

นิพนธ์ต้นฉบับ

การประเมินมูลค่าคาร์บอนที่กักเก็บในไม้ยืนต้นของป่าชุมชนเขาวง จังหวัดชัยภูมิ
Valuation of Carbon Stock in Trees at Khao Wong Community Forest,
Chaiyaphum Province

เกษราภรณ์ อุ่นเกิด*
พสุธา สุนทรห้าว
ลดาวลัย พวงจิตร

Kessaraporn Ounkerd*
Pasuta Sunthornhao
Ladawan Puangchit

คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

* Corresponding Author, E-mail: kes_ku16@hotmail.com

รับต้นฉบับ 1 กรกฎาคม 2557

รับลงพิมพ์ 23 กรกฎาคม 2557

ABSTRACT

The objectives of the study were to determine the species and density of tree, biomass, carbon stocks and valuation of carbon stock in trees at Khao Wong community forest, Chaiyaphum province. The study was employed stratified random sampling by trees density namely high, moderated and low. Hence, the 1 temporary sample plots of 40 m x 40 m, were laid out in each of the 2 given managerial zone of Khao Wong community forest, namely conserved forest and utilized forest. Therefore, the total number of sample plot were 6 plots. The following data were collected, including tree species, diameter at breast height (DBH) of every trees with their DBH are equal or over than 4.5 cm, and total height of trees. The data to estimate the biomass above ground and below ground, carbon stocks, absorb carbon dioxide and valuation of carbon stocks.

Results of the study indicated that in the zone of conserved forest there were 43 tree species and density of 133 tree/rai with total biomass of 84,182.06 tons, carbon stock of 39,565.57 tC this absorbs carbon dioxide of 145,086.93 tCO₂ and with the value of carbon stock 153,792,150 Baht. While, in the zone of utilized forest there were 49 tree species and density of 151 tree/rai with total biomass of 74,222.74 tons, this converted to carbon stock of 34,884.69 tC, or absorbed carbon dioxide of 127,922.15 tCO₂ and the value of carbon stock 135,597,477 Baht. Thus, the total value of carbon stock at Khao Wong community forest will be 289,389,627 Baht. (Based on the interest rate of 6 percent per year and the trading carbon price of 1,000 baht/tCO₂)

Keywords: Valuation, Carbon Stock, Dry Dipterocarp Forest, Khao Wong Community Forest

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดและความหนาแน่นของพรรณไม้ มวลชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอน และประเมินมูลค่าคาร์บอนที่กักเก็บในไม้ยืนต้นบริเวณป่าชุมชนเขาวง จังหวัดชัยภูมิ โดยใช้วิธีการสุ่มแบบจำแนกชั้น ตามความหนาแน่นของหมู่ไม้ มาก ปานกลาง และน้อย ในโซนป่าอนุรักษ์ และป่าเพื่อการใช้ประโยชน์ วางแปลงตัวอย่างชั่วคราวขนาด 40×40 เมตร จำนวน 1 แปลง ในแต่ละชั้นของแต่ละโซน ดังนั้น จำนวนแปลงตัวอย่างทั้งหมดมีจำนวนทั้งสิ้น 6 แปลง ทำการเก็บข้อมูลพรรณไม้ทุกต้นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไป และความสูงทั้งหมดของต้นไม้เพื่อนำข้อมูลไปประเมินหาปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและใต้พื้นดิน ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน ปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และประเมินมูลค่าการกักเก็บคาร์บอน

ผลการศึกษา พบว่า ป่าชุมชนเขาวง บริเวณป่าเพื่อการอนุรักษ์พบพรรณไม้ 43 ชนิด ความหนาแน่นของพรรณไม้ 133 ต้น/ไร่ มีปริมาณมวลชีวภาพทั้งหมด 84,182.06 ตัน ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน 39,565.57 ตันคาร์บอน คิดเป็นปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 145,086.93 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ และมีมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนเท่ากับ 153,792,150 บาท ส่วนป่าชุมชนเขาวงบริเวณป่าเพื่อการใช้ประโยชน์พบพรรณไม้ 49 ชนิด ความหนาแน่นของพรรณไม้ 151 ต้น/ไร่ มีปริมาณมวลชีวภาพทั้งหมด 74,222.74 ตัน ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน 34,884.69 ตันคาร์บอน คิดเป็นปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 127,922.15 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ และมีมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนเท่ากับ 135,597,477 บาท ดังนั้นมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนของไม้ยืนต้นทั้งหมดของป่าชุมชนเขาวง จังหวัดชัยภูมิ เท่ากับ 289,389,627 บาท ที่ระดับอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 6 ต่อปี ณ ราคาซื้อขายสูงสุด 1,000 บาท/ตันคาร์บอนไดออกไซด์

คำสำคัญ: การประเมินมูลค่า การกักเก็บคาร์บอน ป่าเต็งรัง ป่าชุมชนเขาวง

คำนำ

ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องสาเหตุมาจากความต้องการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่เพิ่มตามจำนวนประชากร มีการบุกรุกทำลายป่าเพื่อเตรียมพื้นที่เกษตรกรรม และการลักลอบตัดไม้เพื่อการค้า ทำให้พื้นที่ป่าไม้ลดน้อยลงไปเรื่อยๆ จากสถิติกรมป่าไม้ นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2504 พื้นที่ป่าไม้มีสภาพป่าร้อยละ 53 ของพื้นที่ประเทศจนถึงปี พ.ศ. 2552 เหลือพื้นที่ที่มีสภาพป่าเพียงร้อยละ 33.44 ของพื้นที่ประเทศ (Royal Forest Department, 2009) สาเหตุดังกล่าว ทำให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน และส่งผลกระทบต่อต่างๆ โดยมีการคาดการณ์ว่าในช่วงปี พ.ศ. 2533-2643 อุณหภูมิเฉลี่ยผิวโลกจะสูงขึ้นประมาณ 1.1-6.4 องศาเซลเซียส ส่งผลให้ระดับน้ำทะเลสูงขึ้นประมาณ 1.5-95 เซนติเมตร โดยมีค่าประมาณปานกลางที่ 50 เซนติเมตร ภายในปี พ.ศ. 2643

และเพิ่มความถี่ของการเกิดพายุที่มีขนาดความรุนแรงเกิดขึ้นบ่อยครั้ง (Intergovernmental Panel on Climate Change; IPCC, 2007) ในปัจจุบันภาวะโลกร้อนกำลังเป็นปัญหาที่ประชาคมโลกให้ความสนใจและมีความวิตกกังวลกันอย่างกว้างขวางจึงก่อให้เกิดกระแสการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้และตระหนักถึงความสำคัญของป่าไม้ที่มีบทบาทในการช่วยดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศมาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงและกักเก็บคาร์บอนไว้ในมวลชีวภาพของต้นไม้ เนื่องจากในมวลชีวภาพของต้นไม้มีปริมาณคาร์บอนสะสมประมาณร้อยละ 47 ของน้ำหนักแห้ง (IPCC, 2006) ดังนั้น ในการลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ ต้องลดการตัดไม้ทำลายป่าและรักษาพื้นที่ป่าเดิมให้คงอยู่พร้อมกับสนับสนุนการปลูกป่าเพิ่มเติม

ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของป่าชุมชนเขาวงซึ่งมีพื้นที่ทั้งหมด 4,428 ไร่ มีสภาพเป็นป่าเต็งรังตั้งอยู่ที่ตำบลวังตะเฒ่า อำเภอหนองบัวระเหว จังหวัดชัยภูมิ มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของประชาชน

ในชุมชน ได้แก่ เป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนและแหล่งผลิตออกซิเจน ช่วยรักษาสมดุลของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เป็นแหล่งผลิตไม้พื้น อาหาร สมุนไพร และเป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร ในปัจจุบันมีประชาชนเข้าไปใช้ประโยชน์มากขึ้น เช่น การเก็บหาของป่า มีการลักลอบตัดไม้มาใช้ประโยชน์ และมีการบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อทำการเกษตร เป็นสาเหตุทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของป่าชุมชนเขาวงเริ่มลดน้อยลง พื้นที่ป่าไม้เริ่มเสื่อมโทรม (Chaiyaphum Forestry Center, 2011) การศึกษาชนิดและความหนาแน่นของพรรณไม้ ปริมาณมวลชีวภาพ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน และมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนของป่าชุมชนเขาวง จังหวัดชัยภูมิ เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเสนอแนะหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการจัดการทรัพยากรป่าไม้ในพื้นที่ให้สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างยั่งยืนต่อไป

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดและความหนาแน่นของพรรณไม้ ปริมาณมวลชีวภาพ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนและประเมินมูลค่าคาร์บอนที่กักเก็บอยู่ในมวลชีวภาพของไม้ยืนต้นบริเวณป่าชุมชนเขาวง จังหวัดชัยภูมิ

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

ป่าชุมชนเขาวง ตั้งอยู่ที่ตำบลวังตะเฒ่า อำเภอหนองบัวระเหว จังหวัดชัยภูมิ มีเนื้อที่ 4,428 ไร่ จำนวน

$$\text{ความหนาแน่น} = \frac{\text{จำนวนต้นไม้ทั้งหมดของชนิดพรรณไม้ที่ปรากฏในแปลงตัวอย่าง}}{\text{พื้นที่ทั้งหมดของแปลงตัวอย่างที่สำรวจ}} \quad (1)$$

2. กำหนดหาปริมาณมวลชีวภาพของไม้ยืนต้นเป็นรายต้นโดยใช้สมการแอลโลเมตรีที่ใช้ในการกำหนดหาปริมาณมวลชีวภาพของต้นไม้ในป่าเต็งรังของ Ogino *et al.* (1964) หาได้ดังสมการที่ (2)-(5)

$$\log w_S = 2.50913 \log D - 0.94402 \quad (2)$$

$$\log w_B = 1.81022 \log D - 1.98034 \quad (3)$$

$$\log w_L = 1.81022 \log D - 1.41128 \quad (4)$$

$$\text{และ } w_T = w_S + w_B + w_L \quad (5)$$

เป็น โชนป่าอนุรักษ์ เนื้อที่ 2,000 ไร่ โชนป่าใช้ประโยชน์ เนื้อที่ 2,428 ไร่ มีสภาพเป็นป่าเต็งรัง ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2557 รวมระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาจำนวน 6 เดือน

การวางแผนตัวอย่างและการเก็บข้อมูล

ใช้วิธีการสุ่มแบบจำแนกชั้น (stratified random sampling) ตามความหนาแน่นของหมู่ไม้ ปานกลางและน้อย ในโชนป่าอนุรักษ์ และโชนป่าเพื่อการใช้ประโยชน์ วางแปลงตัวอย่างชั่วคราวขนาด 40×40 เมตร จำนวน 1 แปลง ในแต่ละชั้นของแต่ละโชน ดังนั้นจำนวนแปลงตัวอย่างมีทั้งหมด 6 แปลง ในแต่ละแปลงทำการวางแผนย่อยขนาด 10×10 เมตร ซึ่งจะได้แปลงย่อยทั้งหมดจำนวน 16 แปลง ทำการเก็บข้อมูลพรรณไม้ทุกต้นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไปและความสูงทั้งหมดของต้นไม้ พร้อมกับบันทึกชนิด และจำนวนต้นไม้

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. กำหนดหาความหนาแน่น

ความหนาแน่น (density) คือ จำนวนต้นไม้ทั้งหมดของชนิดพรรณไม้ที่ปรากฏในแปลงตัวอย่างต่อหน่วยพื้นที่ที่ทำการสำรวจ (Clapham, 1932) หาได้ดังสมการที่ (1)

โดยที่ w_S = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็นลำต้น (กิโลกรัม)

w_B = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็นกิ่ง (กิโลกรัม)

w_L = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็นใบ (กิโลกรัม)

D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)

w_T = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด (กิโลกรัม)

3. คำนวณหาปริมาณมวลชีวภาพใต้พื้นดินสามารถหาได้จากอัตราส่วนระหว่างมวลชีวภาพใต้ดินและมวลชีวภาพเหนือดิน (root/shoot ratio) ซึ่ง IPCC (2006) ได้กำหนดให้ค่าสัดส่วนระหว่างมวลชีวภาพใต้ดินต่อมวลชีวภาพเหนือดิน เท่ากับ 0.28 หาได้ดังสมการที่ (6)

$$B_b = 0.28 W_t \quad (6)$$

โดยที่ B_b = มวลชีวภาพใต้พื้นดินของหมู่ไม้

$$W_t = \text{มวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด (กิโลกรัม)}$$

4. คำนวณหาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของไม้ยืนต้นในรูปของปริมาณน้ำหนักของธาตุคาร์บอน (C) ที่อยู่ในมวลชีวภาพ หาได้ดังสมการที่ (7)

$$\text{ปริมาณ} = \text{ปริมาณมวลชีวภาพรวมของต้นไม้} \\ \text{การกักเก็บคาร์บอน} \times \text{conversion factor} \quad (7)$$

เมื่อ conversion factor = 0.47 (IPCC, 2006)

5. จากนั้นคำนวณหาปริมาณคาร์บอนที่สะสมอยู่ในต้นไม้ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเกิดจากการที่ต้นไม้ดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศมาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ดังนั้นการประเมินหาปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ดูดซับมาจากบรรยากาศมาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยนำค่าปริมาณธาตุคาร์บอนที่ได้คูณด้วย 3.667 (IPCC, 2006) หาได้ดังสมการที่ (8)

$$\text{ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์} = \text{ปริมาณการกักเก็บ} \\ \text{ที่ดูดซับมาจากบรรยากาศ} \times \text{คาร์บอน} \times 3.667 \quad (8)$$

6. การประเมินมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนประเมินจากอัตราความเพิ่มพูนรายปีของปริมาณการกักเก็บคาร์บอนคูณด้วยราคาคาร์บอนในแต่ละตลาดที่มีการซื้อขายโดยปริมาณการเพิ่มพูนรายปีของการกักเก็บคาร์บอนสามารถคำนวณได้จากความเพิ่มพูนรายปีของมวลชีวภาพของป่าชุมชนเขาวงซึ่งมีค่า ร้อยละ 4.52 ต่อไร่ต่อปี (Sunthornhao *et al.*, 2013) ซึ่งการศึกษาครั้งนี้กำหนดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 5 ปี โดยสมมติว่าป่า

ชุมชนเขาวงมีการเจริญเติบโตในอัตราเร่งที่สม่ำเสมอหาได้ดังสมการที่ (9)

$$B_t = 1.0452^t B_0 \quad (9)$$

กำหนดให้

$$B_t = \text{ปริมาณมวลชีวภาพ ณ ปีที่ } t \text{ (กิโลกรัม/ไร่)}$$

$$B_0 = \text{ปริมาณมวลชีวภาพ ณ ปีปัจจุบัน (กิโลกรัม/ไร่)}$$

$$t = \text{เวลา (ปี) มีค่าเท่ากับ 1, 2, 3...5}$$

คำนวณหามูลค่าการกักเก็บคาร์บอนใน 5 ปีข้างหน้า โดยใช้ราคาตลาดหลายแห่งจากรายงานการซื้อขายคาร์บอนรายสัปดาห์ของ Thailand Greenhouse Gas Management Organization Public Organization (2013) ได้แก่ ตลาดคาร์บอนภาคสมัครใจ เช่น ตลาด California Climate Action Registry; CCAR ราคาซื้อขายคาร์บอน ณ วันที่ 6 กันยายน พ.ศ. 2556 เท่ากับ 12.75 เหรียญสหรัฐอเมริกา/ตันคาร์บอนไดออกไซด์ หรือ 401.37 บาท/ตันคาร์บอนไดออกไซด์ ใช้อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเฉลี่ยในช่วงไตรมาสที่ 3 ณ ปี พ.ศ. 2556 ซึ่งอัตราแลกเปลี่ยน 1 เหรียญสหรัฐอเมริกา มีค่าโดยเฉลี่ย 31.48 บาทตลาดภาคทางการของสหภาพยุโรป ราคา ณ วันที่ 5 กันยายน พ.ศ. 2556 เท่ากับ 4.89 ยูโร/ตันคาร์บอนไดออกไซด์ หรือ 203.91 บาท/ตันคาร์บอนไดออกไซด์ ใช้อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเฉลี่ยในช่วงไตรมาสที่ 3 ณ ปี พ.ศ. 2556 ซึ่งอัตราแลกเปลี่ยน 1 ยูโร มีค่าโดยเฉลี่ย 41.70 บาท (Bank of Thailand, 2013) ตลอดจนเปรียบเทียบกับราคาสมมติ เพื่อศึกษาความอ่อนไหวของการซื้อขายอีก 3 ระดับ คือ 500, 750 และ 1,000 บาท/ตันคาร์บอนไดออกไซด์ และเปรียบเทียบกับที่ระดับอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 4, 6, 8 และ 10 หาได้ดังสมการที่ (10) Sunthornhao *et al.* (2013)

$$V_t = V_0 \times (1.0r)^t \quad (10)$$

กำหนดให้ V_t = มูลค่าการกักเก็บคาร์บอน ณ ปีที่ t (บาท/ไร่)

$$V_0 = \text{มูลค่าการกักเก็บคาร์บอน ณ ปีปัจจุบัน (บาท/ไร่)}$$

r = อัตราดอกเบี่ยเท่ากับ 4, 6, 8 และ 10

t = เวลา (ปี) มีค่าเท่ากับ 1, 2, 3...5

ผลและวิจารณ์

ชนิดและความหนาแน่นของพรรณไม้ยืนต้นบริเวณป่าชุมชนเขาวง

1. จำนวนชนิดพรรณไม้

จากการศึกษา พบว่า ป่าธรรมชาติบริเวณป่าชุมชนเขาวงพบชนิดพรรณไม้ทั้งหมด 62 ชนิด โดยป่าอนุรักษ์พบพรรณไม้ 43 ชนิด ส่วนป่าเพื่อการใช้ประโยชน์พบพรรณไม้ 49 ชนิด พรรณไม้หลักที่พบทั่วไปในป่าชุมชนเขาวง ได้แก่ เต็ง รัง มะค่าแต้ และประดู่ เป็นต้น สาเหตุที่ป่าอนุรักษ์มีจำนวนชนิดพรรณไม้น้อยกว่าป่า

เพื่อการใช้ประโยชน์ เนื่องจากป่าอนุรักษ์ก่อนการจัดตั้งเป็นป่าชุมชนเขาวง ชุมชนมีการเข้าไปใช้ประโยชน์ไม้และทำเป็นพื้นที่ทางการเกษตร โดยไม่มีการควบคุมและมีการเผาหลังการเก็บเกี่ยวพืชผลทางการเกษตร จึงทำให้สังคมพืชถูกรบกวนและทำให้พรรณไม้บางส่วนตายไป เมื่อเปรียบเทียบจำนวนชนิดพรรณไม้ยืนต้นที่พบในการศึกษารั้งนี้กับพื้นที่ป่าชนิดเดียวกันในบริเวณอื่นๆ พบว่า ป่าเต็งรังบริเวณป่าชุมชนเขาวง มีจำนวนชนิดพรรณไม้ยืนต้น 62 ชนิด ซึ่งมากกว่าป่าเต็งรังที่ศึกษาในบริเวณอื่นๆ ได้แก่ ป่าเต็งรังบริเวณป่าชุมชนกุศรังจังหวัดมหาสารคาม ป่าเต็งรังบริเวณศูนย์ส่งเสริมการเพาะชำกล้าไม้ จังหวัดนครราชสีมา ป่าเต็งรังบริเวณป่าชุมชนดอนเจ้าปู่จังหวัดขอนแก่นและป่าเต็งรังบริเวณลุ่มน้ำพรม จังหวัดชัยภูมิ มีพรรณไม้ยืนต้น เท่ากับ 55, 46, 32 และ 18 ชนิด ตามลำดับ (Table 1)

Table 1 Comparison of number of tree species in dry dipterocarp forest among the once found at Khao Wong community forest and the once belong to other studied areas.

Forest Types	Number of tree species	Info Source
Dry dipterocarp forest at Khao Wong community forest, Chaiyaphum	62	Study
Dry dipterocarp forest at Kud Rang community forest, Maha Sarakham	55	Sunthornhao <i>et al.</i> (2013)
Dry dipterocarp forest at Nakhon Ratchasima nursery extension center	46	Sirisawat (1998)
Dry dipterocarp forest at Don Chaopu community forest, Khon Kaen	32	Sunthornhao <i>et al.</i> (2013)
Dry dipterocarp forest at Namprom, Chaiyaphum	18	Handechanon (1990)

2. ความหนาแน่น

ความหนาแน่นของพรรณไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงออกตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไป ในบริเวณป่าชุมชนเขาวง มีค่าเท่ากับ 142 ต้น/ไร่ โดยป่าอนุรักษ์มีความหนาแน่นของพรรณไม้เท่ากับ 133 ต้น/ไร่ พรรณไม้ที่มีค่าความหนาแน่นมากที่สุดคือ แดง ซึ่งมีค่าความหนาแน่น 27 ต้น/ไร่ รองลงมาคือ รัง สะเดา และ กุ๊ก ซึ่งมีค่าความหนาแน่น 19, 11 และ 10 ต้น/ไร่ ตามลำดับ ส่วนป่าเพื่อการใช้ประโยชน์มีความหนาแน่น

ของพรรณไม้เท่ากับ 151 ต้น/ไร่ พรรณไม้ที่มีค่าความหนาแน่นมากที่สุดคือ รัง ซึ่งมีค่าความหนาแน่น 29 ต้น/ไร่ รองลงมาคือ กุ๊ก แดง และประดู่ ซึ่งมีค่าความหนาแน่น 15, 13 และ 13 ต้น/ไร่ ตามลำดับ โดยป่าอนุรักษ์มีความหนาแน่นของพรรณไม้น้อยกว่าป่าเพื่อการใช้ประโยชน์ สาเหตุที่ป่าอนุรักษ์มีความหนาแน่นน้อยกว่าป่าใช้ประโยชน์ เนื่องจากบริเวณป่าอนุรักษ์ก่อนการจัดตั้งเป็นป่าชุมชนประชาชนมีการเข้าไปใช้ประโยชน์ไม้และทำเป็นพื้นที่ทางการเกษตร โดยไม่มีการควบคุม

และมีการเผาหลังการเก็บเกี่ยวพืชผลทางการเกษตร จึงทำให้สังคมพืชถูกรบกวนและทำให้พรรณไม้บางส่วนตายไป อย่างไรก็ตามความแตกต่างของความหนาแน่นระหว่างป่าอนุรักษ์และป่าใช้ประโยชน์ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในไม้ยืนต้นบริเวณป่าชุมชนเขาวง

1. มวลชีวภาพ

การประเมินมวลชีวภาพของไม้ยืนต้นในการศึกษาครั้งนี้ จำแนกออกเป็น 2 ส่วน คือ มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ประกอบด้วย ลำต้น กิ่ง และใบ และมวลชีวภาพใต้พื้นดิน ได้แก่ ส่วนของราก พบว่าพื้นที่ป่าชุมชนเขาวงมีปริมาณมวลชีวภาพเฉลี่ย 36.33 ± 8.15 ตัน/ไร่ แบ่งเป็นส่วนของลำต้น กิ่ง ใบ และราก เท่ากับ

27.30 ± 6.43 , 0.23 ± 0.01 , 0.85 ± 0.05 และ 7.95 ± 1.78 ตัน/ไร่ ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นปริมาณมวลชีวภาพทั้งหมดเท่ากับ $158,404.80$ ตัน โดยป่าอนุรักษ์มีปริมาณมวลชีวภาพมากที่สุดเฉลี่ย 42.09 ± 3.66 ตัน/ไร่ แบ่งเป็นส่วนของลำต้น กิ่ง ใบ และราก เท่ากับ 31.85 ± 2.81 , 0.22 ± 0.01 , 0.81 ± 0.05 และ 9.21 ± 0.80 ตัน/ไร่ ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นปริมาณมวลชีวภาพทั้งหมดเท่ากับ $84,182.06$ ตัน ส่วนป่าใช้ประโยชน์มีปริมาณมวลชีวภาพน้อยที่สุดเฉลี่ย 30.57 ± 1.45 ตัน/ไร่ แบ่งเป็นส่วนของลำต้น กิ่ง ใบ และราก เท่ากับ 22.76 ± 1.10 , 0.24 ± 0.01 , 0.89 ± 0.04 และ 6.69 ± 0.32 ตัน/ไร่ ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นปริมาณมวลชีวภาพทั้งหมดเท่ากับ $74,222.74$ ตัน (Table 2) อย่างไรก็ตามความแตกต่างของมวลชีวภาพระหว่างป่าอนุรักษ์และป่าเพื่อการใช้ประโยชน์ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

Table 2 Total biomass of Khao Wong community forest.

Types of Forest Management	Area (rai)	Biomass (t/rai)					Total Biomass (t)
		Stems	Branches	Leaves	Roots	Total	
Conserved Forest	2,000	31.85 ± 2.81	0.22 ± 0.01	0.81 ± 0.05	9.21 ± 0.80	42.09 ± 3.66	84,182.06
Utilized Forest	2,428	22.76 ± 1.10	0.24 ± 0.01	0.89 ± 0.04	6.69 ± 0.32	30.57 ± 1.45	74,222.74
Mean		27.30 ± 6.43	0.23 ± 0.01	0.85 ± 0.05	7.95 ± 1.78	36.33 ± 8.15	
Total	4,428						158,404.80

2. การกักเก็บคาร์บอน

การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของไม้ยืนต้นพบว่าพื้นที่ป่าชุมชนเขาวงมีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ย 17.08 ± 3.83 ตันคาร์บอน/ไร่ แบ่งเป็นส่วนของลำต้น กิ่ง ใบ และราก เท่ากับ 12.83 ± 3.02 , 0.11 ± 0.01 , 0.40 ± 0.03 และ 3.74 ± 0.84 ตันคาร์บอน/ไร่ ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นปริมาณการกักเก็บคาร์บอนทั้งหมดเท่ากับ $74,450.25$ ตันคาร์บอน โดยป่าอนุรักษ์มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนมากที่สุดเฉลี่ย 19.78 ± 1.72 ตันคาร์บอน/ไร่ แบ่งเป็นส่วนของลำต้น กิ่ง ใบ และราก เท่ากับ

14.97 ± 1.32 , 0.10 ± 0.01 , 0.38 ± 0.02 และ 4.33 ± 0.38 ตันคาร์บอน/ไร่ ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นปริมาณการกักเก็บคาร์บอนทั้งหมดเท่ากับ $39,565.57$ ตันคาร์บอน ส่วนป่าเพื่อการใช้ประโยชน์มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนน้อยที่สุดเฉลี่ย 14.37 ± 0.69 ตันคาร์บอน/ไร่ แบ่งเป็นส่วนของลำต้น กิ่ง ใบ และราก เท่ากับ 10.70 ± 0.52 , 0.11 ± 0.01 , 0.42 ± 0.02 และ 3.14 ± 0.15 ตันคาร์บอน/ไร่ ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นปริมาณการกักเก็บคาร์บอนทั้งหมดเท่ากับ $34,884.69$ ตันคาร์บอน (Table 3)

Table 3 Total carbon stock of Khao Wong community forest.

Types of Forest Management	Area (rai)	Carbon stock (tC/rai)					Total Carbon stock (tC)
		Stems	Branches	Leaves	Roots	Total	
Conserved Forest	2,000	14.97±1.32	0.10±0.01	0.38±0.02	4.33±0.38	19.78±1.72	39,565.57
Utilized Forest	2,428	10.70±0.52	0.11±0.01	0.42±0.02	3.14±0.15	14.37±0.69	34,884.69
Mean		12.83±3.02	0.11±0.01	0.40±0.03	3.74±0.84	17.08±3.83	
Total	4,428						74,450.25

เมื่อนำค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของไม้ยืนต้นมาประเมินปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์พบว่าพื้นที่ป่าชุมชนเขาวงมีปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย 62.62±14.04 ตันคาร์บอนไดออกไซด์/ไร่ แบ่งเป็นส่วนของลำต้น กิ่ง ใบ และราก เท่ากับ 47.06±11.09, 0.40±0.03, 1.47±0.09 และ 13.70±3.07 ตันคาร์บอนไดออกไซด์/ไร่ ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดเท่ากับ 273,009.08 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ โดยป่าอนุรักษ์มีปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย 72.54±6.30 ตันคาร์บอนไดออกไซด์/ไร่ แบ่งเป็นส่วนของลำต้น กิ่ง ใบ และราก เท่ากับ 54.90±4.84, 0.38±0.02, 1.40±0.08 และ 15.87±1.38 ตันคาร์บอนไดออกไซด์/ไร่

ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดเท่ากับ 145,086.93 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนป่าเพื่อการใช้ประโยชน์มีปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย 52.69±2.55 ตันคาร์บอนไดออกไซด์/ไร่ แบ่งเป็นส่วนของลำต้น กิ่ง ใบ และราก เท่ากับ 39.22±1.90, 0.41±0.02, 1.53±0.07 และ 11.53±0.56 ตันคาร์บอนไดออกไซด์/ไร่ ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดเท่ากับ 127,922.15 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ โดยป่าอนุรักษ์มีปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าป่าเพื่อการใช้ประโยชน์ ซึ่งมีแนวโน้มในทิศทางเดียวกับปริมาณมวลชีวภาพดังที่ได้กล่าวมาแล้ว (Table 4)

Table 4 Carbon dioxide absorption of Khao Wong community forest.

Types of Forest Management	Area (rai)	Carbon dioxide absorption (tCO ₂ /rai)					Total Carbon dioxide absorption (tCO ₂)
		Stems	Branches	Leaves	Roots	Total	
Conserved Forest	2,000	54.90±4.84	0.38±0.02	1.40±0.08	15.87±1.38	72.54±6.30	145,086.93
Utilized Forest	2,428	39.22±1.90	0.41±0.02	1.53±0.07	11.53±0.56	52.69±2.55	127,922.15
Mean		47.06±11.09	0.40±0.03	1.47±0.09	13.70±3.07	62.62±14.04	
Total	4,428						273,009.08

การประเมินมูลค่าคาร์บอนที่กักเก็บในไม้ยืนต้นบริเวณป่าชุมชนเขาวง

จากการศึกษาการคาดคะเนปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในช่วงเวลา 5 ปี (พ.ศ. 2557-2561) ของป่าชุมชนเขาวง จังหวัดชัยภูมิ พบว่า ใน 5 ปี พื้นที่

ป่าอนุรักษ์มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ย 140.80 ตันคาร์บอนไดออกไซด์/ไร่ ส่วนพื้นที่ป่าเพื่อการใช้ประโยชน์มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ย 102.26 ตันคาร์บอนไดออกไซด์/ไร่ ทำการประเมินมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนที่ระดับอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 6 ต่อปี

ในแต่ละระดับราคาการซื้อขายคาร์บอนพบว่า ป่าอนุรักษ์มีมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนทั้งหมด 31,359,757 บาท ที่ระดับราคา 204 บาท/ตันคาร์บอนไดออกไซด์ และถ้าหากราคาซื้อขายเพิ่มขึ้นถึง 1,000 บาท/ตันคาร์บอนไดออกไซด์ จะมีมูลค่าสูงถึง 153,792,150 บาท ส่วนป่าเพื่อการใช้ประโยชน์มีมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนทั้งหมด 27,649,681 บาท ที่ระดับราคา 204 บาท/ตันคาร์บอนไดออกไซด์ และถ้าหากราคาซื้อขายเพิ่มขึ้นถึง 1,000 บาท/ตันคาร์บอนไดออกไซด์ จะมีมูลค่าสูงถึง 135,597,477 บาท โดยป่าอนุรักษ์มีมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนมากกว่าป่าเพื่อการใช้ประโยชน์ ซึ่งมีแนวโน้มในทิศทางเดียวกับปริมาณมวลชีวภาพ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน และปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ถึงแม้ว่าจากการสำรวจพบว่า ป่าอนุรักษ์มีจำนวนชนิดพรรณไม้ไม่น้อยกว่าป่าเพื่อการใช้ประโยชน์ แต่พรรณไม้ที่พบในป่าอนุรักษ์ ซึ่งมีการจัดการด้วยมาตรการที่เข้มงวด โดยเฉพาะกิจกรรมด้าน

การควบคุมป้องกันดูแลรักษาป่า ทำให้ไม่มีการบุกรุกเข้าไปลักลอบตัดไม้ทำลายป่าทำให้พรรณไม้ส่วนใหญ่สามารถเจริญเติบโตเป็นไม้ที่มีขนาดใหญ่ ส่งผลให้มีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนมากกว่าป่าเพื่อการใช้ประโยชน์ ดังนั้น มูลค่าการกักเก็บคาร์บอนของป่าชุมชนเขาวงทั้งหมดเท่ากับ 59,009,439 บาท ที่ระดับราคา 204 บาท/ตันคาร์บอนไดออกไซด์ และถ้าหากราคาซื้อขายเพิ่มขึ้นถึง 1,000 บาท/ตันคาร์บอนไดออกไซด์ จะมีมูลค่าสูงถึง 289,389,627 บาท (Table 5) จากการศึกษามูลค่าของการกักเก็บคาร์บอนของป่าไม้ มิใช่เรื่องง่ายเนื่องจากการแปรผันของการกำหนดราคาที่น่ามาใช้ในการคำนวณ อย่างไรก็ตามไม่ว่าเป็นป่าอนุรักษ์หรือป่าเพื่อการใช้ประโยชน์ต่างก็มีบทบาทในการควบคุมความสมดุลของระบบสิ่งแวดล้อมทั้งสิ้น แต่มีศักยภาพที่แตกต่างกันไปตามขนาดของพื้นที่ จำนวนชนิดพรรณไม้ ถ้าได้รับการจัดการอย่างเหมาะสมตามหลักวิชาการย่อมส่งผลให้เกิดความยั่งยืนทางด้านสิ่งแวดล้อม

Table 5 Carbon stock value of Khao Wong community forest, Chaiyaphum province year 2013. The given interest rate of 6 percent per year.

Types of Forest Management	Area (rai)	Carbon Stock (tCO ₂)	Carbon stock value (Baht)				
			by given carbon price level (Baht/tCO ₂)				
			EUA 204	CCAR 401	Carbon price		
			500	750	1,000		
Conserved Forest	2,000	145,086.93	31,359,757	61,727,555	76,896,075	115,344,113	153,792,150
Utilized Forest	2,428	127,922.15	27,649,681	54,424,759	67,798,738	101,698,108	135,597,477
Total	4,428	273,009.08	59,009,439	116,152,315	144,694,814	217,042,220	289,389,627

Remarks: EUA is the official market of the European Union of September 5, 2013 equal to 204. (Baht/tCO₂)
CCAR is voluntary market in California of September 6, 2013 equal to 401 (Baht/tCO₂)
Assuming the price is supposed to carbon trading prices may increase in the future as 500, 750 and 1,000 (Baht/tCO₂)

สรุป

ชนิดและความหนาแน่นของพรรณไม้ยืนต้นบริเวณป่าชุมชนเขาวง

ป่าธรรมชาติบริเวณป่าชุมชนเขาวงพบพรรณไม้ 62 ชนิด จำแนกป่าออกเป็น 2 ประเภท คือป่าอนุรักษ์มีจำนวนชนิดพรรณไม้ 43 ชนิด มีความหนาแน่น 133 ต้น/ไร่

พรรณไม้ที่มีค่าความหนาแน่นมากที่สุด คือ แดง มี 27 ต้น/ไร่ ส่วนป่าเพื่อการใช้ประโยชน์พบชนิดพรรณไม้ 49 ชนิด มีความหนาแน่น 151 ต้น/ไร่ พรรณไม้ที่มีค่าความหนาแน่นมากที่สุด คือ รัง มี 29 ต้น/ไร่ โดยความแตกต่างของความหนาแน่นระหว่างป่าอนุรักษ์และป่าเพื่อการใช้ประโยชน์ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนใน ไม้ยืนต้นบริเวณป่าชุมชนเขาวง

พื้นที่ป่าธรรมชาติบริเวณป่าชุมชนเขาวงมีปริมาณมวลชีวภาพของไม้ยืนต้นทั้งหมด 158,404.80 ตัน (น้ำหนักแห้ง) ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน 74,450.25 ตันคาร์บอน ปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 273,009.08 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ จำแนกเป็น พื้นที่ป่าเพื่อการอนุรักษ์มีปริมาณมวลชีวภาพ 84,182.06 ตัน (น้ำหนักแห้ง) ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน 39,565.57 ตันคาร์บอน ปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 145,086.93 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนพื้นที่ป่าเพื่อการใช้ประโยชน์มีปริมาณมวลชีวภาพ 74,222.74 ตัน (น้ำหนักแห้ง) ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน 34,884.69 ตันคาร์บอน ปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 127,922.15 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ อย่างไรก็ตามความแตกต่างของมวลชีวภาพระหว่างป่าอนุรักษ์และป่าเพื่อการใช้ประโยชน์ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

การประเมินมูลค่าคาร์บอนที่กักเก็บในไม้ยืนต้น บริเวณป่าชุมชนเขาวง

พื้นที่ป่าเพื่อการอนุรักษ์มีมูลค่าการกักเก็บคาร์บอน 31,359,757 บาท ที่ระดับราคา 204 บาท/ตันคาร์บอนไดออกไซด์ และมีมูลค่าสูงถึง 153,792,150 บาท ที่ระดับราคา 1,000 บาท/ตันคาร์บอนไดออกไซด์ พื้นที่ป่าเพื่อการใช้ประโยชน์มีมูลค่าการกักเก็บคาร์บอน 27,649,681 บาท ที่ระดับราคา 204 บาท/ตันคาร์บอนไดออกไซด์ และมีมูลค่าสูงถึง 135,597,477 บาท ที่ระดับราคา 1,000 บาท/ตันคาร์บอนไดออกไซด์ มูลค่าการกักเก็บคาร์บอนของป่าชุมชนเขาวงทั้งหมด 59,009,439 บาท ที่ระดับราคา 204 บาท/ตันคาร์บอนไดออกไซด์ และมีมูลค่าสูงถึง 289,389,627 บาท ที่ระดับราคา 1,000 บาท/ตันคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ระดับอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 6 ต่อปี

การศึกษาครั้งนี้มีข้อเสนอแนะคือ 1) ควรมีการศึกษาอย่างต่อเนื่องรายปี เพื่อทราบถึงความแปรเปลี่ยนของปริมาณการกักเก็บคาร์บอนว่าในแต่ละปีมี

แนวโน้มที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงเช่นไรตามสภาพทางนิเวศที่เปลี่ยนไปในกรณีที่ลดลง มีสาเหตุเนื่องจากมนุษย์ไม่ว่าจะเป็นการบุกรุกพื้นที่ป่าหรือไฟป่า ก็ควรมีการปลูกเสริมเพิ่มมาตรการในการป้องกันไฟป่าและรณรงค์ให้ชุมชนหันเข้ามาให้ความสนใจและตระหนักถึงความสำคัญของการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ในกรณีที่เพิ่มขึ้น แสดงว่าป่าไม้ได้รับการจัดการจากชุมชนที่ดีอยู่แล้ว ชุมชนก็จะได้รับประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยเฉพาะด้านการพัฒนาคุณภาพทางสิ่งแวดล้อม โดยผ่านกระบวนการด้านการกักเก็บคาร์บอนของป่าไม้ 2) ควรมีการศึกษามวลชีวภาพของไม้พื้นล่าง เศษซากพืช และหาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่เพื่อเปรียบเทียบกับไม้ยืนต้น และ 3) การอนุรักษ์ป่าไม้ ควรมีการส่งเสริมและป้องกันพื้นที่ป่า เพื่อเพิ่มศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ควรให้ชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมในการดำเนินการและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น ศูนย์ประสานงานป่าไม้ชัยภูมิ ควรเข้าไปสร้างความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องให้แก่ชุมชนมีการฝึกอบรมและสร้างจิตสำนึกอย่างต่อเนื่อง

คำนิยาม

ผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์ประสานงานป่าไม้ชัยภูมิ กรมป่าไม้ ห้องปฏิบัติการจัดการภูมิปัญญาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่สนับสนุนข้อมูลป่าชุมชนเขาวง

REFERENCES

- Bank of Thailand. 2013. **Rate of Exchange December 17, 2013**. Available Source: <http://www.bot.or.th/Thai/Statistics/FinancialMarkets/ExchangeRate/layouts/Application/ExchangeRate/ExchangeRate.aspx>, December 17, 2013. (in Thai)
- Chaiyaphum Forestry Center. 2011. **Khao Wong Community Forest Project**

- Established 2011.** Department of Forest Resource Management 8 (Nakhon Ratchasima) Royal Forest Department, Bangkok. (in Thai)
- Clapham, A.R. 1932. The species – area curve. **Am.Midland Naturalist** 19: 573-581.
- Handechanon, N. 1990. **Comparative Ecological Study on Three Forest Types at Namprom Basin, Changwat Chaiyaphum.** Master Thesis, Kasetsart University. (in Thai)
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2006. **IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.** International Panel on Climate Change. IGES, Japan.
- _____. 2007. **Forth Assessment Report Working Group I,** Summary for Policymakers.
- Ogino, K, S. Sabhasrsi and T. Shidei. 1964. The estimation of the standing crop of the forest in Northeastem Thailand. **Kasetsart Journal** 4 (3-4): 67-78.
- Royal Forest Department. 2009. **Forestry Statistical Data 2009.** Available Source: <http://web.2forest.go.th/stat/stat/25Table.htm>, July 8, 2013. (in Thai)
- Sirisawat, N. 1998. **Structural Characteristics of the Secondary Dry Dipterocarp Forest at Nakhon Ratchasima Nursery Extension Centre.** Master Thesis, Kasetsart University. (in Thai)
- Sunthornhao, P.,W. Hoamuangkaew, N. Charasratanawong and S. Putiwanich. 2013. Mean annual increment of biomass at Khao Wong community forest. **In Community forest management assessment under “Kon Rak Pa Pa Rak Chum Chon Project” implementation by Royal Forest Department and Ratchaburi Electricity Generating Holding Public Company Limited, Phase 2 Year 2013.** Forest Research Center, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)
- Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization). 2013. **Carbon Market Weekly September 2-6, 2013.** Available Source: Carbonmarket.tgo.or.th/2013/thai/market_weekly.php, December 11, 2013. (in Thai)
-