นิพนธ์ต้นฉบับ

โครงสร้างสังคมพืชและการประเมินการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ในพื้นที่ป่าอนุรักษ์สวนไม้กำแพงเพชร

พัฒนา ชมภูวิเศษ[1] พิสิทธิ์ โรยสกุล[1] ภาณุวัฒน์ นิลอ่อน[1] และสถิตย์ ถิ่นกำแพง[2,3*]

รับต้นฉบับ: 27 ตุลาคม 2565 ฉบับแก้ไข: 1 ธันวาคม 2565 รับลงพิมพ์: 1 ธันวาคม 2565

บทคัดย่อ

ปัจจุบันประเทศไทยสถานการณ์พื้นที่ป่าไม้ทั่วประเทศมีแนวโน้มลดลง ส่งกระทบผลให้ความหลากหลายชนิดพรรณพืช และสัตว์ป่าลดลงตามไปด้วย บริษัทสยามฟอเรสทรี จำกัด ได้ทำการสงวนพื้นที่ของบริษัทไว้ประมาณร้อยละ 10 ของพื้นที่สวนไม้เศรษฐกิจ ในพื้นที่ป่าอนุรักษ์สวนไม้กำแพงเพชร เพื่อจัดทำเป็นพื้นที่ป่าอนุรักษ์และวางแผนติดตามนิเวศวิทยาระยะยาว (long-term ecological research) โดยทำการวางชั่วคราวและแปลงถาวร ขนาด 20 เมตร x 50 เมตร รูปแบบละ 3 แปลง เพื่อสำรวจข้อมูลโครงสร้างป่าและปริมาณการเก็บกักคารบอนจากมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน

ผลการศึกษา พบชนิดพรรณไม้ทั้งหมด 77 ชนิด 61 สกุล และ 32 วงศ์ สำหรับพรรณไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก ตั้งแต่ 2 เซนติเมตร มีความหนาแน่นเฉลี่ย 2,203 ต้นต่อเฮกตาร์ และ พื้นที่หน้าตัดเฉลี่ย 21.65 ตารางเมตรต่อเฮกตาร์ มีความหลากชนิดของพรรณไม้ตามค่าดัชนีของ Shannon-Weiner ($H^{/}$) ค่อนข้างสูง ($H^{/}$= 3.66) ชนิดไม้เด่นในพื้นที่ได้แก่ พลวง (*Dipterocarpus tuberculatus*) ติ้วส้ม (*Cratoxylum formosum*) มะกอกเกลื้อน (*Canarium subulatum*) แดง (*Xylia xylocarpa*) มะม่วงหัวแมงวัน (*Buchanania lanzan*) เป็นต้น เมื่อทำการประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและการเก็บกักคาร์บอนโดยรวมจาก พื้นที่ป่าอนุรักษ์สวนไม้กำแพงเพชร 923.54 ไร่ (147.77 เฮกตาร์) พบว่ามีมวลชีวภาพรวมทั้งหมดเท่ากับ 16,390.39 ตัน/พื้นที่อนุรักษ์ทั้งหมด (110.92 ตัน/เฮกตาร์) คิดเป็นปริมาณการกักเก็บคาร์บอนทั้งหมด 7,703.48 ตันคาร์บอน/พื้นที่อนุรักษ์ทั้งหมด (52.13 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์) อย่างไรก็ตาม ควรมีการติดตามการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตในระยะยาว เพื่อนำองค์ความรู้ดังกล่าวมาใช้สนับสนุนการฟื้นฟูป่า รวมถึงดำรงไว้ซึ่งความหลากหลายทางชีวภาพเพื่อการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนต่อไป

คำสำคัญ: นิเวศวิทยาระยะยาว ความหลากหลายทางพืชพรรณ การสืบต่อพันธุ์ ป่าเต็งรังรุ่นสอง

[1] บริษัท สยามฟอเรสทรี จำกัด กาญจนบุรี 71130

[2] ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[3]ศูนย์ประสานงานเครือข่ายวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ประเทศไทย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

***ผู้รับผิดชอบบทความ**: Email: kawlica_70@hotmail.com

วารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย 6 (2): 31-46 (2565)

ORIGINAL ARTICLE

Vegetation structure and Carbon Storage Based on Above Ground Biomass Evaluation in Conservation Areas of Kamphaeng Phet Plantation.

Phattana Chompoowiset[1], Pisit Roisakul[1], Panuwat Niloon[1] and Sathid Thinkampheang[2,3*]

Received: 27 October 2022 Revised: 1 December 2022 Accepted: 1 December 2022

ABSTRACT

Recently, the situation of Thailand's forest areas are under deteriorating. As a result, plant and animal diversity has reduced. The Siam Forestry Co., Ltd. has reserved roughly 10% of the Company's economic forest area to establish a conservation area. Then, at conservation areas of Kamphaeng Phet Plantation, the biodiversity and long-term ecological research were proposed. The purposive random sampling of temporary and permanent plots of 20 m x 50 m were established with 3 plots for each to observe the forest structure and the amount of carbon storage from above-ground biomass.

The results showed the tree species diversity of 77 species, 61 genera and 32 families was found. The basal areas and stem density of tree DBH $\geq$ 2 cm were 21.65 m^2. ha^{-1} and 2,203 stem. ha^{-1}, respectively, while high diversity base on Shannon-Winer index was found (H′=3.66) Dominance species was found *Dipterocarpus tuberculatus*, *Cratoxylum formosum*, *Canarium subulatum*, *Xylia xylocarpa*, *Buchanania lanzan* etc. The conservation areas forest area covered about 923.54 rai, (147.77 ha^{-1}) and had the biomass of 16,390.39 ton/conservation areas (110.92 ton/ ha^{-1}). The evaluated value for carbon storage were 7,703.48 ton carbon/conservation areas (52.13 ton/ ha^{-1}). However, the long-term monitoring to detect the changes of living organisms should be done. Then, the ecological knowledge can be applied for forest restoration program, including, to maintain the biodiversity for sustainable use in the future.

Keywords: Long-term ecological research, Plant diversity, Regeneration, Secondary deciduous dipterocarp forest

[1] The Siam Forestry Co., Ltd. Kanchanaburi, Thailand 71130

[2] Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok, 10900

[3] Cooperation Centre of Thai Forest Ecological Research Network, Kasetsart University, Bangkok 10900

***Corresponding author**: E-mail: kawlica_70@hotmail.com

คำนำ

ประเทศไทยกำลังเผชิญกับความท้าทายที่สำคัญต่อการพัฒนาที่ยั่งยืน สืบเนื่องจากปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในระดับโลกอันมีสาเหตุมาจากการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศพัฒนาแล้วในช่วงหลังปฏิวัติอุตสาหกรรม ทำให้เกิดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่มากเกินกำลังผลิต รวมถึงการลดลงของพื้นที่ป่าในประเทศไทยที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม เป็นตัวเร่งสำคัญที่ก่อให้เกิดการสั่งสมของปริมาณก๊าซเรือนกระจก (greenhouse gasses) ในชั้นบรรยากาศ โดยประเทศไทยมีแนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มสูงขึ้นจากกิจกรรมการพัฒนาประเทศจากข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ.2554 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 305.52 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์ และจากการคาดการณ์ปริมาณการปล่อยมีสูงถึง 555 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในปี พ.ศ.2573 โดยภาคเศรษฐกิจที่มีสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดคือ ภาคพลังงาน รองลงมาคือ ภาคเกษตร กระบวนการทางอุตสาหกรรม และของเสีย (Office Of Natural Resources and Environmental Policy and Planning, 2016) ส่งผลทำให้ปรากฏการณ์ก๊าซเรือนกระจก และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทวีความรุนแรงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ มีผลสะท้อนกลับมายังชีวิตและความเป็นอยู่ของทั้งมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่าทรัพยากรป่าไม้เป็นสิ่งที่สำคัญแก่มนุษยชาติ ถือเป็นแหล่งนิเวศบริการ (ecosystem services) ของโลกที่สำคัญ ทั้งทางด้านปัจจัยพื้นฐานต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ รวมถึงการบริการด้านการควบคุมมลภาวะเป็นพิษต่าง ๆ และมีส่วนช่วยบรรเทาการเกิดสภาวะโลกร้อนได้เป็นอย่างดี โดยต้นไม้จะมีความสามารถดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงและสร้างผลผลิตในรูปแป้งและน้ำตาล และถูกกักเก็บในรูปแบบของคาร์บอนในมวลชีวภาพทั้งในราก ลำต้น กิ่งก้าน และใบ (Timilsina *et al*., 2014) และเมื่อพื้นที่ป่าไม้มีปริมาณที่ลดลงการกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ก็จะลดลงตามไปด้วย (Thailand Greenhouse Gas Management Organization, 2015)

โดยปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่ป่าไม้ประมาณ 321 ล้านไร่ หรือประมาณร้อยละ 31.68 ของเนื้อที่ประเทศ (Royal Forest Department, 2021) และมีนโยบายเพิ่มพื้นที่สีเขียวในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การปลูกป่าฟื้นฟู และการปลูกป่าเศรษฐกิจ ดำเนินการโดย หน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน สถานศึกษาและชุมชน เพื่อช่วยเพิ่มพื้นที่ป่าไม้ในประเทศ ซึ่งเป็นกลยุทธ์หนึ่งในการเดินทางไปสู่เป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon neutral) ซึ่งจะดูการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในประเทศไทยที่มาจากหลายส่วน ได้แก่การใช้พลังงาน การขนส่ง ภาคอุตสาหกรรม ภาคการเกษตร เมื่อมีการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาแล้วจะต้องมีการดูดซับกลับคืน ปัจจุบันส่วนงานที่เข้ามาช่วยในการดูดกลับคืนคือภาคป่าไม้ ในการปลูกต้นไม้ในพื้นที่ป่าดั่งเดิมการเพิ่มพื้นที่สีเขียว ขณะนี้ประเทศไทยมีความสามารถในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กลับคืนอยู่ที่ 90 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และในอนาคตมี

นโยบายที่จะเพิ่มปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็น 120 ล้านตันฯ และหากสามารถเพิ่มการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กลับคืนได้ 120 ล้านตันฯ ก็จะสามารถปลดปล่อยการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ 120 ล้านตันฯ ในปริมาณที่เท่ากัน ซึ่งจะเกิดความเป็นกลางทางคาร์บอนได้ภายในปี ค.ศ. 2060 และจะเห็นได้ว่าเป้าหมายของประเทศไทยมีความท้าทายและต้องอาศัยความร่วมมือจากหลายภาคส่วนเข้ามามีส่วนร่วมช่วยกันดำเนินการ

บริษัท สยามฟอเรสทรี จำกัด เป็นหน่วยงานภาคเอกชนที่มีการดำเนินงานในการปลูกสร้างสวนป่า และมีการจัดการพื้นที่ป่าอนุรักษ์ (Conservation areas) ในแต่ละสวนป่าเป็นพื้นที่ประมาณร้อยละ 10 ของพื้นที่สวนไม้ทั้งหมดที่รับผิดชอบเพื่อให้สอดคล้องกับการรับรองจาก FSC™ (Forest Stewardship Council) กลุ่มแรก คือ การรับรองการจัดการป่าไม้ (Forest Management Certificate) โดยสวนไม้กำแพงเพชร เป็นหนึ่งในสวนไม้ของ บริษัท สยามฟอเรสทรี จำกัด มีพื้นที่ทั้งหมด 9,201.43 ไร่ คิดเป็นพื้นที่ป่าอนุรักษ์ 923.54 ไร่ (ร้อยละ 10 ของพื้นที่สวนป่า) ที่ได้กันพื้นที่ออกมาจากพื้นที่ของบริษัทที่ใช้ประโยชน์ทางเศรษฐกิจ ในการคงพื้นที่ป่าไม้และการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ (biodiversity) ทั้งพืชพรรณและสัตว์ป่าให้ดำรงอยู่ในสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ ปัจจุบันพื้นที่ป่าอนุรักษ์ในพื้นที่สวนป่าได้มีการสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพทั้งพืชพรรณและสัตว์ป่า แต่ยังขาดการศึกษาด้านการกักเก็บคาร์บอน (Carbon stork) ในปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (Above ground biomass) ของพรรณไม้สังคมพืชในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ ดั่งนั้นการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและการกักเก็บคาร์บอนของพื้นที่ป่าอนุรักษ์แห่งนี้ ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างแผนการจัดการสวนป่าอย่างยั่งยืน และติดตามนิเวศวิทยาระยะยาว (long-term ecological research) ด้านพลวัตป่าไม้และการกักเก็บคาร์บอนในรูปมวลชีวภาพต่อไปในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่ศึกษา

พื้นที่สวน เม้กำแพงเพชร บริษัท สยามฟอเรสทรี จำกัด ตั้งอยู่ที่ 91 หมู่ 8 ต.หนองหัววัว อ.พรานกระต่าย จ.กำแพงเพชร มีพื้นที่ทั้งหมด 9,201.43 ไร่ มีใช้ประโยชน์พื้นที่ 5 ส่วนดังนี้ (Figure 1-A)

1. พื้นที่ปลูกยูคาลิปตัส (Plantation area) รวมเนื้อที่ 7,708 ไร่ (83.77 %)

2. พื้นที่แปลงวิจัยและพัฒนาพันธุ์ไม้ พื้นที่ 189.29 ไร่ (2.05%)

3. พื้นที่วนเกษตร (Agroforestry area) พื้นที่ 285.10 ไร่ (3.10%)

4. พื้นที่สำนักงาน (Office area) พื้นที่ 95.22 ไร่ (1.03%)

5. พื้นที่อนุรักษ์ (Conservation area) พื้นที่ 923.54 ไร่ (10.04%)

พื้นที่ปกคลุมด้วยสังคมพืชป่าเต็งรัง (Deciduous dipterocarp forest) พบป่าชนิดนี้ได้ตั้งแต่ระดับพื้นราบ ในบริเวณที่ดินเป็นทรายจัด และบางพื้นที่ก็มีหินปะปนอยู่ จนกระทั่งถึงบริเวณเนินสูงที่สุดของพื้นที่ มีลักษณะเป็นป่าโปร่ง มีไม้ขนาดกลางและขนาดเล็กขึ้นกระจัด

กระจาย ไม่แน่นทึบ ไม้พื้นล่างและเถาวัลย์มีน้อย ต้นไม้มีความสูงประมาณ 5 – 15 เมตร ผลัดใบในฤดูแล้ง ลักษณะทางปฐพีวิทยาของพื้นที่อนุรักษ์ของสวนไม้กำแพงเพชรทั้งหมด จัดอยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 49 เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย ดินล่างเป็นดินเหนียวปนลูกรัง พบชั้นหินทราย มีความชัน 1-2 % เป็นดินตื้นถึงตื้นมาก มีการระบายน้ำไม่ดี ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 2 เมตร มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ pH 5.0 - 6.5

ลักษณะภูมิประเทศ มีสภาพภูมประเทศโดยทั่วไปเป็นที่ราบ มีที่สูงสลับอยู่บ้างเป็นตอน ๆ พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นแบบลูกคลื่นลอนลาดถึงลูกคลื่นลอนชันหินดั้งเดิมเป็นหินตะกอน (Sedimentary rock) ที่ยังไม่อัดตัวกันแน่น ลักษณะภูมิอากาศ จัดอยู่ในลักษณะภูมิ มีฝนตกสลับแห้งแล้ง มีอุณหภูมิสูงเกือบตลอดปีและสภาพอากาศแห้งแล้งในฤดูร้อน ช่วงฤดูฝนได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

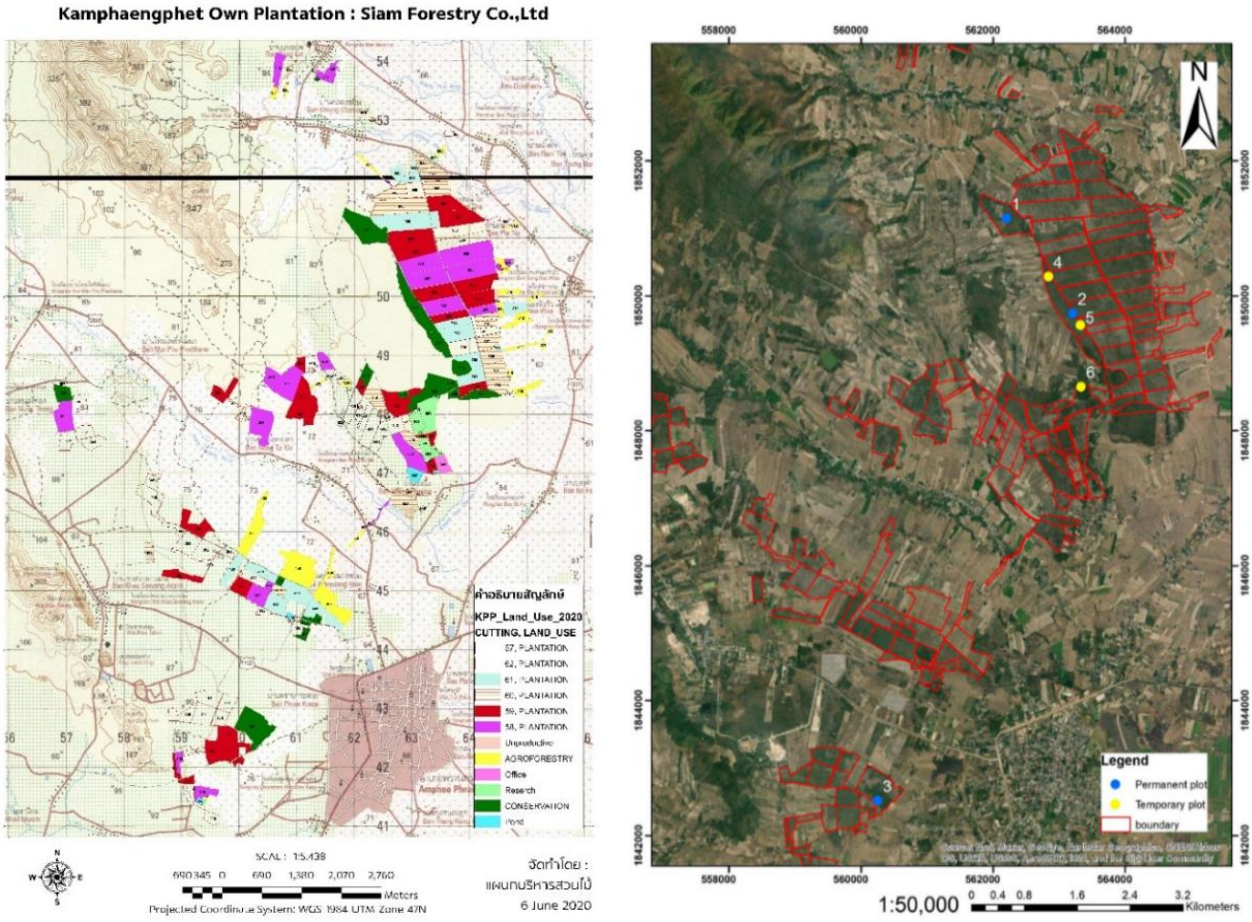

Figure 1 Map showing survey points in the conservation forest area of Kamphaeng Phet plantation Kamphaeng Phet Province = Permanent plot = Temporary plot

2. การเก็บข้อมูล

1) ภายในพื้นที่อนุรักษ์ของสวนป่า ทำการคัดเลือกพื้นที่ตัวแทนของสังคมพืชภายในพื้นที่ จากนั้นใช้การสุ่มแบบเจาะจง (Purposive random sampling) เพื่อวางแปลงถาวรและแปลงชั่วคราวด้วยการระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Global position system, GPS) รวมถึงมีการปักหมุดไว้ที่บริเวณมุมแปลงตัวอย่างเพื่อให้สามารถติดตามความ

หลากหลายทางชีวภาพในกลุ่มอื่น ๆ ภายในพื้นที่แปลงเดียวกันได้ (Figure 1-B)

2) ทำการวางแปลงถาวร (Permanent plot) ขนาด 20 เมตร x 50 เมตร จำนวน 3 แปลง และแบ่งแปลงย่อยขนาด 10 x 10 เมตร พร้อมทำการสำรวจพรรณไม้ทุกต้นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (diameter at breast height, DBH, ระดับ 1.30 เมตร) ตั้งแต่ 2 เซนติเมตร ด้วยการติดหมายเลขต้น (Order tagged) วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ความสูงต้นไม้ บันทึกพิกัดของต้นไม้ในแปลง และวางแปลงชั่วคราว (Temporary plot) ขนาด 20 เมตร x 50 เมตร จำนวน 3 แปลง สำรวจพรรณไม้ทุกต้นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) ตั้งแต่ 2 เซนติเมตร โดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ความสูงต้นไม้ พร้อมระบุชนิดพืชอ้างตาม Smitinand,. (2014) สำหรับพรรณไม้ที่ไม่สามารถทำการจำแนกชนิดได้ในภาคสนาม จะทำการเก็บตัวอย่างแห้ง (Plant specimens) จำนวนชนิดละ 3 ตัวอย่าง เพื่อนำมาระบุชนิดโดยเปรียบเทียบกับพรรณไม้ที่ระบุชนิดแล้ว ในหอพรรณไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช

3) คัดเลือกพื้นที่แปลงถาวร เพื่อใช้เป็นตัวแทนศึกษาการจำแนกชั้นสังคมพืช (Plant community stratification) ด้วยการสร้างแผนภูมิชั้นเรือนยอด (Profile diagram) และแผนภูมิการปกคลุมเรือนยอด (Crown cover diagram) โดยคัดเลือกพื้นที่แปลงขนาด 10 x 50 เมตร เป็นตัวแทนการศึกษา จากนั้นแบ่งแปลงย่อยขนาด 10 x 50 เมตร เพื่อศึกษาไม้ใหญ่ (DBH $\geq$ 4.5 ซม) ด้วยการวัดขนาดความสูงทั้งหมด ความสูงกิ่งแรก และร่างรูปทรงต้นไม้ทางด้านข้าง รวมถึงวัดความกว้างเรือนยอดทั้งสี่ด้าน เพื่อสร้างแผนภาพชั้นเรือนยอดและวิเคราะห์ร้อยละการปกคลุมเรือนยอด ตามลำดับ

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ดัชนีค่าความสำคัญ (Importance value index, IVI) ดัชนีค่าความสำคัญของพรรณไม้โดยการคำนวนตาม Whittaker (1970) โดยดัชนีค่าความสำคัญของพรรรมไม้ คือ ผลรวมของค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative density, RD) ความถี่สัมพัทธ์ (Relative frequency, RF) และความเด่นสัมพัทธ์ (Relative dominance, RDo) ของแต่ละชนิดไม้

$$IVI = RF + RD + RDo$$

3.2 ดัชนีความหลากชนิด (Diversity index) ดัชนีความหลากหลายพรรณพืชใช้สมการของ Shannon-Wiener index (H') (Shannon and Weaver, 1949) ที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นดัชนีที่ใช้ชี้วัดความหลากหลายทางชีวภาพได้ดี สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} (Pi)i \ln (Pi)$$

H' = ดัชนีความหลากหลาย

Pi = สัดส่วนของจำนวนในชนิดพันธุ์ที่ i (n_i) ต่อผลรวมของจำนวนทั้งหมดทุกชนิด (N)

หรือ $Pi = \frac{n_i}{N}$,

i = 1,2,3,...,s

S = จำนวนชนิดทุกชนิดในสังคม

ln = ค่าลอการิทึมธรรมชาติ หรือ ฐาน e

3.3 มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (Above ground biomass)

นำข้อมูลขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและ ความสูงของต้นไม้ที่วัดได้ มาประเมินผลผลิตมวลชีวภาพต้นไม้ โดยใช้สมการแอลโลเมตรีของ Ogawa *et.al.* (1965) ดังนี้

สังคมพืชป่าเต็งรัง

$$WS = 0.0396 (D^2H)^{0.933}$$

$$WB = 0.00349 (D^2H)^{1.03}$$

$$WL = (28/ (WS + WB + 0.025)) -1$$

$$WT = WS + WB + WL$$

เมื่อ WS = มวลชีวภาพส่วนลำต้น (กิโลกรัม)

WB = มวลชีวภาพกิ่ง (กิโลกรัม)

WL = มวลชีวภาพใบ (กิโลกรัม)

WT = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด (กิโลกรัม)

D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (เซนติเมตร)

H = ความสูงทั้งหมดของต้นไม้ (เมตร)

3.4 การกักเก็บคาร์บอนในรูปมวลชีวภาพ

คำนวณได้จากสูตร การกักเก็บคาร์บอน (ตัน/เฮกแตร์) = มวลชีวภาพ (ตัน/เฮกแตร์) x ความเข้มข้นของคาร์บอน (ร้อยละ) ขณะที่ IPCC (2006) เสนอว่ากรณีที่ไม่ทราบค่าความเข้มข้นของคาร์บอนสามารถใช้ค่ากลาง (Default value) พรรณไม้ป่าเขตร้อนที่ได้กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 0.47 หรือร้อยละ 47 ของ น้ำหนักแห้ง

ผลและวิจารณ์

1. โครงสร้างและองประกอบพรรณไม้

ผลการสำรวจโครงสร้างป่าเพื่อตรวจสอบความหลากหลายของพรรณไม้ในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ของโครงการซึ่งมีสภาพเป็นป่าเต็งรังรุ่นสอง และมีการกันไฟป่าในช่วงฤดูแล้ง จึงส่งผลให้มีจำนวนต้นไม้ค่อนข้างหนาแน่น โดยเฉพาะต้นไม้ขนาดเล็ก (DBH < 10 ซม) ทั้งจากการใช้แปลงชั่วคราวและแปลงถาวร สำหรับพรรณไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) ตั้งแต่ 2 เซนติเมตร พบพรรณไม้ จำนวน 77 ชนิด 61 สกุล และ 32 วงศ์ มีความหนาแน่นเฉลี่ย 2,203 ต้นต่อเฮกตาร์ และพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ย 21.65 ตารางเมตรต่อเฮกตาร์ (Appendix 1) มีค่าดัชนีความหลากหลายพรรณพืช จากดัชนีของ Shannon-Weiner ค่อนข้างสูงมีค่าเท่ากับ 3.66 ชนิดไม้เด่นเมื่อพิจารณาจากดัชนีค่าความสำคัญใน 10 ลำดับแรก ได้แก่ พลวง (*Dipterocarpus tuberculatus*) ติ้วส้ม (*Cratoxylum formosum*) มะกอกเกลื้อน (*Canarium subulatum*) แดง (*Xylia xylocarpa*) มะม่วงหัวแมงวัน (*Buchanania lanzan*) กระทุ่มเนิน (*Mitragyna rotundifolia*) ยอเถื่อน (*Morinda citrifolia*) รักใหญ่ (*Gluta usitata*) เหมือดโลด (*Aporosa villosa*) และ รกฟ้า (*Terminalia alata*) มีค่าเท่ากับ 31.39, 19.70, 15.85, 15.38, 13.03, 9.65, 9.23, 9.16, 9.09 และ 8.61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และลดหลั่นกันไปในพรรณพืชชนิดอื่น ๆ (Appendix 1)

เมื่อพิจารณาโครงสร้างป่าอนุรักษ์ บริเวณโดยรอบของสวนไม้กำแพงเพชร มีการปกคลุมเรือนยอดบริเวณสวนไม้กำแพงเพชรมีการปกคลุมของเรือนยอดมีลักษณะเป็นเรือนยอดปิด (Closed canopy) มีเปอร์เซ็นต์การปกคลุมเรือนยอด 75.9 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ป่า พบกระจายอยู่บริเวณที่แห้งแล้ง ความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ หน้าดินตื้นเป็นดินกรวด สามารถจำแนกได้ค่อนข้างชัดเจนเป็น 2 ชั้นเรือนยอด (Figure 2)

เรือนยอดชั้นบน (Top canopy layer) มีความสูงเรือนยอดระหว่าง 10-17 เมตร มีพื้นที่การปกคลุมเรือนยอดมีค่าเท่ากับ 24.8 เปอร์เซ็นต์ พรรณไม้เด่น เช่น พฤกษ์ (*Albizia lebbeck*) พลวงปอขาว (*Sterculia pexa*) มะกอกเกลื้อน หว้าขี้แพะ (*Syzygium cumini*) แดง เก็ดแดง (*Dalbergia assamica*) กระทุ่มเนิน ติ้วส้ม มะพอก (*Parinari anamensis*) แสลงใจ (*Strychnos nux-vomica*) และอินทนิลบก (*Lagerstroemia macrocarpa*) เป็นต้น เรือนยอดชั้นรอง (Middle canopy layer) มีความสูงเรือนยอดน้อยกว่า 10 *obtusa*) ประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus*) รัง (*Shorea siamensis*) เหมือนโลด ยอป่า (*Merinda corela*) ส้มกบ (*Hymenodictyon orixense*) กรวยป่า (*Casearia grewiifolia*) กะเจียน (*Hubera cerasoides*) แข้งกวาง (*Wendlandia paniculata)* คำมอกหลวง (*Gardenia sootepensis)* แคชาญชัย (*Radermachera glandulosa)* ตะโกพนม (*Diospyros castanea)* ปอแก่นเทา (*Grewia eriocarpa)* พะยอม (*Shorea roxburghii)* มะม่วงหัวแมงวัน (*Buchanania lanzan)* รักใหญ่ สารภีป่า (*Anneslea fragrans)* และมะเค็ด (*Catunaregam*

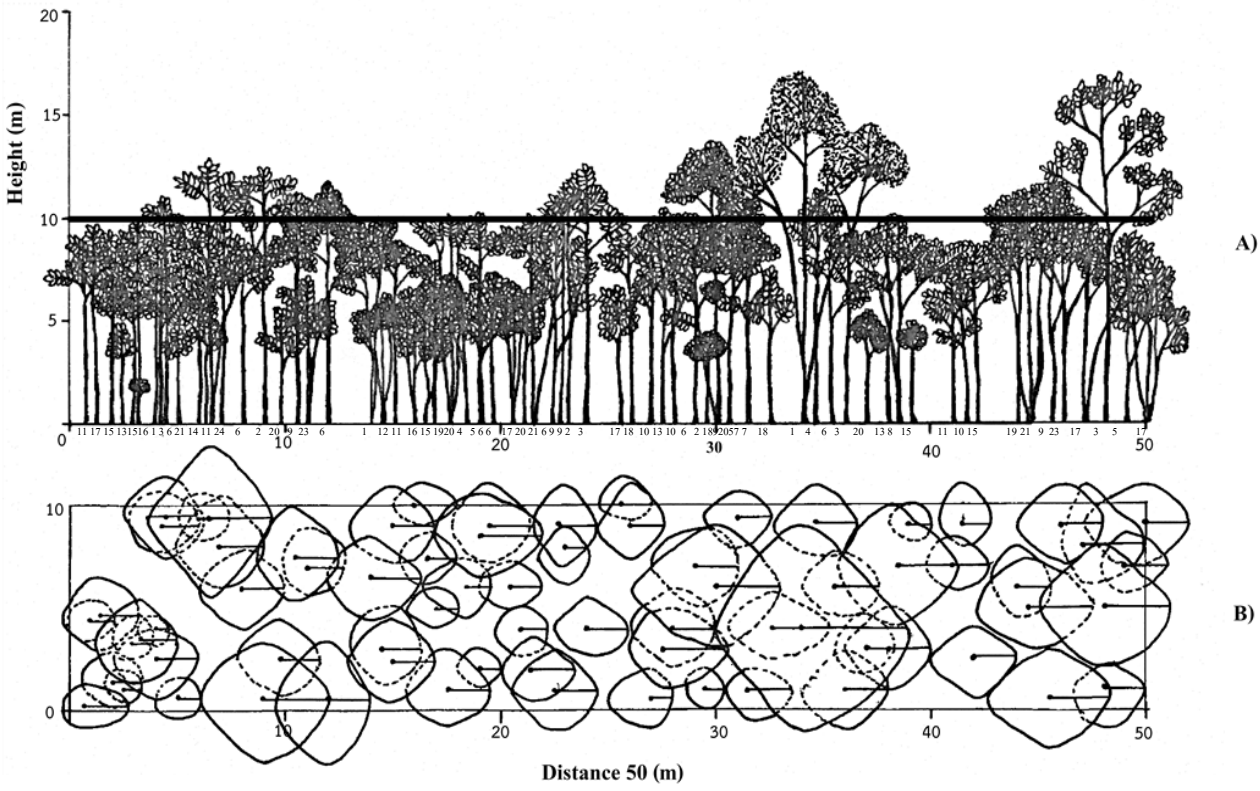

Figure 2 The stratification of deciduous dipterocarp forest at the conservation areas: (A) profile diagram and (B) crown cover diagram.

Remark ; 1) *Albizia lebbeck* 2) *Dipterocarpus tuberculatus* 3) *Sterculia pexa* 4) *Canarium subulatum* 5) *Syzygium cumini* 6) *Xylia xylocarpa* 7) *Dalbergia assamica* 8) *Shorea obtusa* 9) *Pterocarpus macrocarpus* 11) *Shorea siamensis* 12) *Aporusa villosa* 13) *Merinda corela* 14) *Hymenodictyon orixense* 15) *Casearia grewiifolia* 16) *Hubera cerasoides* 17) *Wendlandia paniculata* 18) *Gardenia sootepensis* 19) *Radermachera glandulosa* 20) *Diospyros castanea* 21) *Grewia eriocarpa* 22) *Shorea roxburghii* 23) *Buchanania lanzan*

2. การสืบต่อพันธุ์ภายในป่าอนุรักษ์

เมื่อพิจารณาการสืบต่อพันธุ์ของพรรณพืชภายในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ของสวนไม้กำแพงเพชร จากข้อมูลการสำรวจภายในแปลงชั่วคราวและแปลงถาวร โดยใช้รูปแบบการกระจายของต้นไม้ตามขนาดชั้นเส้นผ่าศูนย์กลาง (Diameter class distribution) สำหรับต้นไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ตั้งแต่ 2 ซม. (Figure 3) มีรูปแบบการกระจายเป็นแบบชี้กำลังเชิงลบ (Negative exponential growth form) หรือรูปตัวแอล (L-shape) แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ป่าอนุรักษ์สวนไม้กำแพง สามารถรักษาโครงสร้างของป่าได้อย่างสมดุล และมีการสืบต่อพันธุ์เป็นปกติตามธรรมชาติที่ดี คือมีต้นไม้ขนาดเล็กจำนวนมากที่พร้อมเจริญทดแทนเป็นไม้ใหญ่ในอนาคต เมื่อไม้ใหญ่มีล้มตายในพื้นที่ หรือมีการจัดการเอาไม้ออกไปใช้ประโยชน์ ก็ยังมีไม้รุ่นที่จะขึ้นมาทดแทนได้ (Bunyavejchewin *et al.,* 2001)

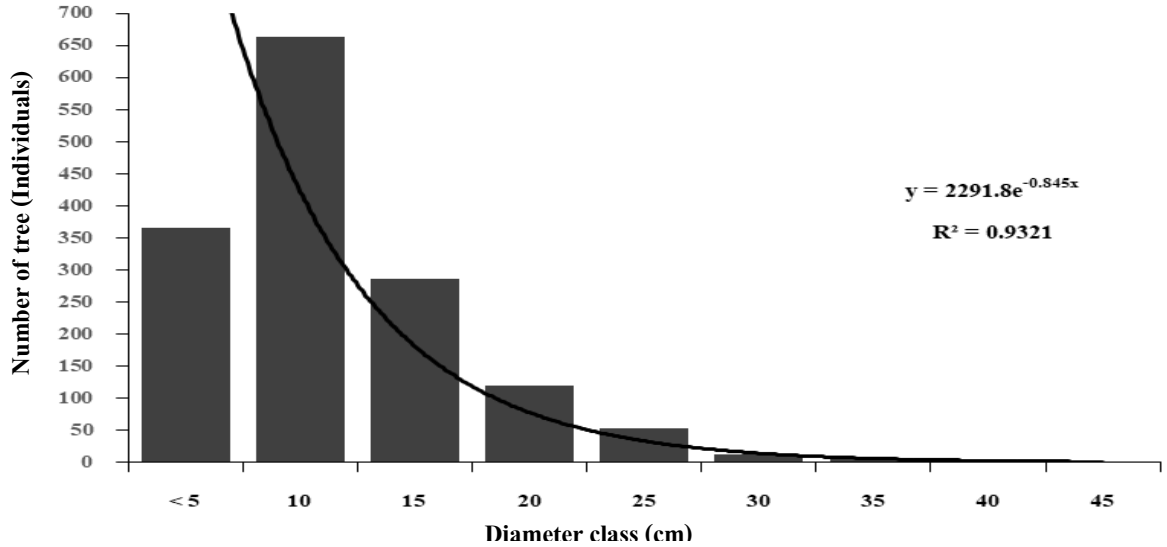

Figure 3 Total trees diameter class distribution (DBH $\geq$ 2 cm) in conservation areas

เมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตามขนาดชั้นเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกของชนิดไม้ในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ พบว่า แดง มีรูปแบบการกระจายเป็นแบบการเพิ่มขึ้นแบบชี้กำลังลบ (Negative exponential growth, NE) หรือแบบ L-Shape (Figure 4-A) แสดงให้เห็นว่าไม้ดังกล่าวมีการสืบต่อพันธุ์เป็นปกติตามธรรมชาติที่ดี คือมีต้นไม้ขนาดเล็กจำนวนมากที่พร้อมเจริญทดแทนเป็นไม้ใหญ่ในอนาคต เมื่อไม้ใหญ่มีล้มตายในพื้นที่ หรือมีการจัดการเอาไม้ออกไปใช้ประโยชน์ ก็ยังมีไม้รุ่นที่จะขึ้นมาทดแทนได้ (Bunyavejchewin *et al.,* 2001) โดยพรรณไม้ดั้งเดิมในป่าเต็งรัง เช่น พลวง (Figure 4-B) ติ้วส้ม (Figure 4-C) เต็ง (Figure 4-D) รัง (Figure 4-E) และมะม่วงหัวแมงวัน (Figure 4-F) มีรูปแบบการกระจายเป็นเป็นรูประฆังคว่ำ (Unimodal shape) แสดงให้เห็นถึงการสืบต่อพันธุ์ที่ไม่มีความต่อเนื่องของต้นไม้ในแต่ละชั้นอายุ โดยเฉพาะในไม้ขนาดเล็กที่มีจำนวนน้อยกว่ากลุ่มไม้ขนาดกลางและใหญ่ ส่งผลให้การรักษาโครงสร้างประชากรในธรรมชาติเป็นไปได้ไม่ดี อาจเป็นไปได้ว่าพืชกลุ่มนี้มีความต้องการปัจจัยแวดล้อมเฉพาะเพื่อการตั้งตัวในสภาพธรรมชาติ (Kuchler and Sawwer. 1967)

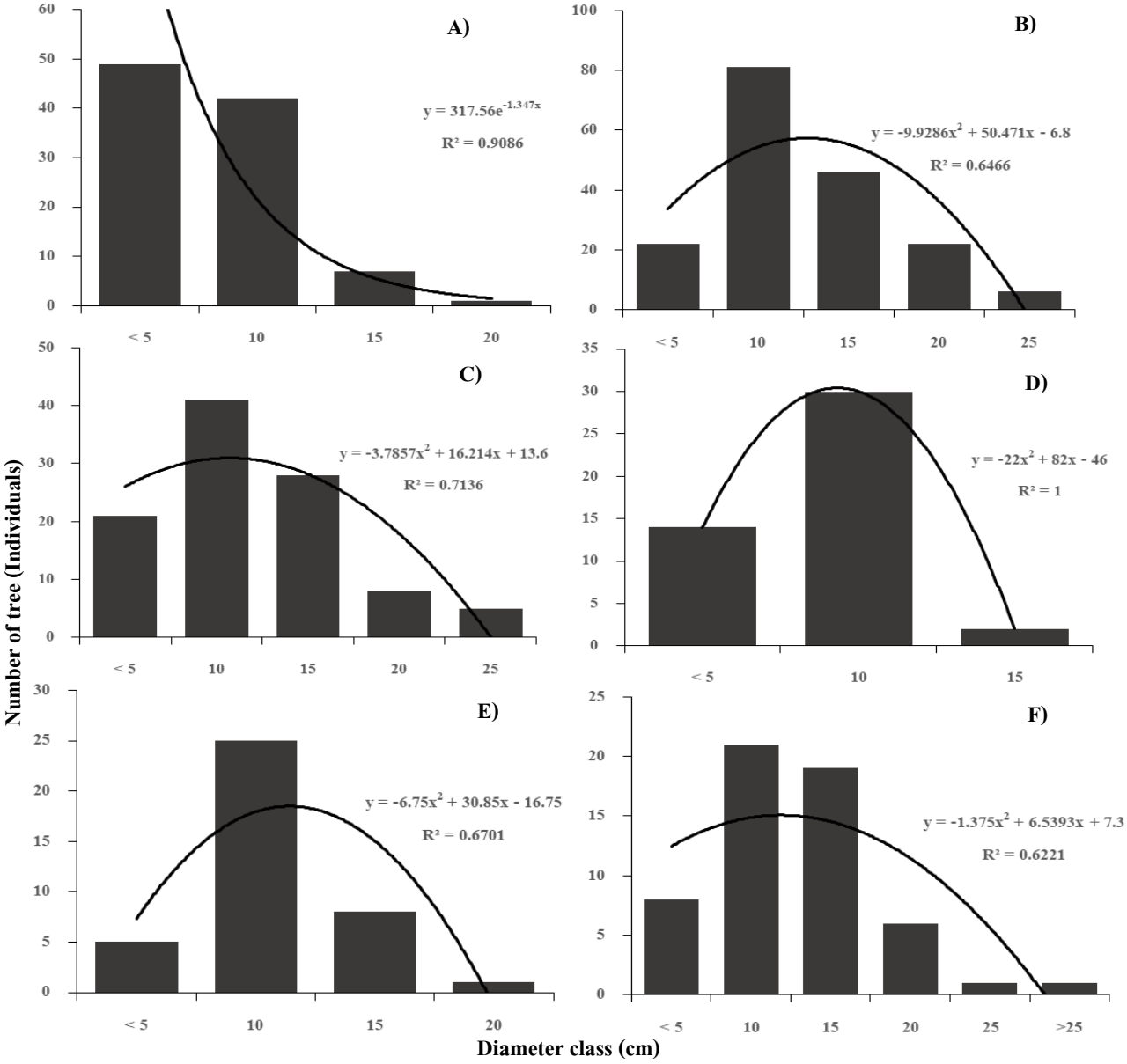

Figure 4 Diameter class distribution of some dominance trees species in conservation areas; A) *Xylia xylocarpa*, B) *Dipterocarpus tuberculatus*, C) *Cratoxylum formosum*, D) *Shorea obtusa*, E) *Shorea siamensis*, F) *Buchanania lanzan*

3. มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้ต้นและปริมาณการกักเก็บคาร์บอน

มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นไม้ในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ของสวนไม้กำแพงเพชร สำหรับต้นไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) มากกว่า 4.5 ซม. พบว่า จำนวนไม้ต้น (Tree) ทั้งหมด 1,224 ต้น มีขนาดความโตเฉลี่ยเท่ากับ 10.25 ± 5.25 ซม. และมีความสูงของต้นไม้เฉลี่ยเท่ากับ 8.41 ± 3.14 เมตร

มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นไม้ทั้งหมดในพื้นที่ป่าอนุรักษ์มีค่าเท่ากับ 16,390.39 ตันต่อพื้นที่อนุรักษ์ทั้งหมด (147.77 เฮคแตร์ หรือ 923.54 ไร่) หรือ เท่ากับ 110.92 ตันต่อเฮกแตร์ โดยชนิดต้นไม้ที่มีมวลชีวภาพรวมมากที่สุด 10 อันดับได้แก่ พลวง (14.22 ตันต่อเฮกแตร์) มะกอกเกลื้อน

(11.61 ตันต่อเฮกแตร์) ติ้วส้ม (9.70 ตันต่อเฮกแตร์) มะม่วงหัวแมงวัน (5.50 ตันต่อเฮกแตร์) กุ๊ก (4.45 ตันต่อเฮกแตร์) มะกอกป่า (3.78 ตันต่อเฮกแตร์) รักใหญ่ (3.76 ตันต่อเฮกแตร์) มะพอก (3.53 ตันต่อเฮกแตร์) ยอเถื่อน (3.51 ตันต่อเฮกแตร์) และพฤกษ์ (3.24 ตันต่อเฮกแตร์) ตามลำดับ ส่วนชนิดไม้อื่น ๆ มีมวลชีวภาพเหนือพื้นดินลดหลั่นกันลงไป (Appendix 1)

เมื่อพิจารณาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้เหนือพื้นดินทั้งหมดในพื้นที่ป่าอนุรักษ์มีค่าเท่ากับ 7,703.48 ตันคาร์บอนต่อพื้นที่อนุรักษ์ทั้งหมด (147.77 เฮคแตร์) หรือ เท่ากับ 52.13 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์ ชนิดต้นไม้ที่มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนรวมมากที่สุด 10 อันดับ ได้แก่ พลวง 6.68 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์ มะกอกเกลื้อน (5.46 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์) ติ้วส้ม (4.56 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์) มะม่วงหัวแมงวัน (2.58 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์) กุ๊ก (2.09 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์) มะกอกป่า (1.78 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์) รักใหญ่ (1.77 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์) มะพอก (1.66 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์) ยอเถื่อน (1.65 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์) และพฤกษ์ (1.62 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์) ตามลำดับ ส่วนชนิดไม้อื่น ๆ มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้เหนือพื้นดินลดหลั่นกันลงไป (Appendix 1)

เมื่อพิจารณาผลผลิตรวมมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและการกักเก็บคาร์บอนของป่าเต็งรังบริเวณพื้นที่ป่าอนุรักษ์ของสวนไม้กำแพงเพชร มีค่าค่อนข้างสูงกว่า (110.92 ตันต่อเฮกแตร์ และ 52.13 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและการกักเก็บคาร์บอนของป่าเต็งรังในพื้นที่อื่น ๆ พบว่ามีความผันแปรระหว่างพื้นที่ จากรายงานของ Nilkeaw and Arsanok (2015) พบว่าป่าเต็งรังบริเวณมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ที่มีค่าเท่ากับ 98.00 ตันต่อเฮกแตร์ และ 46.06 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าในพื้นที่ศึกษาครั้งนี้ อย่างไรก็ตามกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่อนุรักษ์ในเขตป่าเศรษกิจแห่งนี้มีค่าน้อยกว่าบริเวณป่าเต็งรังบริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ จังหวัดเชียงใหม่ ที่มีความแปรผันของมวลชีวภาพ และการกักเก็บคาร์บอนอยู่ระหว่าง 123.38 ตันต่อเฮกแตร์และ 60.94 ตันต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ (Chaiwong *et al.,* 2013) และรวมถึงในป่าเต็งรังที่เป็นป่าชุมชน ตำบลแม่ทา อำเภอแม่ออน จังหวัดเชียงใหม่ ที่มีค่ามวลชีวภาพของพรรณไม้ค่อนข้างสูง (125.49 ตันต่อเฮกแตร์) และคิดเป็นการกักเก็บคาร์บอนเท่ากับ 72.18 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์ (Phongkhamphanh *et al*., 2015) เนื่องจากพื้นที่ป่าเต็งรังบริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ มีการฟื้นตัวจนใกล้เคียงกับป่าธรรมชาติเดิม ขณะที่ป่าเต็งรังในป่าชุมชนตำบลแม่ท่านั้น มีการอนุรักษ์และดูแลโครงสร้างป่าให้ปลอดการรบกวนตามกติการของการใช้ประโยชน์ป่าชุมชนได้เป็นอย่างดี แสดงให้เห็นว่าป่าเต็งรังพื้นที่ป่าอนุรักษ์ของสวนไม้กำแพงเพชรกำลังอยู่ในช่วงของการทดแทนจำเป็นต้องมีมาตรการจัดการพื้นที่เพื่อส่งเสริมการเพิ่มจำนวนต้นไม้และการเติบโตของต้นไม้ ซึ่งสามารถใช้เป็นแหล่งพื้นที่ป่าเพื่อการกักเก็บคาร์บอนในการลดผลกระทบอันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต รวมถึงการรักษาผืนป่าแห่งนี้ไว้ย่อมเป็นการส่งเสริมให้เกิดการอนุรักษ์ผืนป่าไว้เป็นทุนทางทรัพยากรธรรมชาติ (Natural resource

capital) เพื่อศักยภาพการใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพในอนาคต รวมถึงการบริการด้านการควบคุมของนิเวศวิทยาบริการ โดยเฉพาะการกักเก็บคาร์บอนและการลดปริมาณ CO_2 ที่ผืนป่าแห่งนี้จะช่วยเก็บกักได้มากขึ้น นอกจากนี้การจัดการพื้นที่อนุรักษ์ที่ดีสามารถช่วยฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของดิน และช่วยในการกักเก็บคาร์บอนภายในดินอีกรูปแบบหนึ่ง อันจะมีส่วนช่วยให้เกิดการลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ปกป้องระบบดินและน้ำ ตลอดจนเป็นแหล่งอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพในอนาคต (Bennet, 2008)

สรุป

พื้นที่ป่าอนุรักษ์ภายในสวนไม้ จัดเป็นป่าเต็งรังรุ่นสอง ที่ผ่านการถูกรบกวนจากชุมชนในบริเวณพื้นที่รอบข้างและอยู่ระหว่างการทดแทน มีพื้นที่หน้าตัดและความหนาแน่นของต้นไม้ (DBH $\geq$ 2 ซม) เท่ากับ 21.65 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ และ 2,203 ต้นต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ มีระดับความหลากหลายทางชีวภาพค่อนข้างสูง ($H^{/}$ = 3.66) มวลชีวภาพเหนือพื้นดินและการกักเก็บคาร์บอนของพรรณไม้ใหญ่ (DBH $\geq$ 4.5 ซม) เท่ากับ 16,390.39 ตัน และ 52.13 ตันคาร์บอน ตามลำดับ ดังนั้น การอนุรักษ์ผืนป่าแห่งนี้ไว้ ให้มีการฟื้นตัวหรือทดแทนเข้าสู่สังคมถาวรได้เร็วขึ้น ย่อมเป็นการส่งเสริมให้มีการกักเก็บคาร์บอนได้มากขึ้น นอกเหนือจากการตั้งตัวของชนิดไม้ดั้งเดิมซึ่งถือว่าเป็นทุนทางทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญ ที่มีส่วนช่วยให้มีการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และช่วยสนับสนุนนโยบายการสร้างความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon neutral) ในประเทศต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่องนี้ได้การสนับสนุนจากบริษัท สยาม ฟอเรส ทรี จำกัด ผ่านกรรมการผู้จัดการบริษัท คุณมหาศาล ธีรวรุตม์ และพนักงานบริษัทฯ ทุกท่าน ขอขอบคุณสมาชิกห้องปฏิบัติการนิเวศวิทยาป่าไม้ ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลภาคสนาม

เอกสารอ้างอิง

Bennett, A. J. 2008. **Sustainable Land Use: Interdependence between Forestry and Agriculture**. National Digital Library of India. Available source: http://www.metla.fi/iufro/iufro95abs/key3.htm, November 2, 2021

Bunyavejchewin, S., P.J. Baker, J.V. Lafrankie and P.S. Ashton. 2001. Stand structure of a seasonal dry evergreen forest at Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, western Thailand. **Natural History Bulletin of the Siam Society**. 49: 89 – 106.

Chaiwong, C., S. Khamyong, N. Anongrak, P. Wangphakhaphatthanawong, and S. Paramee, 2013. Carbon storage assessment in difference forest communities at Huai Hong Khrai Royal Development Study Center, Chiang Mai province pp. 136-144. *In* **Proceedings of the 2nd Thailand Forest Ecological Research Network (T-FERN).** (in Thai)

IPCC. 2006. **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. International Panel on Climate Change, Japan.

Küchler, A. W., and J. O Sawyer, J. O. 1967. A study of the vegetation near Chiangmai, Thailand. **Transactions of the Kansas Academy of Science** 70(3): 281-348.

Marod, D., and U. Kutintara. 2009. **Forest Ecology**. Bangkok, Thailand: department of Forest Biology. Faculty of Forestry, Kasetsart University, (in Thai)

Nilkeaw, S. and L. Arsanok, 2015. Vegetation structure and carbon storage evaluation in natural forest at Maejo University Phrae campus pp. 108-114. *In* **Proceedings of the 5nd Thailand Forest Ecological Research Network (T-FERN).** (in Thai)

Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning. 2016. **Annual Report 2016**. Available source: https:/www.onep.go.th/ebook/annualreport/annualreport2016.pdf, November 2, 2021. (in Thai)

Ogawa, H., K. Yoda, K. Ogino and T. Kira. 1965. Comparative Ecological Study on Three Main Type of Forest Vegetation in Thailand II Plant Biomass. **Nature and Life in Southeast Asia** 4: 49-80.

Phongkhamphanh, T., S. Khamyong and K. Sringernyuang. 2015. Comparison on Tree Height-Stem Diameter Allometric Equations and Biomass Carbon Estimation of Two Dry Dipterocarp Forests in Northern Thailand. **Khon Kean University Science Journal** 46(3): 546-559.

Royal Forest Department. 2021. **Project for preparing information on the condition of forest areas 2020**. Available source: https://shorturl.asia/VpseF, November 3, 2021. (in Thai).

Timilsina, N., C. L. Staudhammer, F. J. Escobedo, and A. Lawrence. 2014. Tree biomass, wood waste yield, and carbon storage changes in an urban forest. **Landscape and Urban Planning** 127, 18-27.

Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization). 2015. **A reference manual for the development of the Voluntary Greenhouse Gas Reduction Project according to the standards of Thailand in the forest and agriculture sector**. Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization), Nonthaburi Province (in Thai)

Smitinand, T. 2014. **Thai Plant Names** (Revision). The Forest Herbarium. Royal Forest Department, Bangkok.

Shannon, C. E, and W. Weaver. 1949. **The Mathematical Theory of Communication**. Illinois, United States of America: University of Illinois Press.

Whittaker, R.H. 1975. **Communities and Ecosystem (**2nd eds). McMil Publicaion, New York.

Appendix 1 Species list based on IVI in Conservation Areas of Kamphaeng Phet Plantation; Density (D), Basal area (BA), Above Ground Biomass **(**AGB**),**

No	Thai name	Scientific name	Family	Density (ind.ha^{-1})	Do (m^{2}.ha^{-1})	AGB (tons.ha^{-1})	Carbon Storage (ton C.ha^{-1})	IVI (%)
1	พลวง	*Dipterocarpus tuberculatus* Roxb.	Dipterocarpaceae	2.80	282	14.22	6.68	31.39
2	ติ้วส้ม	*Cratoxylum formosum* (Jacq.) Benth. & Hook. f.	Hypericaceae	1.72	165	9.70	4.56	19.70
3	มะกอกเกลื้อน	*Canarium subulatum* Guillaumin	Burseraceae	1.91	70	11.61	5.46	15.85
4	แดง	*Xylia xylocarpa* (Roxb.) W. Theob. var. xylocarpa	Fabaceae	0.49	157	1.79	0.84	15.38
5	มะม่วงหัวแมงวัน	*Buchanania lanzan* Spreng.	Anacardiaceae	1.14	90	5.50	2.58	13.03
6	กระทุ่มเนิน	*Mitragyna rotundifolia* (Roxb.) Kuntze	Rubiaceae	0.44	80	1.79	0.84	9.65
7	ยอเถื่อน	*Morinda citrifolia* L.	Rubiaceae	0.77	53	3.51	1.65	9.23
8	รักใหญ่	*Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou	Anacardiaceae	0.75	60	3.76	1.77	9.16
9	เหมือดโลด	*Aporosa villosa* (Wall. ex Lindl.) Baill.	Phyllanthaceae	0.49	78	1.61	0.75	9.09
10	รกฟ้า	*Terminalia alata* B. Heyne ex Roth	Combretaceae	0.37	83	1.40	0.66	8.61
11	เต็ง	*Shorea obtusa* Wall. ex Blume	Dipterocarpaceae	0.25	75	0.74	0.35	7.82
12	รัง	*Shorea siamensis* Miq.	Dipterocarpaceae	0.36	65	1.35	0.63	7.75
13	สารภีป่า	*Anneslea fragrans* Wall.	Pentaphylacaceae	0.35	63	1.26	0.59	7.32
14	กุ๊ก	*Lannea coromandelica* (Houtt.) Merr.	Anacardiaceae	0.72	33	4.45	2.09	6.68
15	ขว้าว	*Haldina cordifolia* (Roxb.) Ridsdale	Rubiaceae	0.51	33	3.04	1.43	5.71
16	แสลงใจ	*Strychnos nux-vomica* L.	Loganiaceae	0.24	48	0.94	0.44	5.57
17	มะพอก	*Parinari anamensis* Hance	Chrysobalanaceae	0.64	20	3.53	1.66	5.14
18	เก็ดดำ	*Dalbergia cultrata* Graham ex Benth.	Fabaceae	0.55	37	3.20	1.50	5.05
19	มะกอกป่า	*Spondias bipinnata* Airy Shaw & Forman	Anacardiaceae	0.62	20	3.78	1.78	4.76
20	แคหัวหมู	*Markhamia stipulata* (Wall.) Seem. var. stipulata	Bignoniaceae	0.34	48	1.69	0.79	4.61
21	แหนนา	*Terminalia glaucifolia* Craib	Combretaceae	0.41	18	2.80	1.31	3.86
22	ตะแบกเลือด	*Terminalia mucronata* Craib & Hutch.	Combretaceae	0.14	28	0.51	0.24	3.81
23	หว้าขี้แพะ	*Syzygium cumini* (L.) Skeels	Myrtaceae	0.23	22	0.96	0.45	3.77
24	กรวยป่า	*Casearia grewiifolia* Vent.	Salicaceae	0.14	28	0.70	0.33	3.66
25	คำมอกหลวง	*Gardenia sootepensis* Hutch.	Rubiaceae	0.27	17	1.40	0.66	3.45
26	ยอป่า	*Morinda coreia* Buch.-Ham.	Rubiaceae	0.25	20	1.07	0.50	3.33
27	ปอขาว	*Sterculia pexa* Pierre	Malvaceae	0.26	18	1.58	0.74	3.31
28	เต็งหนาม	*Bridelia retusa* (L.) A. Juss.	Phyllanthaceae	0.16	20	0.70	0.33	3.21
29	คำมอกน้อย	*Gardenia obtusifolia* Roxb. ex Hook. f.	Rubiaceae	0.08	23	0.21	0.10	3.15

Appendix 1 (continued)

No	Thai name	Scientific name	Family	Density (ind.ha^{-1})	Do (m^{2}.ha^{-1})	AGB (tons.ha^{-1})	Carbon Storage (ton C ha^{-1})	IVI (%)
30	พะยอม	*Shorea roxburghii* G. Don	Dipterocarpaceae	0.12	30	0.42	0.20	3.06
31	ตะโกพนม	*Diospyros castanea* (Craib) H. R. Fletcher	Ebenaceae	0.11	25	0.40	0.19	2.91
32	ประดู่ป่า	*Pterocarpus macrocarpus* Kurz	Fabaceae	0.21	15	1.41	0.66	2.91
33	แคทราย	*Stereospermum fimbriatum* (Wall. ex G. Don) A. DC.	Bignoniaceae	0.18	20	0.90	0.42	2.88
34	กะเจียน	*Hubera cerasoides* (Roxb.) Chaowasku	Annonaceae	0.11	23	0.48	0.23	2.83
35	มะค่าแต้	*Sindora siamensis* Teijsm. ex Miq. var. siamensis	Fabaceae	0.22	20	0.95	0.45	2.76
36	รัก Sp.	*Gluta* sp.	Anacardiaceae	0.14	17	0.65	0.30	2.53
37	เก็ดแดง	*Dalbergia assamica* Benth.	Fabaceae	0.11	18	0.45	0.21	2.48
38	ตับเต่าต้น	*Diospyros ehretioides* Wall. ex G. Don	Ebenaceae	0.15	15	0.71	0.33	2.36
39	พฤก	*Albizia lebbeck* (L.) Benth.	Fabaceae	0.41	3	3.24	1.52	2.32
40	ตะคร้อ	*Schleichera oleosa* (Lour.) Merr.	Sapindaceae	0.05	18	0.15	0.07	2.07
41	ส้มกบ	*Hymenodictyon orixense* (Roxb.) Mabb.	Rubiaceae	0.08	15	0.32	0.15	2.05
42	มะเค็ด	*Catunaregam tomentosa* (Blume ex DC.) Tirveng.	Rubiaceae	0.06	17	0.17	0.08	2.03
43	ยมหิน	*Chukrasia tabularis* A. Juss.	Meliaceae	0.16	10	0.99	0.46	2.03
44	ปอแก่นเทา	*Grewia eriocarpa* Juss.	Malvaceae	0.07	15	0.27	0.13	2.00
45	ส้านใหญ่	*Dillenia obovata* (Blume) Hoogland	Dilleniaceae	0.16	8	0.90	0.42	1.84
46	สมอไทย	*Terminalia chebula* Retz. var. chebula	Combretaceae	0.08	12	0.36	0.17	1.60
47	กางขี้มอด	*Albizia odoratissima* (L. f.) Benth.	Fabaceae	0.12	10	0.75	0.35	1.59
48	ตะคอง	*Ziziphus cambodiana* Pierre	Rhamnaceae	0.18	7	0.88	0.41	1.55
49	ขางหัวหมู	*Miliusa velutina* (Dunal) Hook. f. & Thomson	Annonaceae	0.08	13	0.34	0.16	1.54
50	มะดูก	*Siphonodon celastrineus* Griff.	Celastraceae	0.07	13	0.23	0.11	1.51
51	ช้างน้าว	*Ochna integerrima* (Lour.) Merr.	Ochnaceae	0.04	10	0.15	0.07	1.51
52	ฉนวน	*Dalbergia nigrescens* Kurz	Fabaceae	0.13	17	0.65	0.31	1.51
53	แข้งกวาง	*Wendlandia paniculata* (Roxb.) DC.	Rubiaceae	0.16	7	0.96	0.45	1.46
54	กาสามปีก	*Vitex peduncularis* Wall. ex Schauer	Lamiaceae	0.12	7	0.77	0.36	1.42
55	อินทนิลบก	*Lagerstroemia macrocarpa* Wall. ex Kurz	Lythraceae	0.07	10	0.36	0.17	1.21
56	ชิงชัน	*Dalbergia oliveri* Gamble ex Prain	Fabaceae	0.04	8	0.23	0.11	1.13
57	เหมือดจี้	*Memecylon scutellatum* (Lour.)	Melastomataceae	0.07	7	0.22	0.10	1.08
58	มะหาด	*Artocarpus thailandicus* C. C. Berg	Moraceae	0.07	5	0.35	0.16	0.96
59	Ficus Sp.	*Ficus* Sp.	Moraceae	0.14	2	0.72	0.34	0.89

Appendix 1 (continued)

No	Thai name	Scientific name	Family	Density (ind./ha^{-1})	Do (m^2/ha^{-1})	AGB (tons/ha^{-1})	Carbon Storage (ton C /ha^{-1})	IVI (%)
60	สะเดา	*Azadirachta indica* A. Juss.	Meliaceae	0.10	3	0.59	0.28	0.88
61	สะแกแสง	*Cananga brandisiana* (Pierre) I. M. Turner	Annonaceae	0.09	3	0.44	0.21	0.86
62	กัดลิ้นลิง	*Walsura robusta* Roxb.	Meliaceae	0.01	5	0.03	0.01	0.70
63	ปีบ	*Millingtonia hortensis* L. f.	Bignoniaceae	0.04	5	0.18	0.08	0.69
64	แครกฟ้า	*Heterophragma sulfureum* Kurz	Bignoniaceae	0.04	5	0.15	0.07	0.68
65	มะขามป้อม	*Phyllanthus emblica* L.	Phyllanthaceae	0.04	3	0.14	0.07	0.62
66	กระโดน	*Careya arborea* Roxb.	Lecythidaceae	0.08	2	0.47	0.22	0.59
67	ขี้อ้าย	*Terminalia nigrovenulosa* Pierre	Combretaceae	0.02	3	0.08	0.04	0.53
68	เม่าไข่ปลา	*Antidesma ghaesembilla* Gaertn.	Phyllanthaceae	0.02	3	0.08	0.04	0.52
69	ตะแบกเกรียบ	*Lagerstroemia cochinchinensis* Pierre.	Lythraceae	0.02	3	0.09	0.04	0.52
70	งิ้วป่า	*Bombax anceps P*ierre	Malvaceae	0.06	2	0.27	0.13	0.49
71	ตะขบป่า	*Flacourtia indica* (Burm. f.) Merr.	Salicaceae	0.02	2	0.08	0.04	0.32
72	ฝีหมอบ	*Beilschmiedia roxburghiana* Nees	Lauraceae	0.02	2	0.06	0.03	0.30
73	คำรอก	*Ellipanthus tomentosus* Kurz	Connaraceae	0.01	2	0.06	0.03	0.28
74	หนามแท่ง	*Catunaregam tomentosa* (Blume ex DC.) Tirveng.	Rubiaceae	0.01	2	0.02	0.01	0.25
75	ก่อแซะ	*Anacolosa ilicoides* Mast.	Olacaceae	0.01	2	0.01	0.01	0.24
76	โมกมัน	*Wrightia arborea* (Dennst.) Mabb.	Apocynaceae	0.01	2	0.01	0.01	0.24
77	แคชาญชัย	*Radermachera glandulosa* (Blume) Miq.	Bignoniaceae	0.00	2	-	-	0.23
				21.65	**2,203**	**110.92**	**52.13**	**300.00**