขบวนการผลิต ได้แก่ การคงขนาดต่ำ (low dimension stability) มีการหดตัวทางด้านรัศมี (radial direction) และ ด้านสัมผัส (tangential direction) มาก การยุบตัวของเซลล์ (cell collapse) การแตก (split) และตำหนิ อื่นๆ จากการอบไม้ เช่น บิด (twist) โค้ง (bow) โกง (crook) และ ห่อ (cup) เป็นต้น (Yang and Waugh, 2001; Crafford and Wessels, 2016; Pagel, 2018; Proeller *et al.*, 2018; Wessels *et al.*, 2020) ปัญหา อีกประการหนึ่งคือการแตกเนื่องจากความเค้นจากการ เจริญเติบโต (growth stress) ที่มักพบในไม้ซุงยูคาลิปตัส เป็นไม้ที่เลื่อยได้ยาก ไม้แปรรูปที่ได้มักเกิดการ บิด โค้ง โกง งอ เนื่องมาจากความเค้นของไม้จากการเจริญเติบโต นอกจากนี้เมื่อไม้แปรรูปมีความชื้นต่ำกว่าจุดหมาด การ แตกตามปลายไม้จะเพิ่มมากขึ้นตามการแห้งของไม้ การ เกิดตำหนิต่างๆนี้ ทำให้ไม้ยูคาลิปตัสที่แปรรูปมีคุณภาพ และผลผลิตต่ำ (Malan, 1984, 2003; Wessels *et al.*, 2016) ถึงแม้ว่าการใช้ประโยชน์ไม้ยูคาลิปตัสในลักษณะไม้

แปรรูปจะมีปัญหามาก และให้ผลผลิตที่ต่ำ แต่เศษไม้ที่เหลือจากการแปรรูปที่มีคุณภาพต่ำและขนาดเล็ก สามารถนำมาทำผลิตภัณฑ์ที่สร้างมูลค่าสูงได้ โดยการนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการรับแรงเพื่อการก่อสร้าง ได้แก่ oriented strand board (OSB), glue laminated timber (GLT) และ cross laminated timber (CLT) และสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มโดยนำไม้ยูคาลิปตัสที่เป็นท่อนซุงมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตเป็นไม้บาง (veneer) เพื่อผลิตเป็น ไม้อัด (plywood) และ laminated veneer lumber (LVL) (New Nordic, 2019; Hua *et al.*, 2022)

คุณสมบัติทางฟิสิกส์ ความหนาแน่นของไม้มีอิทธิพลโดยตรงต่อความแข็งแรงของไม้ ไม้ที่มีความหนาแน่นสูงย่อมรับแรงได้ดีกว่าไม้ที่มีความหนาแน่นต่ำ แต่การแปรรูปและการตกแต่งทำได้ยากขึ้นและปกติไม้ที่มีความหนาแน่นสูง มีแนวโน้มจะหดตัวมากและการแตกร้าวได้ง่ายกว่าไม้ที่มีความหนาแน่นต่ำ ยกเว้นไม้บางชนิดที่มีสารแทรกมาก เช่น ไม้สัก มะค่าโมง และประดู่ จุดหาคัดของไม้มีความสำคัญเพราะน้ำหรือความชื้นที่มีอยู่ในไม้มี 2 ลักษณะด้วยกันคือ น้ำที่อยู่ในผนังเซลล์ (cell wall) ซึ่งเรียกว่าน้ำขับ (bound water) กับน้ำที่อยู่นอกผนังเซลล์หรือตามช่องว่างของเซลล์ (cell cavity) ซึ่งเรียกว่าน้ำอิสระ (free water) จุดหรือสภาพของไม้ที่มีน้ำอยู่เต็มเซลล์ โดยที่น้ำซึ่งอยู่นอกผนังเซลล์ไม่มีเหลืออยู่เลย จุดนี้เรียกว่า จุดหาคัด (fiber saturation point; FSP) จุดหาคัดมีความสำคัญต่อคุณสมบัติของไม้ คือ เกี่ยวกับการหดตัว ไม้จะเริ่มการหดตัวเมื่อมีความชื้นต่ำกว่าจุดหาคัดเกี่ยวกับความแข็งแรง เพราะความแข็งแรงของไม้จะเพิ่มขึ้นเมื่อความชื้นของไม้ต่ำกว่าจุดหาคัด เกี่ยวกับการเป็นฉนวนไฟฟ้า ไม้จะเป็นฉนวนกับไฟฟ้าได้ดี เมื่อมีความชื้นต่ำกว่าจุดหาคัด (Wisuttapekul *et al.*, 1997; USDA, 2021)

คุณสมบัติทางกลในสภาวะแห้งของยูคาลิปตัสยูโรฟิลลา พบว่า โมดูลัสแตกหัก (modulus of rupture) โมดูลัสยืดหยุ่น (modulus of elasticity) แรงเฉือนด้านรัศมี (radial side shearing) แรงเฉือนด้านสัมผัส (tangential side shearing) แรงอัดขนานเส้น (compression parallel to grain) แรงอัดตั้งฉากเส้นด้านรัศมี (radial side

compression perpendicular to grain) แรงอัดตั้งฉากเส้นด้านสัมผัส (tangential side compression perpendicular to grain) และแรงดึง (tension) มีค่าเท่ากับ 78.9, 9,810, 12.8, 14.6, 37.2, 10.8, 13.2 และ 145 เมกะปาสคาล ตามลำดับ การดัดงอ (impact bending) เท่ากับ 2.44 กิโลกรัมต่อเมตร ความแข็งด้านรัศมี (radial side hardness) และความแข็งด้านสัมผัส (tangential side hardness) เท่ากับ 3,879 และ 3,763 นิวตัน ตามลำดับ การทดสอบคุณสมบัติทางฟิสิกส์ ของ ยูคาลิปตัสยูโรฟิลลาพบว่า การหดตัวด้านรัศมี การหดตัวด้านสัมผัส การหดตัวตามยาว และการหดตัวของปริมาตร (volumetric shrinkage) มีค่าเท่ากับร้อยละ 5.60, 7.66, 0.57 และ 13.32 ตามลำดับ มีปริมาณความชื้นที่จุดหาคัด เท่ากับ ร้อยละ 25 และมีความหนาแน่นที่สภาวะผึ่งแห้ง (density at dry condition) เท่ากับ 684 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (กก./ลบ.ม.) และความถ่วงจำเพาะ (specific gravity) เท่ากับ 0.66 (Sompoch, n.d.)

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้ เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางฟิสิกส์และทางกลของไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K62 เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำไปใช้ประโยชน์ในลักษณะไม้แปรรูปและนำไปทำผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูงเพื่อใช้ทำโครงสร้าง

อุปกรณ์และวิธีการ

ไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K62 อายุ 4 ปี 1 เดือน จากกลุ่มบริษัทสวนป่ากิตติ จังหวัดปราจีนบุรี จำนวน 3 ต้น มีเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก เท่ากับ 16.51, 16.26 และ 14.99 เซนติเมตร ทำการโค่นไม้ ยูคาลิปตัสห่างจากพื้นดินประมาณ 10 เซนติเมตร แล้วดำเนินการตัดเป็นไม้ท่อน ดังใน Figure 1 ในไม้ 1 ต้น จะได้ไม้ท่อนขนาดความยาว 50 เซนติเมตร จำนวน 2 ท่อนและไม้ท่อนขนาดความยาว 150 เซนติเมตร จำนวน 2 ท่อน ไม้แต่ละท่อนทำการทาพลาทินโค้ท และหุ้มด้วยพลาสติก เพื่อป้องกันความชื้นระเหยจากปลายไม้ เพื่อลดการสูญเสียการแตกที่ปลายไม้ ดังนั้นจะได้ไม้ท่อนขนาด 50 เซนติเมตร และไม้ท่อนขนาด 150 เซนติเมตร จำนวน 6 ท่อน จากไม้ยูคาลิปตัสจำนวน 3 ต้น นำไม้ท่อนขนาด 50

เซนติเมตร มาใช้ในการทดลองหาค่าคุณสมบัติทางฟิสิกส์ และคุณสมบัติทางกล ส่วนไม้ท่อนขนาดความยาว 150 เซนติเมตร เก็บไว้เพื่อนำไปทำการวิจัยในเรื่องการแปรรูป และการอบไม้ต่อไป

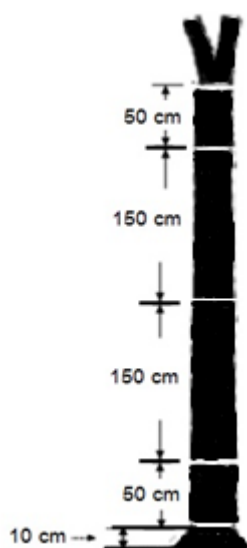


Figure 1 Depiction of log cutting practice frequently used in logging.

คุณสมบัติทางฟิสิกส์

ทำการศึกษาคูณสมบัติทางฟิสิกส์ของไม้ยูคาลิปตัส สายต้น K62 ได้แก่ ค่าความถ่วงจำเพาะที่สภาวะอบแห้ง (specific gravity at oven dry condition) จุดหมาด (fiber saturation point) การหดตัว (shrinkage) และความชื้นสมดุล (equilibrium moisture content, EMC) จากการคายน้ำที่อุณหภูมิคงที่ (desorption isotherm) นำไม้ท่อนขนาด 50 ซม.จำนวน 6 ท่อนจากไม้ ยูคาลิปตัสจำนวน 3 ต้น มาตัดเป็นชิ้นทดสอบเพื่อทดสอบ คุณสมบัติทางฟิสิกส์ จำนวน 4 ชิ้นในแต่ละท่อน ด้วยวิธีการสุ่ม ดังนี้ ตัดชิ้นทดสอบให้มีขนาดด้านหน้าตัด 5 เซนติเมตร X 5 เซนติเมตร ให้ตรงกับด้านสัมผัส (tangential) และ ด้านรัศมี (radial) และหนา 0.3 เซนติเมตร ส่วนการหดตัวด้านความยาว ตัดชิ้นทดสอบให้มีขนาดด้านหน้าตัด 1 เซนติเมตร x 1 เซนติเมตร และความยาวตามแนวเส้นไม้ขนาด 5 เซนติเมตร ทำเครื่องหมาย ทำการวัดขนาดที่ทำเครื่องหมาย ด้านสัมผัส ด้านรัศมีและ

ด้านความยาว และทำการชั่งน้ำหนักขึ้นตัวอย่าง นำไม้ ตัวอย่างไปใส่ในตู้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (conditioning chamber) ที่สภาวะอุณหภูมิ 2 ระดับ ได้แก่ 40 และ 70 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 41, 50, 70 และ 90 จนกระทั่ง น้ำหนักคงที่ในแต่ละสภาวะ ทำการชั่งน้ำหนัก วัดขนาด ด้านสัมผัส ด้านรัศมีและ ด้านความยาว เมื่อดำเนินการ ทดลองจนครบทุกสภาวะ นำชิ้นทดสอบมาอบแห้งที่ อุณหภูมิ 103 ± 2 องศาเซลเซียส จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ แล้วทำการชั่งน้ำหนัก วัดขนาดด้านต่างๆ และวัดปริมาตร ด้วยการแทนที่น้ำ ทำการคำนวณหาความชื้นของไม้ตาม สมการที่ 1 ทำการคำนวณหาความถ่วงจำเพาะที่สภาวะ อบแห้งตามสมการที่ 2 และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การหด ตัวตามสมการที่ 3 ทำการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 143 standard (2014)

การคำนวณหาความชื้นของไม้

$$MC = \frac{m - m_0}{m_0} \times 100 \quad (1)$$

MC = ความชื้นไม้ (%)

m = น้ำหนักก่อนอบ (g)

m_0 = น้ำหนักอบแห้ง (g)

การคำนวณหาความถ่วงจำเพาะ

$$G = \frac{m_0}{V \rho_w} \quad (2)$$

G = ความถ่วงจำเพาะ

V = ปริมาตรของเนื้อไม้ (cm^3)

ρ_w = ความหนาแน่นของน้ำ = 1 g/cm^3

$V \rho_w$ = ปริมาตรของเนื้อไม้จากการแทนที่น้ำ (g)

การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การหดตัว (S)

$$S (\%) = \frac{\text{ขนาดเริ่มต้น} - \text{ขนาดที่หดตัว}}{\text{ขนาดเริ่มต้น}} \times 100 \quad (3)$$

คุณสมบัติทางกล

นำไม้ท่อนขนาด 50 ซม. จำนวน 6 ท่อนจากไม้ยูคาลิปตัสจำนวน 3 ต้น มาตัดเป็นชิ้นทดสอบตามมาตรฐานเพื่อทดสอบคุณสมบัติทางกลของไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K62 จำนวน 4 ชิ้นในแต่ละท่อน ด้วยวิธีการสุ่มและทำการทดสอบคุณสมบัติทางกลดังนี้ ค่าโมดูลัสแตกหัก (modulus of rupture, MOR) โมดูลัสยืดหยุ่น (modulus of elasticity, MOE) แรงอัดขนานเส้นใย (compression parallel to grain) แรงอัดตั้งฉาก (compression perpendicular to grain) และ แรงฉีก (cleavage) ทำการทดสอบตามมาตรฐาน BS 373 standard (1985) ส่วนค่าความแข็ง (hardness) และ แรงยึดเหนี่ยวตะปู (nail holding) ทำการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 143 standard (2014) ก่อนทำการทดสอบนำชิ้นทดสอบมาปรับสภาวะความชื้น ที่อุณหภูมิ 23 ± 2 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 65 ± 2 เปอร์เซ็นต์ จนกระทั่งชิ้นทดสอบมีน้ำหนักคงที่

ผลและวิจารณ์

คุณสมบัติทางฟิสิกส์

ค่าความถ่วงจำเพาะเป็นคุณสมบัติเฉพาะของไม้ที่อธิบายความแข็งแรงของไม้ ค่าเฉลี่ยความถ่วงจำเพาะที่สภาวะอบแห้งของไม้ยูคาลิปตัส สายต้น K62 มีค่าเท่ากับ 0.63 จุดหมาด คือจุดที่ไม้เริ่มมีการหดตัวเนื่องจากไม้สูญเสียความชื้นในผนังเซลล์ จุดหมาดของไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K62 มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 23 ถึง 25 เปอร์เซ็นต์ (Figure 2) ใน Table 1 แสดงค่าเปรียบเทียบคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของไม้ยูคาลิปตัส สายต้น K62, K7 และ K 58 พบว่า ค่าเฉลี่ยความถ่วงจำเพาะที่สภาวะอบแห้งของไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K62 มีค่าเท่ากับ 0.63 มีค่าต่ำกว่าไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K58 แต่สูงกว่าไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K7 และจุดหมาดของไม้ยูคาลิปตัส สายต้น K62 มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 23–25 มีค่าต่ำกว่าไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K7 และ K58 เล็กน้อย โดยทั้ง 2 สายต้นมีค่าจุดหมาดที่เท่ากับเท่ากับร้อยละ 26–28 (Hanvongjirawat, 2016; 2022)

ใน Figure 2 แสดงการหดตัวของไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K62 เมื่อมีการสูญเสียความชื้นจากจุดหมาดจนถึงความชื้นร้อยละ 0 พบว่าร้อยละการหดตัวทางด้านสัมผัส (tangential direction: T) มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่างร้อยละ 0 ถึง 7.50 และ ร้อยละการหดตัวทางด้านรัศมี (radial direction: R) มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่างร้อยละ 0 ถึง 5.10 การหดตัวทางด้านสัมผัส มีค่าสูงกว่าทางด้านรัศมี ประมาณ 0 ถึง 1.47 เท่า เมื่อความชื้นลดลงจากจุดหมาดจนถึงความชื้นร้อยละ 0 และพบว่า ร้อยละการหดตัวทางด้านสัมผัสและด้านรัศมี มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความชื้นลดลงจากจุดหมาดจนถึงความชื้นร้อยละ 0 ใน Figure 3 แสดงการหดตัวของไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K62 ตามความยาว (longitudinal direction) พบว่า ร้อยละการหดตัวทางด้านความยาวมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่างร้อยละ 0 ถึง 0.20 เมื่อความชื้นลดลงจากจุดหมาดจนถึงความชื้นร้อยละ 0

การหดตัวสูงสุด (maximum shrinkage) เป็นการหดตัวจากสภาวะจุดหมาดจนถึงสภาวะที่ความชื้นร้อยละ 0 ใน Table 1 แสดงการเปรียบเทียบค่า การหดตัวสูงสุด (maximum shrinkage) ของไม้ยูคาลิปตัส สายต้น K62, K58 และ K7 พบว่า การหดตัวสูงสุดทางด้านสัมผัส ของไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K62 มีค่าเท่ากับ 7.50 เปอร์เซ็นต์ มีค่าต่ำกว่าไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K58 และ K7 ส่วนการหดตัวสูงสุดทางด้านรัศมี ของไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K62 มีค่าเท่ากับร้อยละ 5.10 มีค่าต่ำกว่าไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K58 และ K7 ส่วนการหดตัวสูงสุดทางด้านตามยาว ของไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K62 มีค่าเท่ากับ 0.20 เปอร์เซ็นต์ มีค่าต่ำกว่าไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K58 และ K7 อย่างไรก็ตามการหดตัวทางด้านความยาวของไม้ยูคาลิปตัสทั้ง 3 สายต้นมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับการหดตัวทางด้านรัศมีและด้านสัมผัส สามารถตัดทิ้งได้ เปอร์เซ็นต์การหดตัวด้านความยาวของไม้ปกติ (normal wood) โดยทั่วไปมีค่าน้อยมากสามารถตัดทิ้งไปได้ไม่ต้องนำมาพิจารณา ร้อยละการหดตัวทางด้านสัมผัสของไม้ส่วนใหญ่จะมีค่าสูงกว่าด้านรัศมีประมาณ 2 เท่า (Siau, 1984) ทั้งนี้เนื่องจากการหดตัวในแนวรัศมี มีเซลล์รัศมีช่วยยับยั้งการหดตัวส่วนทางด้านสัมผัสไม่มีเซลล์รัศมีช่วยยับยั้งการหดตัว ทำให้การหดตัวทางด้านสัมผัสมีค่าสูงกว่าด้านรัศมี (Panshin and de Zeeuw, 1980)

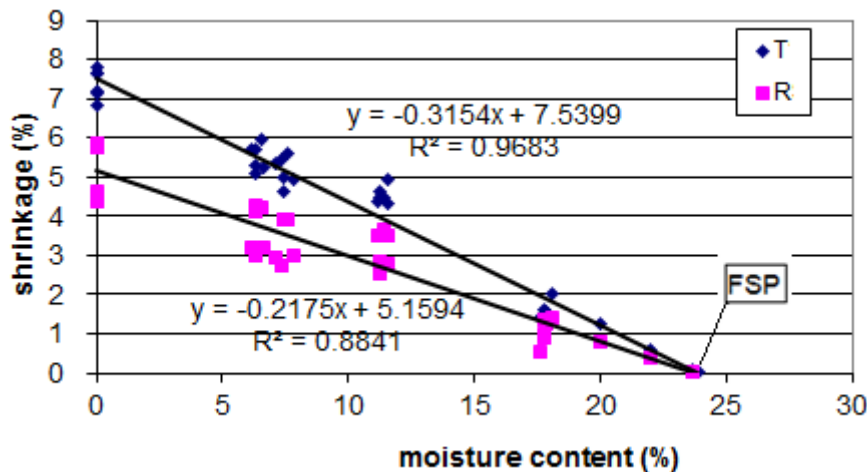


Figure 2 Shrinkage in the radial (R) tangential (T) directions and fiber saturation point (FSP) of *Eucalyptus urophylla* clone K62.

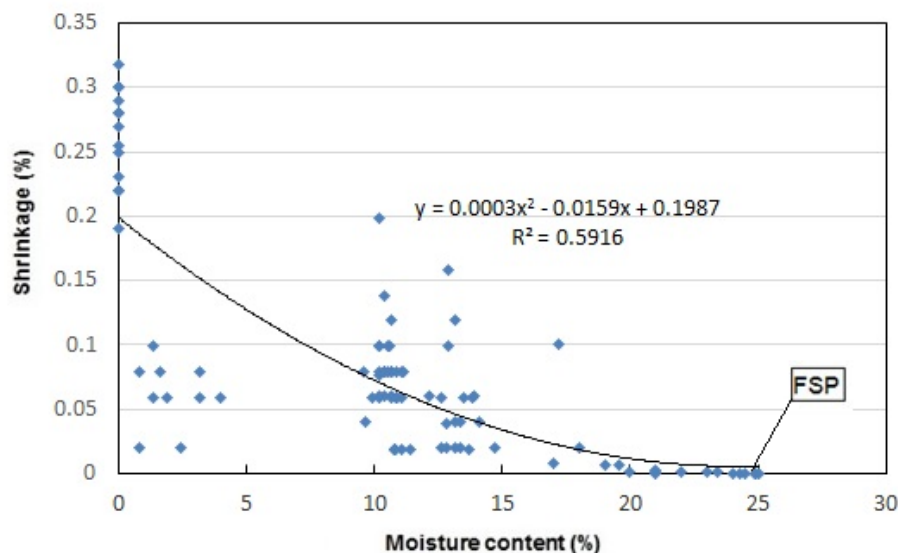


Figure 3 Shrinkage in the longitudinal direction and the fiber saturation point (FSP) of *Eucalyptus urophylla* clone K62.

ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสมดุลและความชื้นสัมพัทธ์ ที่อุณหภูมิคงที่ เรียกว่า การดูดและคายน้ำที่อุณหภูมิคงที่ (sorption isotherm) การดูดและคายน้ำเป็นคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของเนื้อไม้อย่างหนึ่ง (Siau, 1984; USDA, 2021)

ใน Figure 4 แสดงการคายน้ำที่อุณหภูมิคงที่ (desorption isotherm) ของไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K62 พบว่า ความชื้นสมดุลมีค่าต่ำลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากที่อุณหภูมิสูงขึ้นมีผลให้น้ำถูกกระตุ้นไปสู่พลังงาน

ที่สูงขึ้นและมีความเสถียรต่ำทำให้โมเลกุลน้ำหลุดจากการยึดเหนี่ยวกับไฮโดรเจนบอนด์ของเนื้อไม้เป็นผลให้ไม่มีค่าความชื้นสมดุลลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น (Palipane and Driscoll, 1992) และพบว่า ที่อุณหภูมิคงที่ค่าความชื้นสมดุลลดลงตามการลดลงของความชื้นสัมพัทธ์ แม้ว่าความชื้นสัมพัทธ์เป็นตัวแปรที่สำคัญที่สุดที่ส่งผลต่อความชื้นสมดุล แต่ปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลกระทบต่อความชื้นสมดุล ได้แก่ ความเค้นทางกล (mechanical stress) ประวัติการอบแห้งของไม้ ชนิดและความถ่วงจำเพาะ

ของไม้ ปริมาณสารแทรก (extractive) และอุณหภูมิ (Skaar, 1972; Siau, 1984; Skaar, 1988; Fredrikson and Thybring, 2018) ข้อมูลการดูดและคายน้ำที่อุณหภูมิคงที่ (sorption isotherm) มีประโยชน์อย่างมากสำหรับการใช้งานจริงในกระบวนการผลิตต่างๆ ที่ใช้ไม้เป็นวัตถุดิบ เช่น การอบไม้ และในกระบวนการผลิตที่ให้ความร้อนแก่เนื้อไม้

(Siau, 1984) ใน Table 1 แสดงค่าเปรียบเทียบความชื้นสมดุลย์ของไม้ยูคาลิปตัส สายต้น K62, K58 และ K7 ที่อุณหภูมิ 2 ระดับ ได้แก่ ที่อุณหภูมิ 40 และ 70 องศาเซลเซียส และที่ความชื้นสัมพัทธ์ 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 41, 50, 70 และ 90 พบว่า ค่าความชื้นสมดุลย์ของไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K62, K58 และ K7 มีค่าใกล้เคียงกัน

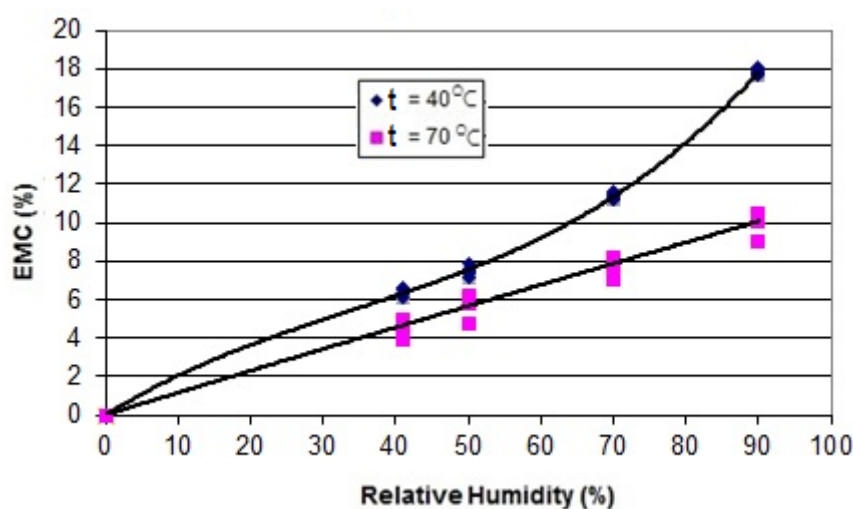


Figure 4 Relationship between the equilibrium moisture content (EMC) and relative humidity of *Eucalyptus urophylla* clone K62 at constant temperatures (t) of 40 and 70 °C.

Table 1 Comparison of physical properties of *Eucalyptus* clones K62, K7, and K58.

Wood species	G ₀	FSP (%)	Maximum shrinkage from FSP to 0 %			EMC (%) t = 40 °C				EMC (%) t = 70 °C			
			T (%)	R (%)	L (%)	RH (%)				RH (%)			
						41	50	70	90	41	50	70	90
K62	0.63	23 -	7.50	5.10	0.20	6.20	7.50	11.50	18.00	5.00	6.00	8.00	10.00
	(0.02)	25	(0.39)	(0.70)	(0.04)	(0.18)	(0.23)	(0.17)	(0.22)	(0.40)	(0.50)	(0.40)	(0.53)
K7 ¹	0.52	26-28	11.00	7.00	0.65	6.00	7.50	11.00	17.00	5.00	6.00	8.00	10.00
K58 ²	0.72	26-28	10.00	6.50	0.30	6.00	7.50	11.00	17.00	5.00	5.80	7.80	10.00

Remarks: G₀ (oven dry specific gravity), FSP (fiber saturation point), T (tangential), R (radial), L (longitudinal), EMC (equilibrium moisture content), RH (relative humidity), t (temperature), and the value in the parentheses indicate standard deviation.

Wood species: K62 (*Eucalyptus urophylla* clone K62), K7 (*E. camaldulensis* x *E. deglube* clone K7) and K58 (*Eucalyptus urophylla* clone K58),

Sources: ¹Hanvongjirawat (2022); ²Hanvongjirawat (2016)

คุณสมบัติทางกล

ก่อนทำการทดสอบค่าคุณสมบัติทางกล ได้ทำการควบคุมความชื้นของชิ้นทดสอบ โดยนำชิ้นทดสอบไปไว้ในที่ห้องควบคุมสภาวะความชื้นที่อุณหภูมิ 23 ± 2 องศาเซลเซียส และ ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65 ± 2 จนกระทั่งไม่มีน้ำหนักคงที่ และได้ทำการหาความชื้นของชิ้นทดสอบ ค่าความชื้นเฉลี่ยของชิ้นทดสอบมีค่าเท่ากับร้อยละ 10.75 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.39

ค่ากลสมบัติของไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K62 แสดงใน Table 2 โดยเปรียบเทียบกับค่ากลสมบัติกับไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K7 (*E. camaldulensis* x *E. deglube* clone K7) ไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K58 (*E. urophylla* clone K58) ไม้เศรษฐกิจที่ใช้ในการผลิตเฟอร์นิเจอร์ ได้แก่ ไม้ยางพารา และ ไม้สัก และไม้ที่ใช้ในการก่อสร้าง ได้แก่ ไม้ประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus*) ไม้แดง (*Xylocarpus xylocarpa*) และไม้เต็ง (*Shorea obtusa*)

ค่าโมดูลัสแตกหัก (MOR) ของไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K62 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 112.08 เมกะปาสคาล มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K58 ไม้ประดู่ และไม้แดง แต่มีค่าสูงกว่าไม้ยางพารา ไม้เต็ง ไม้สัก และ ไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K7

โมดูลัสยืดหยุ่น (MOE) ของไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K62 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9,213 เมกะปาสคาล มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K58 ไม้ยางพารา ไม้ประดู่ ไม้เต็ง และไม้แดง แต่มีค่าสูงกว่าไม้สัก และไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K7 แรงอัดขนานเส้น (compression parallel to grain) ของไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K62 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 55.93 เมกะปาสคาล มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K58 แต่มีค่าสูงกว่า ไม้ยางพารา ไม้ประดู่ ไม้เต็ง ไม้แดง และไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K7

แรงอัดตั้งฉากเส้น (compression perpendicular to grain) ของไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K62 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.68 เมกะปาสคาล มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า ไม้ยางพารา ไม้ประดู่ ไม้เต็ง และ ไม้แดง มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับ ไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K58 แต่มีค่าสูงกว่าไม้สัก และไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K7

ค่าความแข็ง (hardness) ของไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K62 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5,875 นิวตัน มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K58 ไม้ยางพารา ไม้ประดู่ ไม้เต็งและไม้แดง แต่มีค่าสูงกว่าไม้สัก และไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K7

แรงฉีก (cleavage) และ แรงยึดเหนี่ยวตะปู (nail holding) ของไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K62 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.25 และ 35.34 นิวตันต่อมิลลิเมตร ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K58 แต่มีค่าสูงกว่าไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K7

Table 2 Comparison of mechanical properties of Eucalyptus clone K62 with K58, K7, and commercial woods.

Wood species	Oven-dry specific gravity	MOR (MPa)	MOE (MPa)	Compression parallel to grain (MPa)	Compression perpendicular to grain (MPa)	Hardness (N)	Cleavage (N/mm)	Nail holding (N/mm)
K62	0.63 (0.02)	112.08 (8.55)	9,213 (953.39)	55.93 (2.32)	9.68 (1.25)	5,875 (523.25)	2.25 (0.96)	35.34 (8.29)
K7	0.52 ¹ (0.02) ¹	72.45 ¹ (8.22) ¹	6,654 ¹ (1204) ¹	41.94 ¹ (2.46) ¹	5.33 ¹ (1.11) ¹	3,075 ¹ (561.91) ¹	2.00 ¹ (0.31) ¹	17.91 ¹ (4.85) ¹
K58	0.72 ² (0.03) ²	125.18 ² (9.53) ²	11,137 ² (962.26) ²	63.50 ² (2.51) ²	9.20 ² (1.89) ²	6,011 ² (663.39) ²	3.35 ² (4.55) ²	38.39 ² (9.63) ²
Rubber-Wood	0.65 ³	100.20 ³	9,403 ³	47.01 ³	14.34 ³	6,498 ³	-	-
Teak	0.62 ⁴	63.00 ⁴	7,996 ⁴	32.00 ⁴	8.00 ⁴	4,864 ⁵	-	-
Pradauk	0.82 ⁴	114.00 ⁴	12,596 ⁴	49.00 ⁴	20.00 ⁴	9,097 ⁵	-	-
Daeng	1.05 ⁴	117.00 ⁴	15,017 ⁴	53.00 ⁴	21.00 ⁴	10,101 ⁵	-	-
Teng	1.07 ⁴	91.00 ⁴	11,323 ⁴	43.00 ⁴	18.00 ⁴	9,454 ⁵	-	-

Remark: The value in parentheses indicate standard deviation.

Wood species: K62 (*Eucalyptus urophylla* clone K62), K7 (*E. camaldulensis* x *E. deglube* clone K7), K58 (*Eucalyptus urophylla* clone K58), Rubber Wood (*Heavia brasiliensis*), Teak (*Tectona grandis*), Pradauk (*Pterocarpus macrocarpus*), Daeng (*Xylia xylocarpa*) and Teng (*Shorea obtusa*).

Sources: ¹Hanvongjirawat (2022); ²Hanvongjirawat (2016); ³Riyaphan (2013); ⁴Saneg-ah-tit (n.d.); ⁵ Forest Products Development Division (2010)

ตามการจัดชั้นความแข็งแรงของเนื้อไม้ ไม้ที่มีค่าโมดูลัสแตกหักสูงกว่า 95 เมกะปาสคาล และแรงอัดขนานเส้นสูงสูงกว่า 51 เมกะปาสคาล เป็นไม้ที่มีความแข็งแรงสูงจัดอยู่ในชั้นความแข็งแรง A ส่วนไม้ที่มีค่าโมดูลัสแตกหักอยู่ระหว่าง 60.0-94.9 เมกะปาสคาล และแรงอัดขนานเส้นอยู่ระหว่าง 35-50.9 เมกะปาสคาล จัดอยู่ในชั้นความแข็งแรง B (Forest Products Development Division, 2010) และตามมาตรฐานกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของวัสดุใช้งานในโครงสร้างอาคาร สำหรับงานไม้ ของกรมโยธาธิการและผังเมือง กำหนดไม้ที่ใช้เป็นโครงสร้างหลักของอาคารต้องเป็นไม้เนื้อแข็งที่มีโมดูลัสแตกหักไม่น้อยกว่า 100 เมกะปาสคาล และมีแรงอัดขนานเส้นสูงสุดไม่น้อยกว่า 52 เมกะปาสคาล (Building Control Bureau, 2021) ไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K62 มีค่าเฉลี่ย

เท่ากับ 112.08 เมกะปาสคาล และแรงอัดขนานเส้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 55.93 เมกะปาสคาล จัดอยู่ในชั้นความแข็งแรง A สามารถนำมาทำเป็นโครงสร้างหลักของอาคารได้ เช่นเดียวกับ ไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K58 ซึ่งมี ค่าโมดูลัสแตกหักเท่ากับ 125.18 เมกะปาสคาล และแรงอัดขนานเส้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 63.50 เมกะปาสคาล จัดอยู่ในชั้นความแข็งแรง A สามารถนำมาทำเป็นโครงสร้างหลักของอาคารได้ (Hanvongjirawat, 2016) ส่วนไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K7 มีค่าโมดูลัสแตกหัก เฉลี่ยเท่ากับ 72.45 เมกะปาสคาล และ มีค่าแรงอัดขนานเส้น เฉลี่ยเท่ากับ 41.94 เมกะปาสคาล จัดอยู่ในชั้นความแข็งแรง B ไม่สามารถนำมาทำเป็นโครงสร้างหลักของอาคารได้ ดังนั้นการใช้ประโยชน์ไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K7 สามารถนำไปทำ เครื่องเรือน ไม้ค้ำยัน ไม้พื้น ทำชั้นไม้สับสำหรับ

อุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ อุตสาหกรรมไม้ประกอบ
พื้นและถ่าน เป็นต้น (Hanvongjirawat, 2022)

สรุป

คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K62 มีค่าเฉลี่ยความถ่วงจำเพาะที่สภาวะอบแห้งเท่ากับ 0.63 จุดหมาด มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่างร้อยละ 23 ถึง 25 มีการหดตัวสูงสุด ด้านสัมผัส ด้านรัศมี และด้านความยาว มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่างร้อยละ 7.50, 5.10 และ 0.02 ตามลำดับ การหดตัวทางด้านสัมผัส มีค่าสูงกว่าทางด้านรัศมี ประมาณ 0 ถึง 1.47 เท่า เมื่อความชื้นลดลงจากจุดหมาดจนถึงความชื้น 0 เปอร์เซ็นต์ และพบว่า เปอร์เซ็นต์การหดตัวทางด้านสัมผัสและด้านรัศมี มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความชื้นลดลงจากจุดหมาดจนถึงความชื้นร้อยละ 0 และความชื้นสมดุลจากการคายน้ำที่อุณหภูมิคงที่ พบว่าความชื้นสมดุลมีค่าต่ำลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น และที่อุณหภูมิคงที่ ค่าความชื้นสมดุลลดลงตามการลดลงของความชื้นสัมพัทธ์

คุณสมบัติทางกลของไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K62 มีค่าเฉลี่ยโมดูลัสแตกหัก เท่ากับ 112.08 เมกะปาสคาล มีค่าเฉลี่ยโมดูลัสยืดหยุ่น เท่ากับ 9,213 เมกะปาสคาล แรงอัดขนานเส้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 55.93 เมกะปาสคาล แรงอัดตั้งฉากเส้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.68 เมกะปาสคาล ค่าความแข็ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5,875 นิวตัน แรงฉีก และ แรงยึดเหนี่ยวตาปู มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.25 และ 35.34 นิวตันต่อมิลลิเมตร ตามลำดับ

ไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K62 มีค่าความแข็งแรงผ่านเกณฑ์มาตรฐานการก่อสร้าง สามารถนำมาทำเป็นโครงสร้างหลักของอาคาร ดังนั้นจึงมีความเหมาะสมในการนำมาทำเป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตไม้แปรรูปเพื่อทำโครงสร้างในการรับแรง และสามารถนำมาผลิตเป็นแผ่นไม้ประกอบสำหรับรับแรง เพื่อเป็นวัสดุในการก่อสร้าง การศึกษาต่อไปควรศึกษา เรื่องการแปรรูป การอบไม้ และนำไม้เศษเหลือจากการแปรรูปมาทำเป็นไม้ประกอบในการรับแรง เพื่อเป็นวัสดุในการก่อสร้าง อย่างเป็นรูปธรรม

คำนิยม

การศึกษานี้ ได้รับความช่วยเหลือจากกลุ่มบริษัทสวนกิตติ และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) โปรแกรมสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยี และนวัตกรรม (ITAP: Innovation and technology assistance program) ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้

REFERENCES

- American Society for Testing and Materials (ASTM). 2014. **D 143**. Standard Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber.
- British Standard (BS). 1985. **BS 373**. Method of Testing Small Clear Specimens of Timber. British Standards Institution.
- Building Control Bureau. 2021. **Specification Standard of Materials Using in Building Structure**. Department of Public Works and Town & Country Planning. Ministry of Interior. (in Thai)
- Crafford, P.L., Wessels, C.B. 2016. A potential new product for roof truss manufacturing: young, green finger-jointed *Eucalyptus grandis* lumber. **Southern Forests. A Journal of Forest Science**, 78(1): 61-71.
- Department of Agriculture. 2005. **Registration for Plant Varieties Certificate Follow Plant Varieties Act 1975**. Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Department of Agriculture. 2008. **Registration for Plant Varieties Certificate Follow Plant Varieties Act 1975**. Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Derikvand, M., Nolan, G., Jiao, H., Kotlarewski, N. 2017. What to do with structurally low-grade wood from Australia's plantation eucalyptus; building application?. **BioResources**, 12(1): 4-7.

- Fredrikson, M., Thybring, E.E. 2018. Scanning or desorption isotherms? Characteristic sorption hysteresis of wood. **Cellulose**, 25(8): 4477-4485.
- Forest Products Development Division. 2010. **General Characteristics of Thai Timbers. Forest Research and Development Bureau.** Royal Forest Department. Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Hanvongjirawat, W. 2016. Physical and Mechanical Properties of *Eucalyptus urophylla* clone K58. **Thai Journal of Forestry**, 35(3): 128-135.
- Hanvongjirawat, W. 2022. Physical and Mechanical Properties of Eucalyptus Wood Clone K7. **Thai Journal of Forestry**, 41(1): 139-150.
- Hua, S.L., Chen, L.W., Antov, P., Kristak, L., Tahir, P.M. 2022. Engineering wood products from *Eucalyptus spp.* **Hindawi**, 2022: 80000780. <https://doi.org/10.1155/2022/8000780>
- Malan, F.S. 2003. The wood quality of the South African timber for high value solid wood products and its role in sustainable forestry. **Southern African Forestry Journal**, 198(1): 53-62, doi: 10.1080/20702620.2003.10431735
- Nacar, M., Hizioglu, S., Kalaycioglu, H. 2005. Some of the properties of particleboard panels made from eucalyptus. **American Journal of Applied Sciences**, (Special Issue): 5-8.
- New Nordic Timber. 2019. **Engineered wood products.** <https://newnordictimber.com/articles/engineered-woodproducts>, 13 October 2022.
- Pagel, C. 2018. Investigation into Material Resistance Factors and Properties of Young, Engineered *Eucalyptus Grandis* Timber. M.S. Thesis, Stellenbosch University, South Africa.
- Proeller, M., Nocetti, M., Brunetti, M., Barbu, M.C., Blumentritt, M., Wessels, C.B. 2018. Influence of processing parameters and wood properties on the edge gluing of green *Eucalyptus grandis* with a one component PUR adhesive. **European Journal of Wood and Wood Products**, 76: 1195–1204.
- Palipane, K.B., Driscoll, R.H. 1992. Moisture sorption characteristics of inshell macadamia nuts. **Journal of Food Engineering**, 18: 63–76.
- Panshin, A.J., de Zeeuw, C. 1980. **Textbook of Wood Technology 4th ed.** Mc Graw-Hill New York, USA.
- Riyaphan, J. 2013. **Chemical and Mechanical Properties of Wood in Seven Para Rubber (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) Clones.** M.S. Thesis, Kasetsart University, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Royal Forest Department. 2001. ***Eucalyptus Camaldulensis*.** Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Royal Forest Department. 2021. **Forestry Statistics Data.** Bangkok. Thailand. 168 p. (in Thai)
- Wessels, C.B., Crafford, P.L., Du Toit, B., Grahn, T., Johansson, M., Lundqvist, S.O., Säll, H., Seifert, T. 2016. Variation in physical and mechanical properties from tree drought tolerant *Eucalyptus* species grown on the dry west coast of Southern Africa. **European Journal of Wood and Wood Products**, 74: 563-575.
- Wessels, C.B., Nocetti, M., Brunetti, M., Crafford, P.L., Pröller, M., Dugmore, M.K., Pagel, C., Lenner, R., Naghizadeh, Z. 2020. Green-glued engineered products from fast

- growing Eucalyptus trees: A review. **European Journal of Wood and Wood Products**, 78(5): 933–940.
- Wisuttapekul, S., Fuangwiwat, W., Sukwatnitjakul, S. 1997. Density, shrinkage and fiber saturation point of swamp forest wood. **Thai Journal of Forestry**, 16: 90-98. (in Thai)
- Saneg-ah-tit, S. n.d. Materials testing. Major of civil engineering Institute of Engineering. Suranaree University of Technology. <http://www.baannatura.com/public/files/Mpa.pdf>. 12 Febuary 2015. (in Thai)
- Siau, J.F. 1984. **Transport Processes in Wood**. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo, Japan.
- Skaar, C. 1972. **Water in Wood**. Syracue Univ Press, New York, USA.
- Skaar, C. 1988. **Wood-water Relations**. New York. N.Y. Springer Verlag. 283 p.
- Sompoch, n.d. **The properties of *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake**. Institute of Forest Research and Development. Royal Forest Department. Bangkok, Thailand. (in Thai)
- U.S. Department of Agriculture (USDA). 2021. **Handbook Wood as an engineering Materials**. Forest Service. Forest Products Laboratory, USA., pp. 4-1–4-22.
- Yang, J.L., Waugh, G. 2001. Growth stress, its measurement and effects. **Australian Forestry**, 64: 127–135.
- Zhou, X., Zhu, H., Wen Y., Goodale, U.M., Li, X., You, Y., Ye, D., Liang, H. 2018. Effects of understory management on trade-offs and synergies between biomass carbon stock, plant diversity and timber production in eucalyptus plantations. **Forest Ecology and Management**, 410: 164–173. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.11.015>.
-

คำแนะนำสำหรับผู้เขียนวารสารวิทยาศาสตร์ไทย

<https://li01.tci-thaijo.org/index.php/tjf>



วารสารวิทยาศาสตร์ไทย เป็นวารสารทางวิชาการปาไม้ จัดทำโดยศูนย์วิจัยปาไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำหนดพิมพ์เผยแพร่ทุก 6 เดือน (ปีละ 2 ฉบับ) วัตถุประสงค์เพื่อพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัยทางปาไม้สาขาต่าง ๆ ทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยวารสารนี้มีการเผยแพร่ไปยังห้องสมุดของสถาบันและหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งในและต่างประเทศ

การส่งต้นฉบับ ต้นฉบับต้องไม่เคยลงตีพิมพ์และไม่ได้อยู่ระหว่างกระบวนการพิจารณาตีพิมพ์ในวารสารหรือสิ่งตีพิมพ์อื่นใด ผลงานจัดอยู่ในงานเขียนประเภทหนึ่ง ดังต่อไปนี้ (1) **นิพนธ์ต้นฉบับ (original article)** เป็นการเสนอผลงานวิจัยแบบสมบูรณ์ที่ผู้เขียนได้ดำเนินการวิจัยด้วยตนเอง (2) **short communications** เป็นงานวิจัยที่น่าสนใจหรือการค้นพบสิ่งใหม่แต่มีเนื้อหามั้่นน้อยกว่า และ (3) **บทความ (review article)** เป็นบทความทางวิชาการที่น่าเสนอสาระซึ่งผ่านการวิเคราะห์หรือประมวลจากการตรวจเอกสาร ทั้งนี้เรื่องที่เป้่นนิพนธ์ต้นฉบับ และ บทความวิจัยสั้น จะได้รับพิจารณาให้ลงตีพิมพ์ก่อนเรื่องที่เป้่นบทวิจารณ์

การเตรียมต้นฉบับ

ต้นฉบับ

ต้นฉบับเขียนเป็นภาษาไทย ควรมีการตรวจทานการใช้ภาษาและคำสั่กต่าง ๆ อย่างถี่ถ้วนก่อนนำเสนอ ความยาวไม่เกิน 12 หน้า (ไม่รวมหน้าแรก) กระดาษ A4 จัดรูปแบบกั้่นหน้ากระดาษบน ล่าง ซ้าย และขวา ขนาด 1 นิ้ว หรือ 2.54 เซนติเมตร

การพิมพ์

1. การพิมพ์ใช้ตัวอักษร TH Sarabun PSK ขนาด 14 สำหรับภาษาไทย และ ภาษาอังกฤษ
2. หัวข้อหลักใช้ ขนาด 18 ตัวหนาและจัดกั้กกลางหน้า เช่น คำนำ อุปกรณ์และวิธีการ ฯลฯ ถ้าเรื่องที่เขียนเป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษ หัวข้อหลักใช้ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ เช่น ABSTRACT INTRODUCTION REFERENCES เป็นต้น
3. หัวข้อย่อยแรก ใช้อักษรตัวหนาและจัดชิดซ้าย ขนาด 16 และเริ่มใส่หมายเลขข้อ ในหัวข้อย่อยถัดไปโดยใช้อักษรตัวหนา ขนาด 14
4. ใส่หมายเลขหน้า มุมขวา ด้านบน
5. ใส่หมายเลขบรรทัด (นับต่อเนื่องจากหน้าแรก)
6. รายละเอียดใน Table และ Figure เป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด ใช้ตัวอักษร TH Sarabun PSK ขนาด 14

รายละเอียดของเนื้อหา

หน้าแรก (Title page) เป็นหน้าที่แยกออกจากเนื้อหาอื่น ๆ ประกอบด้วย

1. **ชื่อเรื่อง** เรื่องที่เขียนเป็นภาษาไทย ให้ระบุชื่อเรื่องทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ควรกระชับและตรงกับเนื้อเรื่อง จัดให้อยู่กั้กกลางหน้ากระดาษ
2. **ชื่อผู้เขียน** เรื่องที่เขียนเป็นภาษาไทย ใช้ชื่อเต็มทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ไม่ต้องระบุเพศ ยศ ตำแหน่ง
3. **สถานที่ทำงานของผู้เขียน** ให้ระบุสถานที่ทำงานและที่อยู่ของผู้เขียนทุกท่านทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ พร้อมระบุที่อยู่ติดต่อได้ของผู้เขียน โดยระบุชื่อหน่วยงาน สถานที่ทำงาน เขต/อำเภอ จังหวัด รหัสไปรษณีย์ และ Corresponding Author E-mail

เนื้อหา ประกอบด้วยหัวข้อหลัก ดังนี้

1. **บทคัดย่อ** สรุปสาระสำคัญของผลงานไว้โดยครบถ้วน และมีความยาวไม่เกิน 300 คำ เรื่องที่เขียนเป็นภาษาไทย ต้องมีบทคัดย่อเป็นภาษาอังกฤษ (ABSTRACT) ด้วย (ภาษาอังกฤษก่อนและตามด้วยภาษาไทย) ให้ระบุ Keywords จำนวนไม่เกิน 5 คำไว้ในตอนท้ายบทคัดย่อภาษาอังกฤษด้วย

2. **คำนำ** อธิบายความสำคัญของปัญหา การตรวจเอกสาร (literature review) เฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยเท่านั้น และวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ในกรณีงานวิจัยทางสังคมศาสตร์อาจเพิ่มเติมขอบเขตการวิจัย กรอบแนวคิดการวิจัย และสมมติฐานการวิจัย (ถ้ามี)

3. **อุปกรณ์และวิธีการ** เขียนให้รัดกุม ไม่พรรณนาวิธีการวิเคราะห์ ใช้วิธีการอ้างอิงชื่อหรือองค์กร เช่น ใช้ตามวิธีของ AOAC (1990)

4. **ผลและวิจารณ์** ผลการทดลองและวิจารณ์ผลเขียนรวมกัน ภาพและตาราง ต้องมีเนื้อหาและคำอธิบายเป็นภาษาอังกฤษ ให้แสดงเฉพาะข้อมูลสำคัญและจำเป็น แทรกภาพและตารางตามลำดับในเนื้อหา โดยใช้คำว่า Figure ในการอ้างอิงภาพและใช้คำว่า Table ในการอ้างอิงตาราง

5. **สรุป** ให้กระชับ ยกใจความสำคัญที่ได้จากการวิจัย

6. **คำนิยม** (ถ้ามี) ไม่ควรเกิน 50 คำ

7. **REFERENCES** หลักเกณฑ์และรูปแบบการเขียน REFERENCES เรียบเรียงโดยใช้ภาษาอังกฤษทั้งหมดในกรณีเอกสารอ้างอิงเป็นภาษาไทยให้ปรับเป็นภาษาอังกฤษและต่อท้ายเอกสารอ้างอิงนั้นด้วยคำว่า (in Thai)

8. ก่อนส่งต้นฉบับควรตรวจทานการอ้างอิงในเนื้อหาและในท้ายบทให้ตรงกัน และถูกต้องตามหลักเกณฑ์ที่ระบุไว้ดังต่อไปนี้

8.1 การอ้างอิง (citation) ในเนื้อหาใช้ระบบ family name-and-year system

8.2 การเรียงลำดับ REFERENCES เรียงตามลำดับตัวอักษร เอกสารทั้งหมดที่ถูกอ้างอิงในเนื้อหาต้องปรากฏในรายการเอกสารและสิ่งอ้างอิง

8.3 การเขียน REFERENCES (ตัวอย่างการเขียนแสดงด้านล่าง)

- การเขียนให้ขึ้นต้นด้วยนามสกุล ค้นด้วยเครื่องหมายจุลภาค (,) แล้วตามด้วยตัวอักษรย่อตัวแรกของชื่อจริง และ/หรือชื่อย่อกลางทุกคนตามลำดับ

- เอกสารภาษาอังกฤษให้ขึ้นต้นด้วยนามสกุล ค้นด้วยเครื่องหมายจุลภาค (,) แล้วตามด้วยตัวอักษรย่อตัวแรกของชื่อจริงและชื่อย่อกลาง (ถ้ามี) ของทุกคนตามลำดับ เช่น Palma, C.E., Mamon, S.J.B., Rubin, K.N.D. 2009. ส่วนเอกสารอ้างอิงภาษาไทยให้แปลเป็นภาษาอังกฤษและทำการอ้างอิงเหมือนเอกสารภาษาอังกฤษ แล้ววงเล็บด้านหลังว่า (in Thai)

- เอกสารอ้างอิงประเภทหนังสือที่ตีพิมพ์ครั้งแรกไม่ต้องระบุครั้งที่พิมพ์

- วารสารวิชาการให้ใช้ชื่อเต็มของวารสาร

- เอกสารอ้างอิงประเภทเว็บไซต์ต้องระบุวัน เดือน ปี ที่สืบค้นข้อมูล

ตัวอย่างการเขียน REFERENCES

บทความในวารสาร

รูปแบบ: กรณีนีบทความไม่มีเลข DOI

ชื่อผู้แต่ง. ปีที่พิมพ์. ชื่อบทความ. ชื่อเต็มวารสาร., ปีที่พิมพ์(ฉบับที่): เลขหน้าหรือเลขที่บทความ.

Blanchard, M.G., Runkle, E.S. 2006. Temperature during the day, but not during the night, controls flowering of *Phalaenopsis* orchids. *Journal of Experimental Botany*, 57: 4043–4049.

Pozsgai, G., Littlewood, N.A. 2014. Ground beetle (Coleoptera: Carabidae) population declines and phenological changes: Is there a connection? **Ecological Indicators**, 41: 15–24.

Seekhiew, A., Tasen, W., Teejuntuk, S. 2020. Ground dwelling insect community in limestone mining rehabilitation area, Saraburi province. **Thai Journal of Forestry**, 39(1): 1–10. (in Thai)

วารสารอิเล็กทรอนิกส์

รูปแบบ: กรณียบทความที่มีเลข DOI

ชื่อผู้แต่ง. ปีที่พิมพ์. ชื่อบทความ. ชื่อเต็มวารสาร., ปีที่พิมพ์(ฉบับที่): เลขหน้าหรือเลขที่บทความ. doi.org/xxx หรือ doi: 10.xxx

Arakawa, T., Timasheff, S.N. 1982. Stabilization of protein structure by sugars. **Biochemistry**, 21: 6536–6544. doi.org/10.1021/bi00268a033

Ounban, W., Puangchit, L., Diloksumpun, S. 2016. Development of general biomass allometric equations for *Tectona grandis* Linn.f. and *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. Plantations in Thailand. **Agriculture and Natural Resources**, 50(1): 48–53. doi:10.1016/j.anres.2015.08.001.

Spitz, D., Hunter, S. 2005. Contested code: The social construction of Napster. *Inform. Soc.*, 21: 169–180. doi: 10.1080/01972240490951890

หนังสือ

รูปแบบ: กรณียหนังสือ

ชื่อผู้แต่ง. ปีที่พิมพ์. ชื่อหนังสือ. สำนักพิมพ์. จังหวัด, ประเทศ. (in Thai)

Subinprasert, S. 2003. **Insect Biology**. Ramkhamhaeng University Press, Bangkok, Thailand. (in Thai)

รูปแบบ: หนังสือที่พิมพ์หลายครั้ง

ชื่อผู้แต่ง. ปีที่พิมพ์. ชื่อหนังสือ., พิมพ์ครั้งที่ X. สำนักพิมพ์. จังหวัด, ประเทศ. (in Thai)

Strunk, Jr.W., White, E.B. 1979. **The Elements of Style**, 3rd ed. Macmillan. New York, NY, USA.

รูปแบบ: บทความในหนังสือ

ชื่อผู้แต่ง. ปีที่พิมพ์. ชื่อบทความ. In: นามสกุล, ชื่อย่อ (Ed. หรือ Eds.). ชื่อหนังสือ., พิมพ์ครั้งที่ X. สำนักพิมพ์. จังหวัด, ประเทศ, pp. xx–xx. (in Thai)

Loth, G.R., Hemgesberg, L.B. 1999. How to prepare an electronic version of your article. In: Jones, B.S., Smith, R.Z. (Eds.). **Introduction to the Electronic Age**. E-Publishing Inc. New York, NY, USA. pp. 281–304.

รายงานการประชุมสัมมนาทางวิชาการ

รูปแบบ: รายงานการประชุมสัมมนาทางวิชาการ

ชื่อผู้แต่ง. ปีที่พิมพ์. ชื่อเรื่อง. In: ชื่อรายงานการประชุม. สถานที่, จังหวัด, ประเทศ, pp. xx–xx.

- Liu, C., Peng, D., Yang, Y. 2010. Anti-oxidative and anti-aging activities of collagen hydrolysate. In: **Proceeding of 3rd International Conference on Biomedical Engineering and Informatics.** Yantai, China, pp. 1981–1985.
- Mettam, G.R., Adams, L.B. 1999. How to prepare an electronic version of your article. In: Jones, B.S., Smith, R.Z. (Eds.). **Introduction to the Electronic Age.** E- Publishing Inc. New York, NY, USA, pp. 281–304.

วิทยานิพนธ์

รูปแบบ: วิทยานิพนธ์

ชื่อผู้แต่ง. ปีที่พิมพ์. **ชื่อเรื่อง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท/เอก, ชื่อมหาวิทยาลัย. จังหวัด, ประเทศ. (in Thai)

Isnaeni, N.F. 2007. **Product Formulation of Pure Instant Potatoes [(Ipomoea batatas (L.) Lam] as One of Staple Food Diversification.** M.S. Thesis, Bogor Agricultural University. Bogor, Indonesia.

Jundang, W. 2010. **Evaluation of Carbon Sequestration in Dry Dipterocarp Forest and Eucalypt Plantation at Mancha Khiri Plantation, Khon Kaen Province.** M.S. Thesis, Kasetsart University. Bangkok, Thailand. (in Thai)

ข้อมูลสารสนเทศจากแหล่งข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ (เว็บไซต์)

รูปแบบ: เว็บไซต์

ชื่อผู้แต่ง. ปีที่เผยแพร่. **ชื่อเรื่อง.** <http://xxx>, วัน เดือน ปี ที่สืบค้น.

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

The Thai Tapioca Development Institute. 2019. Harvested Area and Production, Past Years. http://tapiocathai.org/English/L1_e.html, 5 September 2021.

การแจ้งงานผู้เชี่ยวชาญ 2 ท่าน

ผู้เขียนต้องแจ้งงานถึงความต้องการให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาบทความจำนวน 2 ท่าน โดยลงรายละเอียดในแบบเสนอต้นฉบับ

ข้อแนะนำในการใช้ภาษา

1. ใช้คำศัพท์ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถานและประกาศของราชบัณฑิตยสถาน
2. การใช้ศัพท์บัญญัติทางวิชาการ ควรใช้ควบคู่กับศัพท์ภาษาอังกฤษ ในครั้งแรกที่ปรากฏในเอกสาร
3. การเขียนชื่อเฉพาะหรือคำแปลจากภาษาต่างประเทศ ควรพิมพ์ภาษาเดิมของชื่อนั้น ๆ ไว้ในวงเล็บ ในครั้งแรกที่ปรากฏในเอกสาร
4. ไม่ควรใช้ภาษาต่างประเทศในกรณีที่มีภาษาไทยอยู่แล้ว
5. รักษาความสม่ำเสมอในการใช้คำศัพท์และตัวย่อ โดยตลอดทั้งบทความ

กระบวนการพิจารณาบทความ

การพิจารณาก่อนการรับบทความ (peer review) บทความที่ได้รับการกลั่นกรองเบื้องต้นจากกองบรรณาธิการ เพื่อพิจารณาถึงความสำคัญของบทความ ความเหมาะสมต่อวารสารวิทยาศาสตร์ไทย รวมถึงคุณภาพเนื้อหาทางด้านวิทยาศาสตร์ และข้อมูลที่นำเสนอ บทความที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานจะถูกปฏิเสธ (reject) โดยไม่จำเป็นต้องส่งพิจารณาตรวจทาน ส่วนบทความที่ผ่านเกณฑ์เบื้องต้นจะถูกส่งให้ผู้เชี่ยวชาญ (reviewer) ในแต่ละสาขาทำการพิจารณาก่อนการรับ (peer review) โดยชื่อของผู้ประพันธ์และผู้เชี่ยวชาญจะถูกปิดเป็นความลับ ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิผู้เชี่ยวชาญจะได้รับการทบทวนจากกองบรรณาธิการ และส่งต่อไปยังผู้ประพันธ์เพื่อดำเนินการเปลี่ยนแปลงบทความตามคำแนะนำดังกล่าวและส่งผลงานที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วมายังกองบรรณาธิการเพื่อตัดสินใจขั้นสุดท้ายสำหรับการยอมรับ (accept) หรือ (reject) บทความ ปกติการพิจารณา ทบทวนบทความใช้เวลาประมาณ 3 เดือน นับจากวันที่ส่งบทความ หากเกินกว่ากำหนดนี้ผู้ประพันธ์สามารถสอบถามมายัง กองบรรณาธิการเพื่อทราบความเหตุผลได้

บทความที่ได้รับการยอมรับ (accepted manuscripts) ทางกองบรรณาธิการจะส่งร่างบทความสำหรับตีพิมพ์ให้กับผู้ประพันธ์เพื่อพิสูจน์ความถูกต้อง (corrected proof) จากนั้นผู้ประพันธ์จะได้รับแจ้งกำหนดเวลาการตีพิมพ์บทความ นั้น

บทความที่ถูกปฏิเสธ (rejected manuscripts) ทางกองบรรณาธิการจะส่งคืนเอกสารทั้งหมดรวมถึงข้อคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญให้กับผู้ประพันธ์ เพื่อเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงและส่งผลงานไปตีพิมพ์ยังวารสารอื่นๆ ที่มีความเหมาะสม การส่งต้นฉบับ

ผู้เขียนจัดส่งรายละเอียดดังนี้

1. ต้นฉบับ (manuscript) 1 ชุด ในรูป Microsoft Office Word
2. แบบเสนอต้นฉบับ (submission form) 1 ชุด ในรูป Microsoft Office Word หรือ PDF file
3. ไฟล์ภาพต้นฉบับที่สามารถปรับแก้ไขได้

ดาวน์โหลดแบบฟอร์มแบบเสนอต้นฉบับได้ที่ <http://li01.tci-thaijo.org/index.php/tjf/SubmissionForm> ส่งทุกไฟล์ผ่านระบบ ThaiJO (Thai Journal Online) <http://li01.tci-thaijo.org/index.php/tjf> สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมที่ กองบรรณาธิการ วารสารวิทยาศาสตร์ไทย ศูนย์วิจัยป่าไม้ ชั้น 5 อาคารวนศาสตร์ 72 ปี คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทรศัพท์ 02-942-8899, 094-885-5992

หมายเหตุ

1. เอกสารที่มีการเตรียมต้นฉบับไม่ถูกต้องตามข้อเสนอแนะจะไม่ได้รับการพิจารณา
2. ทางสารสารฯ ขอสงวนสิทธิ์ที่จะไม่คืนเอกสารข้างต้นให้ผู้เขียนไม่ว่ากรณีใดๆ



THAI JOURNAL OF FORESTRY

Owner

Faculty of Forestry, Kasetsart University

Editor - in - Chief

Assist.Prof.Dr.Roongreang Poolsiri *Kasetsart University*

Editorial Board

Prof. Dr. Nipon Tangtham

Forestry Alumni Association

Assoc. Dr. Utis Kutintara

Forestry Alumni Association

Prof. Dr. Dokrak Marod

Kasetsart University

Assoc. Prof. Dr. San Kaitpraneet

Forestry Alumni Association

Assoc. Prof. Dr. Decha Wiwatwitaya

Kasetsart University

Assoc. Prof. Dr. Santi Suksard

Kasetsart University

Assoc. Prof. Dr. Prateep Duengkae

Kasetsart University

Assist.Prof.Dr.Nikhom Laemsak

Kasetsart University

Assist. Prof. Dr. Sapit Diloksumpun

Kasetsart University

Assist. Prof. Dr. Kobsak Wanthongchai

Kasetsart University

Assist. Prof. Dr. Pasuta Sunthornhao

Kasetsart University

Manager

Mrs. Waraporn Lumyai

Journal Office

Forestry Research Center, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, THAILAND

Phone : 0-2942-8899 E-mail: frc@ku.th Web site: tci.thaijo.org/index.php/tjf

Prof. Dr. Soontorn Khamyong

Chiang Mai University

Prof. Dr. Dusit Wechkit

Sukhothai Thammathirat Open University

Assoc. Prof. Dr. Kriangsak Sri-Ngernyuan

Maejo University

Assoc. Prof. Dr. Sura Pattanakiat

Mahidol University

Assist. Prof. Dr. Chirdsak Thapyai

Naresuan University

Assist. Prof. Dr. Bunvong Thaiutsa

Royal Project Foundation

Assist. Prof. Dr. Kansri Boonprakob

Ramkhamhaeng University

Prof. Dr. Olavi Luukkanen

University of Helsinki, Finland

Prof. Dr. Hiroshi Takeda

Kyoto University, Japan

Prof. Dr. Roger Kjellgren

Utah State University, USA

Dr. Andrew J. Warner

Kasetsart University

Assistant Manager

Ms. La-ongdao Thaopimai

Thai Journal of Forestry (TJF) was established in 1982 under Faculty of Forestry, Kasetsart University, Thailand, and publishes paper concerning on forestry research of special interest articles are dealing with forest ecology, forest management, forest economic, silviculture, watershed, biological diversity conservation, morphology and physiology of vegetation and wildlife, etc. To better circulate the research from Thai and international researchers and contributing scientists to a wider audience. All submitted manuscripts have been reviewed by at least two expert reviewers via the double-blinded review system. TJF is published semi-annually (January-June and July-December). The submission can be done by direct contact to editorial office or by email: frc@ku.th



Original article

- Prediction of Land Use Changes for the Mae Soi River Sub-basin, Lampang Province, Using a Neural Network Model 1
Niracha Sukyuang, Kankhajane Chuchip, Piyapong Tongdeenok
- Changes in Land Use Patterns by Farmers in Huai Pong Village, Mae Tuen Sub-district, Mae Ramat District, Tak Province 12
Natcha Tiamthongbai, Nittaya Mianmit, Rachanee Pothitan, Thanyaporn Bungbai
- The Performance of Direct Heating Kiln: A Case Study of Pizza Tray Drying from *Samanea Saman* Wood 23
Thiti Wanishdilokratn, Siriluk Sukjareon, Itsaree Howpinjai, Arnon Phernpool, Nateethorn Singsuwan, Torlarp Kamyao2
- Readiness of Community - based Tourism Management: A Case Study of a Community Enterprise, Gaur Protection Volunteer Group, and Wang Mi Subdistrict Tourist Guides, Nakhon Ratchasima Province 33
Raksuda Mama, Rachanee Pothitan, Nittaya Mianmit
- Recreational Value of the Khao Nang Phanthurat Forest Park, Phetchaburi Province 46
Jenjira Kaewmora, Santi Suksard, Apichart Pattaratuma, Supasit Sriarkarin
- Community Structure of Ground-dwelling Ants in Various Land Use types in the Bang Pra Non-Hunting Area, Chon Buri Province 58
Warunya Tandee, Decha Wiwatwitaya, Santi Suksard
- Participation of Landholders in Forest Resource Conservation Activities at the Wiang Kosai National Park, Wang Chin District, Phrae Province 71
Kamolwan Fakfai, Supasit Sriarkarin, Santi Suksard
- Aboveground Biomass, Carbon Storage, and Stem Volume of a Siam Rosewood (*Dalbergia cochinchinensis* Pierre.) Plantation in Southern Thailand 84
Woraphun Himmaphan, Areeyapat Petcharat, Chantittha Chuntachot, Supornnee Pounsuntorn
- Assessment of Habitat Suitability of Burmese Goral (*Naemorhedus griseus*) in Chiang Dao Wildlife Sanctuary, Chiang Mai Province, using the Maximum Entropy Model 94
Boonyang Srijan, Piyapit Khonkaen, Monthon Norsaengsri, Torlarp Kamyao
- Marketing of Agarwood (*Aquilaria* spp.) Products in Bangkok 108
Adithep Pama, Santi Suksard, Apichart Pattaratuma
- Surveying of Trees Outside Forest Using Sector Sampling: A Case Study of Kasetsart University, Bangkok Campus 121
Natnicha Auttarachon, Patsi Prasomsin, Khwanchai Duangsathaporn, Pichit Lumyai
- Assessment of Carbon Emission from Teak Forest Operations : A Case Study of Mae Mai Forest Plantation, Lampang Province 134
Kanwara Khlaiphikun, Chayanee Ketkaew, Nopparat Kaakkurivaara, Ronnakrit Rittiya
- Physical and Mechanical Properties of *Eucalyptus Urophylla* Clone K62 Wood 144
Wiwat Hanvongjirawat, Wattanachai Tasen2

