นิพนธ์ต้นฉบับ

การกักเก็บคาร์บอนในสังคมพืชป่าไม้ชนิดต่างๆ ณ สถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา

Carbon Stock of Different Forest Communities at Wang Nam Khiao Forestry Research and Student Training Station, Nakhon Ratchasima Province

วสันต์ จันทร์แดง*
ลดาวัลย์ พวงจิตร
นพพร จันเกิด
นรินธร จำวงษ์

Wasan Chandaeng
Ladawan Puangchit
Nopphorn Junkerd
Narinthorn Jumwong

คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand
*Corresponding Author, Email: fforwsj@ku.ac.th

รับต้นฉบับ 13 กันยายน 2562 **รับแก้ไข** 17 ธันวาคม 2562 **รับลงพิมพ์** 20 ธันวาคม 2562

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the community structure, species composition, and carbon sequestration of different forest communities at the Wang Nam Khiao Forestry Research and Student Training Station, Nakhon Ratchasima province. The 28 temporary sample plots, 40 m x 40 m size of each, were laid out in dry evergreen forest, dry dipterocarp forest, mixed deciduous forest, and eucalyptus plantation and were 13, 9, 3, and 3 in number, respectively, according to the stratum of forest integrity (high, medium, and low). The data collected were the tree species, diameter at breast height (DBH), and height of trees as well as weight of litter. Subsamples of wood, litter, and soil were collected for analyzing the carbon content. The carbon stocks of 5 pools were analyzed, that included the aboveground biomass, belowground biomass, dead wood, litter, and soil.

The study of plant species found that there were a total of 148 species. In the dry evergreen forest, mean total carbon stocks (TCS) were estimated at 104.52 ton C ha^{-1}. Of this amount, soil organic carbon at a depth of 0.30 m, total aboveground biomass, total belowground biomass, and necromass were 43%, 43%, 7%, and 6%, respectively. In the mixed deciduous forest, TCS was 85.89 ton C ha^{-1} and the soil organic carbon at a depth of 0.30 m accounted for 54% of this amount. The total aboveground biomass represented only 37%, total belowground biomass 6%, and total necromass

3% of TCS in the mixed deciduous forest. In the dry dipterocarp forests and eucalyptus plantation, TCS was 65.59 and 67.81 ton C ha^{-1}, respectively. Most of the carbon stocks in soil ranged between 29-50% of the total carbon storage and aboveground biomass ranged between 28-45% of the total carbon storage, indicating that the forest ecosystems are an important carbon sink and the carbon stored in biomass is a large carbon pool and so planting of a mixed forestry should be promoted along with integrated economic plantations to increase the carbon storage sites than monoculture practices.

Keywords: Biomass, Carbon stocks, Forest communities, Wang Nam Khiao Forestry Research and Student Training Station

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาโครงสร้างสังคมพืชและประเมินศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และประเมินปริมาณคาร์บอนสะสม โดยการวางแปลงตัวอย่างชั่วคราว 40x40 เมตร จำนวน 28 แปลง แบบชั้นภูมิ (stratum) กระจายตามระดับความสมบูรณ์ของป่า 3 ระดับ มาก ปานกลาง และน้อย ในพื้นที่ป่าดิบแล้ง ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ และสวนป่ายูคาลิปตัส จำนวน 13, 9, 3 และ 3 แปลง ตามลำดับ บริเวณสถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา และวัดมิติต่างๆ ของต้นไม้ เพื่อนำไปประมาณหามวลชีวภาพเหนือพื้นดินและใต้ดินจากสมการแอลโลเมตรี พร้อมกันนี้ได้เก็บตัวอย่างส่วนต่างๆ ของต้นไม้เพื่อวิเคราะห์ความเข้มข้นของคาร์บอนสำหรับประเมินการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพโดยประเมินศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากมวลชีวภาพและปริมาณคาร์บอนที่สะสมอยู่ในระบบนิเวศของป่าชนิดต่างๆ จากผลรวมของคาร์บอนที่สะสมทั้งหมด 5 แหล่ง ได้แก่ 1) แหล่งกักเก็บในมวลชีวภาพเหนือดิน 2) แหล่งกักเก็บในมวลชีวภาพใต้ดิน 3) แหล่งกักเก็บในไม้ตาย 4) แหล่งกักเก็บในซากพืช และ 5) แหล่งกักเก็บในดิน

จากการศึกษาพบพรรณไม้ยืนต้น 148 ชนิด ส่วนปริมาณคาร์บอนสะสม พบว่า ป่าดิบแล้งมีปริมาณคาร์บอนสะสมทั้งหมด 104.52 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์ โดยแบ่งเป็นการกับเก็บคาร์บอนในดิน มวลชีวภาพเหนือดิน มวลชีวภาพใต้ดิน และไม้ตายกับซากพืช ร้อยละ 43, 43, 7 และ 6 ตามลำดับ ส่วนป่าเบญจพรรณมีปริมาณคาร์บอนสะสมทั้งหมด 85.89 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์ โดยแบ่งเป็นการกักเก็บคาร์บอนในดิน มวลชีวภาพเหนือดิน มวลชีวภาพใต้ดิน และไม้ตายกับซากพืช ร้อยละ 54, 37, 6 และ 3 ตามลำดับ ในขณะที่ป่าเต็งรังมีปริมาณคาร์บอนสะสมทั้งหมดน้อยที่สุดเท่ากับ 65.59 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์ และสวนป่ายูคาลิปตัสมีปริมาณคาร์บอนสะสม 67.81 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์ โดยปริมาณคาร์บอนสะสมส่วนมากจะอยู่ในแหล่งสะสมในดิน (ร้อยละ 29-50) และมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (ร้อยละ 28-45) จากข้อมูลดังกล่าวทำให้ทราบว่าระบบนิเวศป่าไม้ คือ แหล่งกักเก็บคาร์บอนขนาดใหญ่และแหล่งกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนขนาดใหญ่ ดังนั้น จึงควรส่งเสริมการปลูกป่าผสมผสานและสวนป่าเศรษฐกิจแบบผสมผสานเพื่อเพิ่มพื้นที่เก็บกักคาร์บอนมากกว่าการปลูกแบบเชิงเดี่ยว

คำสำคัญ: มวลชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอน สังคมพืชป่าไม้ สถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา

คำนำ

ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนับเป็นประเด็นหลักที่มีการกล่าวถึงในเวทีสำคัญต่างๆ ตั้งแต่ระดับท้องถิ่น ระดับประเทศไปถึงระดับนานาชาติ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นล้วนเกี่ยวเนื่องสัมพันธ์กับทุกภาคส่วน อาทิ ภาคพลังงาน การขนส่ง การพัฒนาเมือง และโดยเฉพาะอย่างยิ่งการบริหารจัดการทรัพยากรป่าไม้ ซึ่งเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนที่สำคัญ โดยระบบนิเวศป่าไม้มีการสะสมคาร์บอนอยู่ทั้งในส่วนของต้นไม้ที่มีชีวิต ไม้ที่ล้มตายและดินผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช การหายใจของสิ่งมีชีวิต และการย่อยสลายของจุลินทรีย์ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่ง Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], (2006) ได้กำหนดแหล่งสะสมคาร์บอนในสภาพธรรมชาติออกเป็น 5 แหล่ง ได้แก่ แหล่งสะสมคาร์บอนเหนือดิน แหล่งสะสมคาร์บอนใต้ดิน แหล่งสะสมคาร์บอนในไม้ยืนต้นตาย แหล่งสะสมคาร์บอนของซากพืช และแหล่งสะสมคาร์บอนในดิน

ศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนของป่าธรรมชาติมีการแปรผันขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ชนิดป่า ชนิดพรรณไม้ที่เป็นองค์ประกอบของป่า ความหนาแน่นของป่า สภาพภูมิประเทศ และปัจจัยสิ่งแวดล้อม โดยป่าธรรมชาติที่มีความสมบูรณ์ มีความหนาแน่นของไม้ขนาดใหญ่จำนวนมาก ทำให้มีมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพสูง ในขณะที่การกักเก็บคาร์บอนของสวนป่าขึ้นอยู่กับความแตกต่างของมวลชีวภาพเป็นสำคัญ ซึ่งมีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ชนิดต้นไม้ อายุ ระยะปลูก และสภาพของท้องที่ ตลอดจนวนวัฒนวิธีที่ใช้ในการจัดการ ส่วนใหญ่แล้วระยะปลูกที่แตกต่างกันทำให้มีจำนวนต้นไม้ต่อพื้นที่แตกต่างกัน ทำให้สวนป่า (อายุเท่ากัน) ที่มีจำนวนต้นต่อพื้นที่มากกว่ามีมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนต่อพื้นที่มากกว่า (Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation [DNP], 2009)

จากบทบาทสำคัญของระบบนิเวศป่าไม้ในการลดสภาวะโลกร้อน ทุกๆ ภาคส่วนที่เกี่ยวข้องจึงมีการสร้างกลไกและแรงจูงใจต่างๆ เพื่อช่วยลดการปลดปล่อยคาร์บอนจากการทำลายป่าและความเสื่อมโทรมของป่าในพื้นที่ป่าธรรมชาติเพื่อให้เป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอน รวมทั้งส่งเสริมการปลูกสร้างสวนป่าไม้เศรษฐกิจแบบผสมผสานที่ให้ความสำคัญต่อการอนุรักษ์และส่งเสริมให้มีโครงสร้างและองค์ประกอบชนิดพรรณพืชค่อนข้างซับซ้อน มีระบบเรือนรากที่แผ่ซ้อนทับกัน เรือนยอดที่มีหลากหลายชั้นมากขึ้น มีซากพืชที่ร่วงหล่นบนพื้นป่าเพื่อช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน ทำให้ดินร่วนซุยก่อให้เกิดน้ำซึมผ่านผิวดินมากขึ้นและไหลซึมลงดินอย่างช้าๆ และเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนที่เพิ่มขึ้นกว่าการปลูกแบบเชิงเดี่ยว

สถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา เป็นอีกพื้นที่หนึ่งที่มีการฟื้นฟูป่าที่เสื่อมโทรมอันเนื่องจากการทำไม้ในป่าธรรมชาติโดยการปลูกฟื้นฟูและการจัดการเพื่อให้เกิดการทดแทนตามธรรมชาติ รวมทั้งจัดการปลูกสร้างสวนป่าแบบผสมผสานเพื่อเพิ่มองค์ประกอบพรรณพืชในพื้นที่แปลงปลูกไม้ยูคาลิปตัส เพื่อเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนและลดสภาวะโลกร้อน ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาโครงสร้างสังคมพืชและการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ที่จัดการเป็นป่าอนุรักษ์และป่าเศรษฐกิจ เพื่อเป็นข้อมูลและแหล่งเรียนรู้ในด้านการจัดการป่าเพื่อส่งเสริมการกักเก็บคาร์บอนต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษาวิจัย

สถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว ตั้งอยู่ในตำบลอุดมทรัพย์ อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา โดยประกอบไปด้วยพื้นที่จำนวน 2 ผืน โดยที่พื้นที่ผืนแรกมีขนาดพื้นที่ประมาณ 1.42 ตารางกิโลเมตร (888 ไร่) และพื้นที่ผืนที่ 2 มีขนาดพื้นที่ประมาณ 6.78 ตารางกิโลเมตร (4,238 ไร่) ลักษณะภูมิประเทศ พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบสลับกับภูเขาขนาดเล็กมีความสูงอยู่ในช่วงประมาณ 200 ถึง 500 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง มีทิศทางด้านลาดตามแนวทิศใต้ไปยังทิศเหนือ (S-N)

และตามแนวตะวันตกเฉียงใต้-ตะวันออกเฉียงเหนือ (SW-NE) ลักษณะภูมิอากาศ อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 26.4 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนรวมตลอดปี 999.5 มิลลิเมตร ช่วงเดือนที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส คือ เดือนธันวาคมและเดือนมกราคม ฤดูฝน คือ ช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ลักษณะดิน ลักษณะของเนื้อดินโดยมากเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) หรือดินร่วนปนทราย (sandy loam) สภาพสังคมพืช ประกอบไปด้วยรูปแบบการใช้ที่ดิน ได้แก่ พื้นที่ 1 ประกอบด้วย ป่าดิบแล้ง สวนป่าหรือป่าฟื้นฟู สวนป่ายูคาลิปตัส และพื้นที่ที่ไม่ใช่ป่า ขณะที่พื้นที่ 2 ประกอบไปด้วย ป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง สวนป่าหรือป่าฟื้นฟู ป่าเบญจพรรณ สวนยางพารา และพื้นที่ที่ไม่ใช่ป่า

การวางแปลงตัวอย่างและการเก็บข้อมูล

พื้นที่ป่า ณ สถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ที่ทำการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ พื้นที่ป่าดิบแล้ง (2,350.13 ไร่) ป่าเต็งรัง (1,987.33 ไร่) ป่าเบญจพรรณ (147.38 ไร่) และสวนป่ายูคาลิปตัส (247.50 ไร่) จากข้อมูลความอุดมสมบูรณ์ของป่าในแผนพัฒนาป่าสาธิตวังน้ำเขียว อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา (Faculty of Forestry, 2015) ในประเภทป่าดิบแล้งและป่าเต็งรังทำการแบ่งชั้นภูมิ (stratum) ออกเป็น 3 ชั้นภูมิ คือ ตามระดับความอุดมสมบูรณ์ของป่า มาก ปานกลาง และน้อย วางแปลงชั่วคราวขนาด 40x40 เมตร (1 ไร่)) กระจายในแต่ละชั้นภูมิ ป่าดิบแล้งทั้งหมด 13 แปลง และป่าเต็งรัง 9 แปลง สำหรับป่าเบญจพรรณและสวนป่ายูคาลิปตัสวางแปลงตัวอย่างกระจายทั่วพื้นที่ๆ ละ 3 แปลงตัวอย่างในแต่ระดับความอุดมสมบูรณ์ รวมทั้งหมด 28 แปลงตัวอย่าง

1. การเก็บข้อมูลต้นไม้

ในแปลงตัวอย่างชั่วคราวขนาด 40x40 เมตร แต่ละแปลง แบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 10x10 เมตร จำนวน 16 แปลง ทำการเก็บข้อมูลของไม้ต้น (tree) ทุกต้นที่มีความสูงมากกว่า 1.30 เมตร และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (diameter at breast height: DBH) มากกว่าหรือเท่ากับ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไป บันทึกข้อมูลได้แก่ ชนิด จำนวนที่พบ DBH และความสูงทั้งหมดของต้นไม้ วางแปลงย่อยขนาด 4x4 เมตร ที่มุมล่างซ้ายของแปลงขนาด 10x10 เมตร เพื่อทำการศึกษาไม้รุ่น (sapling) หรือไม้ที่มี DBH น้อยกว่า 4.5 เซนติเมตร และมีความสูงมากกว่า 1.30 เมตร ขึ้นไปโดยทำการบันทึกข้อมูลต่างๆ ได้แก่ ชนิดไม้ จำนวนที่พบ DBH และความสูงทั้งหมดของต้นไม้

นอกแปลงตัวอย่าง ทำการเจาะเก็บตัวอย่างเนื้อไม้เพื่อนำมาวิเคราะห์ความเข้มข้นคาร์บอนในห้องปฏิบัติการ (IPCC, 2006) โดยบดตัวอย่างเนื้อไม้ให้ละเอียด ทำการวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนตามวิธีการ Dumas หรือ dry combustion ด้วยเครื่อง CHNS/O Analyzer รุ่น PerkinElmer 2400 Series II CHNS/O Elemental Analyzer

2. การเก็บข้อมูลซากพืชและไม้พุ่ม

วางแปลงตัวอย่างขนาด 0.5x0.5 เมตร ที่มุมนอกแปลงตัวอย่าง ทำการเก็บซากพืชและไม้พุ่มทั้งหมดที่อยู่บนผิวดิน สุ่มตัวอย่างใส่ถุงเพื่อนำมายังห้องปฏิบัติการ แล้วนำตัวอย่างซากพืชและไม้พุ่มที่เก็บจากแปลงตัวอย่างมาอบแห้ง เพื่อหาน้ำหนักแห้งของซากพืชและไม้พุ่ม จากสูตร

$$\text{น้ำหนักแห้ง} = \frac{(100 \times \text{น้ำหนักสด})}{(100 + \text{ร้อยละความชื้น})}$$

ตัวอย่างอีกส่วนหนึ่งนำไปบดให้ละเอียดเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนในซากพืชตามวิธีการ Dumas หรือ dry combustion ด้วยเครื่อง CHNS/O Analyzer รุ่น PerkinElmer 2400 Series II CHNS/O Elemental Analyzer

3. การเก็บข้อมูลดิน

ทำการเก็บข้อมูลตัวอย่างดิน ด้วยวิธีการเก็บตัวอย่างดินแบบรบกวนดิน (disturbed soil sample) และแบบไม่รบกวนดิน (undisturbed soil sample) ที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร แปลงตัวอย่างละ 3 จุด แล้วนำตัวอย่างในแต่ละระดับความลึกมารวมกันในแต่ละแปลงตัวอย่าง นำตัวอย่างดินที่เก็บ

ได้มายังห้องปฏิบัติการ โดยตัวอย่างดินที่เก็บแบบไม่รบกวนดินนำไปวิเคราะห์หาความหนาแน่นรวม ส่วนตัวอย่างดินที่เก็บแบบรบกวนนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หลังจากนั้น นำมาบดให้ละเอียดเพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนในดินตามวิธีการ Dumas หรือ dry combustion ซึ่งเป็นวิธีการวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนทั้งหมด (total carbon content) ของดิน (Walkley and Black, 1934)

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ดัชนีค่าความสำคัญ (importance value index, IVI) โดยได้จากการคำนวณหาค่าความหนาแน่น (density, D) ความเด่นด้านพื้นที่หน้าตัด (dominance, Do) และความถี่ (frequency, F) จากนั้นทำการหาค่าความสัมพัทธ์ของทั้งสามค่าดังกล่าว คือ ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (relative density, RD) ความเด่นสัมพัทธ์ (relative dominance, RDo) และความถี่สัมพัทธ์ (relative frequency, RF) ซึ่งผลรวมของค่าความสัมพัทธ์ทั้งสามค่า ก็คือ ค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) ของพรรณพืชนั่นเอง (Kutintara, 1999)

2. ดัชนีความหลากหลายของชนิดพรรณไม้ (species diversity index) ทำการศึกษาโดยใช้ดัชนีของ Shannon-Wiener's index (Krebs, 1999) ซึ่งคำนวณได้ตามสูตรดังนี้

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

เมื่อ H' = ดัชนีความหลากหลายของชนิดพรรณไม้

S = จำนวนชนิดพรรณไม้ทั้งหมด

pi = สัดส่วนของจำนวนต้นของไม้ชนิด i ต่อจำนวนต้นของพรรณไม้ทั้งหมด

3. ผลผลิตมวลชีวภาพ ทำการประเมินจากสมการแอลโลเมตรี (allometry) ที่มีการศึกษาไว้โดย Ogawa *et al.* (1965); Tsutsumi *et al.* (1983); Trephattanasuwan *et al.* (2008) ในกรณีที่ไม่มีสมการมวลชีวภาพของราก ใช้อัตราส่วนระหว่างมวลชีวภาพใต้ดินและมวลชีวภาพเหนือดิน เท่ากับ 0.27 ตามค่ากลาง (default value) ของ (IPCC, 2006)

4. การประเมินการกักเก็บคาร์บอนในแปลงตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ได้จำแนกแหล่งกักเก็บคาร์บอนออกเป็น 5 แหล่ง ตามวิธีการของ (IPCC, 2006) อันได้แก่ มวลชีวภาพเหนือดิน มวลชีวภาพใต้ดิน ไม้ตาย ซากพืช และในดิน โดยมีรายละเอียดในการประเมินดังนี้

4.1 การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือดิน มวลชีวภาพใต้ดิน ไม้ตาย และซากพืช คำนวณจากสูตร

การกักเก็บคาร์บอน = มวลชีวภาพ x ความเข้มข้น C

(ตันคาร์บอน/เฮกตาร์) (ตัน/เฮกตาร์) (ร้อยละ)

4.2 การกักเก็บคาร์บอนในดิน คำนวณได้จากการนำปริมาณคาร์บอน (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง) ที่วิเคราะห์ได้มาคูณด้วยค่าความหนาแน่นรวมของดิน (bulk density) แล้วคูณด้วยความลึกของดิน (เซนติเมตร) ในแต่ละระดับ และปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดินต่อพื้นที่นั้น สามารถคำนวณได้จากค่าของผลรวมของปริมาณคาร์บอนต่อหน่วยพื้นที่ในแต่ละระดับความลึกดิน (Bharat, 2007)

Soil carbon storage = Carbon percentage x Bulk density x Soil depth

เมื่อ

Soil carbon storage คือ การกักเก็บคาร์บอนในดินต่อหน่วยพื้นที่ (ตันคาร์บอน/เฮกตาร์)

Carbon percentage คือ ปริมาณคาร์บอน (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง)

Bulk density คือ ความหนาแน่นรวม (กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)

Soil depth คือ ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)

4.3 การคำนวณค่าการกักเก็บคาร์บอนเป็นปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สามารถคิดเทียบเป็นปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่พรรณไม้ดูดซับจากบรรยากาศโดยการคูณด้วยค่าคงที่ (factor of conversion) 3.67 (ค่าคงที่นี้คิดจากน้ำหนักโมเลกุลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)) (Meepol, 2010)

การดูดซับก๊าซ

คาร์บอนไดออกไซด์ = การกักเก็บคาร์บอน x 44/12

(ตัน CO_2/เฮกตาร์) (ตันคาร์บอน/เฮกตาร์)

4.4 การหาปริมาณคาร์บอนสะสม (carbon stocks) ทำได้จากการหาผลรวมของคาร์บอนที่สะสมอยู่ในมวลชีวภาพและคาร์บอนที่สะสมอยู่ในดินของแต่ละระบบนิเวศที่ศึกษา

ผลและวิจารณ์

สภาพสังคมพืชบริเวณสถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว

จากการศึกษาพบพรรณไม้ทั้งหมด 148 ชนิด โดยป่าดิบแล้งมีจำนวนชนิดพรรณไม้มากที่สุด นอกจากนี้ ป่าดิบแล้งยังมีค่าดัชนีความหลากหลายมากที่สุดเท่ากับ 3.906 รองลงมาคือ ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ และสวนป่ายูคาลิปตัส มีค่าดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 2.756, 2.844 และ 0.465 ตามลำดับ ไม้ต้นที่ปรากฏส่วนใหญ่เป็นไม้ในวงศ์ Fabaceae และ Malvaceae และชนิดไม้ต้นที่เป็นไม้เด่นในพื้นที่ ได้แก่ ประดู่ป่า กระถินยักษ์ ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซีส โมกป่า มะค่าแต้ กางขี้มอด พลับพลา ปอแก่นเทา และกาสามปีก สภาพโครงสร้างของสังคมพืชโดยส่วนใหญ่เป็นป่าเสื่อมโทรมเนื่องจากผ่านการทำไม้ โครงสร้างด้านตั้งพบเพียงแค่ 1-2 ชั้น นอกจากนี้ ปัจจุบันยังปรากฏการใช้ประโยชน์พื้นที่จากชาวบ้านท้องถิ่นโดยรอบตลอดทั้งปี เช่น การเลี้ยงปศุสัตว์ การหาเห็ดป่า การหาหน่อไม้ และการล่าสัตว์ ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวส่งผลต่อการเจริญทดแทนและการทดแทนตามธรรมชาติของไม้ป่าดั้งเดิมและมีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดิน โดยเฉพาะการอัดแน่นของดินป่าไม้

มวลชีวภาพของสังคมพืชบริเวณสถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว

จากผลการศึกษาในครั้งนี้ดัง Table 1 พบว่าสังคมพืชป่าดิบแล้งมีปริมาณมวลชีวภาพรวมทั้งหมดเท่ากับ 111.92 ตัน/เฮกตาร์ โดยแบ่งเป็นส่วนลำต้น กิ่ง ใบ และราก เท่ากับ 72.03, 21.14, 2.33 และ 16.43 ตัน/เฮกตาร์ ซึ่งมีค่าน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณมวลชีวภาพป่าดิบแล้งสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา มีค่าเท่ากับ 437.88 ตัน/เฮกตาร์ (Diloksumpun *et al.*, 2005) และป่าดิบแล้งบริเวณอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน มีค่าเท่ากับ 207.70 ตัน/เฮกตาร์ (Nuanurai, 2005) ส่วนระบบนิเวศป่าเต็งรังมีปริมาณมวลชีวภาพรวมทั้งหมดเท่ากับ 59.59 ตัน/เฮกตาร์ โดยแบ่งเป็นส่วนลำต้น กิ่ง ใบ และราก เท่ากับ 43.33, 8.54, 0.04 และ 7.68 ตัน/เฮกตาร์ ซึ่งมีค่าน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับป่าเต็งรัง ในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติสกลนคร มีค่าเท่ากับ 118.11 ตัน/เฮกตาร์ (Marod *et al.*, 2017) และป่าเต็งรังผสมสน บริเวณสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่ มีค่าเท่ากับ 165.62 ตัน/เฮกตาร์ (Marknoi and Khumbai, 2015) ในขณะที่ป่าเบญจพรรณมีปริมาณมวลชีวภาพเท่ากับ 71.49 ตัน/เฮกตาร์ โดยแบ่งเป็นส่วนลำต้น กิ่ง ใบ และราก เท่ากับ 52.08, 10.87, 0.04 และ 8.49 ตัน/เฮกตาร์ ซึ่งมีค่ามากกว่าปริมาณมวลชีวภาพป่าเบญจพรรณบริเวณอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน มีค่าเท่ากับ 68.53 ตัน/เฮกตาร์ (Nuanurai, 2005) แต่ปริมาณมวลชีวภาพน้อยกว่า ป่าเบญจพรรณบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ มีค่าเท่ากับ 119.69 ตัน/เฮกตาร์ (Khamyong, 2009) และป่าเบญจพรรณในพื้นที่ป่าอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี บริเวณเขื่อนสิริกิติ์ จังหวัดอุตรดิตถ์ (อพ.สธ.) มีค่าเท่ากับ 35.90 ตัน/เฮกตาร์ (Papakchan *et al.*, 2017) และสวนป่ายูคาลิปตัสมีปริมาณมวลชีวภาพเท่ากับ 71.28 ตัน/เฮกตาร์ โดยแบ่งเป็นส่วนลำต้น กิ่ง ใบ และราก เท่ากับ 46.66, 11.06, 1.86 และ 11.70 ตัน/เฮกตาร์ ซึ่งมีค่ามากกว่าเมื่อเปรียบเทียบมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของสวนป่ายูคาลิปตัส คามาลดูเลนซีส อายุ 6 ปี มีค่าเท่ากับ 26.68 ตัน/เฮกตาร์ (Kietvuttinon *et al.*, 2016) และมวลชีวภาพสวนป่ายูคาลิปตัสอายุ 1–4 ปี บริเวณสวนป่ามัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น มีค่าเท่ากับ 9.93-66.85 ตัน/เฮกตาร์ (Jundang, 2010)

ทั้งนี้ เนื่องจากในบริเวณสถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียวอยู่ในช่วงการฟื้นตัวจากการทดแทนของพื้นที่ที่เคยโดนบุกรุกแผ้วถาง พื้นที่เคยตั้งเป็นแหล่งชุมชน พื้นที่ไร่ร้าง พื้นที่ปศุสัตว์ จึงทำให้สังคมพืชมีความหนาแน่นต่ำ รวมทั้งต้นไม้ส่วนใหญ่มีขนาดเล็ก ซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ปริมาณมวลชีวภาพของสังคมพืชมีปริมาณค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับพื้นที่อื่นๆ

Table 1 Field tree biomass estimation in each cover type.

Forest type	Biomass (ton/ha)					Total biomass (ton/ha)
	Aboveground				Belowground	
	Stem	Branch	Leaf	Total	Root	
DEF	72.03	21.14	2.33	95.49	16.43	111.92
DDF	43.33	8.54	0.04	51.91	7.68	59.59
MDF	52.08	10.87	0.04	63.00	8.49	71.49
Eucalypt Plantation	46.66	11.06	1.86	59.58	11.70	71.28

Remarks: DEF = dry evergreen forest, DDF = dry dipterocarp forest, MDF = mixed deciduous forest

การกักเก็บคาร์บอน

1. แหล่งกักเก็บในมวลชีวภาพเหนือดิน

ในการศึกษาครั้งนี้ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างส่วนต่างๆ ของพรรณไม้เด่นในพื้นที่ป่าดิบแล้ง ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ และสวนป่ายูคาลิปตัส จำนวน 10 ชนิด โดยอ้างอิงจากการศึกษาโครงสร้างสังคมพืชบริเวณสถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียวของ Faculty of Forestry (2015) เพื่อมาวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอน พบว่า ปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนในส่วนของลำต้น กิ่ง และใบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 47.17, 46.82 และ 47.80 ของน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (Table 2)

จากการประเมินการกักเก็บคาร์บอน พบว่า การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือดินมีแนวโน้มเช่นเดียวกับมวลชีวภาพเหนือดิน โดยสังคมพืชป่าดิบแล้งมีค่าเฉลี่ยการกักเก็บคาร์บอนเหนือดินเท่ากับ 52.71 ตัน/เฮกตาร์ โดยแบ่งเป็นส่วนของลำต้น กิ่ง และใบ เท่ากับ 33.97, 9.90 และ 1.11 ตัน/เฮกตาร์ ตามลำดับ ป่าเต็งรังมีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ยเท่ากับ 28.06 ตัน/เฮกตาร์ โดยแบ่งเป็นส่วนของลำต้น กิ่ง และใบ เท่ากับ 20.44, 4.00 และ 0.02 ตัน/เฮกตาร์ ตามลำดับ ป่าเบญจพรรณมีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ยเท่ากับ 33.67 ตัน/เฮกตาร์ โดยแบ่งเป็นส่วนของลำต้น กิ่ง และใบ เท่ากับ 24.57, 5.09 และ 0.02 ตัน/เฮกตาร์ ตามลำดับ ในขณะที่สวนป่ายูคาลิปตัส มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ยเท่ากับ 33.57 ตัน/เฮกตาร์ โดยแบ่งเป็นส่วนของลำต้น กิ่ง และใบ เท่ากับ 22.01, 5.18 และ 0.89 ตัน/เฮกตาร์

Table 2 Carbon content (%) in each part of the dominant tree species at Wang Nam Khiao Forestry Research and Student Training Station, Nakhon Ratchasima province.

Tree species	Carbon content (%)		
	Stem	Branch	Leaf
Holarrhena pubescens Wall. ex G. Don	48.27	48.11	48.77
Vitex peduncularis Wall. ex Schauer	47.71	46.86	45.85
Millettia xylocarpa Miq.	45.16	45.35	46.86
Xylia xylocarpa (Roxb.) W. Theob.	46.54	47.29	51.12
Pterocarpus macrocarpus Kurz	48.10	47.19	48.85
Grewia eriocarpa Juss.	45.77	45.17	45.77
Microcos tomentosa Sm.	46.67	47.60	46.59
Sindora siamensis Teijsm. ex Miq.	48.88	47.25	48.83
Albizia odoratissima (L. f.) Benth.	47.08	46.35	45.81
Eucalyptus sp.	47.50	47.07	49.53
Average	**47.17**	**46.82**	**47.80**

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพบริเวณสถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว พบว่า มีค่าค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับป่าดิบแล้งบริเวณสะแกราชที่มีปริมาณคาร์บอนสะสมเท่ากับ 223.66 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์ (Diloksumpun *et al.*, 2005) และป่าดิบแล้งบริเวณอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน มีค่าเท่ากับ 103.85 ตัน/เฮกตาร์ (Nuanurai, 2005) เช่นเดียวกันกับป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง และสวนป่ายูคาลิปตัสที่ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนที่ต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับป่าชนิดเดียวกันในพื้นที่อื่นๆ ไม่ว่าจะเป็นป่าเบญจพรรณในบริเวณเขื่อนสิริกิติ์ จังหวัดอุตรดิตถ์ โดยมีปริมาณคาร์บอนของต้นไม้รวม เท่ากับ 105.44 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์ และป่าเบญจพรรณบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ–ปุย จังหวัดเชียงใหม่ มีปริมาณการสะสมคาร์บอน เท่ากับ 80.32 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์ (Khamyong, 2009) ป่าเต็งรัง ในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ สกลนคร มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอน 55.51±4.37 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์ (Marod *et al.*, 2017) และป่าเต็งรังในพื้นที่โครงการก่อสร้างเขื่อนแม่วงก์ จังหวัดนครสวรรค์และกำแพงเพชร มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเท่ากับ 81.17 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์ (Marod *et al.*, 2003)

2. แหล่งกักเก็บในมวลชีวภาพใต้ดิน

สำหรับการประเมินการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพใต้ดินในการศึกษาครั้งนี้ ได้ใช้ค่ากลางของ IPCC (2006) เท่ากับร้อยละ 47 ของน้ำหนักแห้ง เป็นค่าความเข้มข้นของคาร์บอนในราก เนื่องจากไม่สามารถเก็บตัวอย่างของรากเพื่อมาวิเคราะห์คาร์บอนได้

เมื่อนำค่าปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนและมวลชีวภาพของรากมาประเมินการกักเก็บคาร์บอนของมวลชีวภาพใต้ดิน พบว่า ป่าดิบแล้งมีค่าเฉลี่ยการกักเก็บคาร์บอนใต้ดินเท่ากับ 7.72 ตัน/เฮกตาร์ ป่าเต็งรังมีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ยเท่ากับ 3.61 ตัน/เฮกตาร์ ป่าเบญจพรรณมีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ยเท่ากับ 3.99 ตัน/เฮกตาร์ ในขณะที่สวนป่ายูคาลิปตัสมีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ยเท่ากับ 5.50 ตัน/เฮกตาร์

3. แหล่งกักเก็บในไม้ตาย

จากการศึกษาพบว่า ป่าดิบแล้งมีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในไม้ตายเท่ากับ 3.65 ตัน/เฮกตาร์

ป่าเต็งรังมีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในไม้ตายเท่ากับ 0.37 ตัน/เฮกตาร์ ส่วนป่าเบญจพรรณมีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในไม้ตายเท่ากับ 0.21 ตัน/เฮกตาร์ ในขณะที่สวนป่ายูคาลิปตัสมีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในไม้ตายเท่ากับ 0.36 ตัน/เฮกตาร์

4. แหล่งกักเก็บในซากพืช

จากการสุ่มเก็บตัวอย่างปริมาณซากพืชบนผิวดินในพื้นที่ศึกษาบริเวณสถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว พบว่า ป่าดิบแล้งมีค่าเฉลี่ยปริมาณซากพืชเฉลี่ยเท่ากับ 7.00±4.67 ตัน/เฮกตาร์ ป่าเต็งรังมีค่าเฉลี่ยของซากพืชเท่ากับ 3.97±0.890 ตัน/เฮกตาร์ ป่าเบญจพรรณมีค่าเฉลี่ยของซากพืชเท่ากับ 3.98±0.39 ตัน/เฮกตาร์ และสวนป่ายูคลิปตัสมีค่าเฉลี่ยของซากพืชเท่ากับ 10.095±1.897ตัน/เฮกตาร์ โดยปริมาณซากพืชในการศึกษาครั้งนี้ มีค่ามากกว่าปริมาณซากพืชบนผิวดินในบริเวณโครงการหลวงบ้านวัดจันทร์ ที่มีค่าเท่ากับ 5.50±2.50 - 7.97±2.49 ตัน/เฮกตาร์ (Puangchit *et al.*, 2013) ทั้งนี้ปริมาณซากพืชแตกต่างกันไปตามชนิดของหมู่ไม้ อายุของหมู่ไม้ ความหนาแน่นของหมู่ไม้ สภาพภูมิอากาศ (Bray and Gorham, 1964) ความอุดมสมบูรณ์ของดิน และทิศทางในการรับแสงสว่าง (Tsutsumi *et al.*, 1983) รวมทั้งการจัดการที่แตกต่างกัน

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการสุ่มตัวอย่างซากพืชมาเพื่อมาวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอน โดยได้ค่าเฉลี่ยของปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนในซากพืชเท่ากับร้อยละ 41.31 ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งสูงกว่าค่ากลางของ IPCC ที่กำหนดให้ปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนในซากพืชมีค่าเท่ากับร้อยละ 37 ของน้ำหนักแห้ง (IPCC, 2006) เมื่อคำนวณการกักเก็บคาร์บอนในซากพืชในป่าดิบแล้งบริเวณสถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.83±1.882 ตัน/เฮกตาร์ ป่าเต็งรังมีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในซากพืชเท่ากับ 1.65±0.369 ตัน/เฮกตาร์ ส่วนป่าเบญพรรณและสวนป่ายูคาลิปตัสมีค่าเท่ากับ 1.51±0.149 และ 4.60±0.864 ตัน/เฮกตาร์ ตามลำดับ

5. แหล่งกักเก็บในดิน

จากการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร เพื่อวิเคราะห์หาความเข้มข้นของคาร์บอนในดิน พบว่า ดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 0.86-1.59 ของน้ำหนักแห้ง และดินที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร มีค่าความเข้มข้นของคาร์บอนอยู่ระหว่างร้อยละ 0.68-1.09 ของน้ำหนักแห้ง

จากการประเมินปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดิน พบว่า ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร มากกว่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดินที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร การกักเก็บคาร์บอนในดินรวมของป่าเบญจพรรณเท่ากับ 50.50 ตัน/เฮกตาร์ แบ่งเป็นระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร เท่ากับ 30.46 และ 20.04 ตัน/เฮกตาร์ ตามลำดับ ป่าดิบแล้งเท่ากับ 45.34 ตัน/เฮกตาร์ แบ่งเป็นระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร เท่ากับ 27.19 และ 18.15 ตัน/เฮกตาร์ ตามลำดับ ส่วนป่าเต็งรังและสวนป่ายูคาลิปตัส มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดินรวมเท่ากับ 35.51 และ 29.28 ตัน/เฮกตาร์ ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบการกักเก็บคาร์บอนในดินกับสังคมพืชชนิดเดียวกันกับพื้นที่อื่นๆ ที่มีการศึกษาไว้แล้ว พบว่า การกักเก็บคาร์บอนในดินบริเวณสถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว มีค่าค่อนข้างน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับป่าดิบแล้งสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา และป่าเบญจพรรณผสมไผ่บริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง จังหวัดกาญจนบุรี มีการสะสมคาร์บอนในดินที่ระดับความลึก 0-100 เซนติเมตร เท่ากับ 241.8 และ 195.4 ตัน/เฮกตาร์ (Janmahasatien *et al.*, 2004) และป่าดิบแล้ง จังหวัดนครราชสีมา มีการสะสมคาร์บอนในดินที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตร เท่ากับ 118.0 ตัน/เฮกตาร์ (Chidthaisong and Lischaikul, 2005) แต่มีค่ามากกว่าป่าเต็งรังแคระบริเวณสวนป่ามัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น มีการสะสมคาร์บอนในดินที่ระดับความลึก 0-40 เซนติเมตร เท่ากับ 26.6 ตัน/เฮกตาร์ (Jundang, 2010) โดยปริมาณการ

กักเก็บคาร์บอนในดินจะเปลี่ยนไปตามระดับความลึกของดิน โดยจะมีปริมาณลดลงเมื่อความลึกของดินเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Janmahasatien *et al.* (2004); Poolsiri (2005) นอกจากนี้ ยังมีผลเนื่องมาจากพืชพรรณที่ขึ้นอยู่ สภาวะภูมิอากาศ และการใช้ประโยชน์ที่ดินที่แตกต่างกันที่มีผลอย่างมากต่อปริมาณคาร์บอนที่เก็บสะสมไว้ในดิน (Chidthaisong and Lischaikul, 2005)

6. ปริมาณคาร์บอนที่สะสมและปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ดูดซับ

จากการศึกษาการกักเก็บคาร์บอน ซึ่งกระจายอยู่ตามแหล่งต่างๆ 5 แหล่ง ในบริเวณสถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว พบว่า ป่าดิบแล้งมีปริมาณคาร์บอนสะสมทั้งหมดเท่ากับ 104.52 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์ หรือคิดเป็นปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เท่ากับ 383.25 ตัน CO_2/เฮกตาร์ ส่วนป่าเบญจพรรณมีปริมาณคาร์บอนสะสมทั้งหมดเท่ากับ 85.89 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์ หรือคิดเป็นปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เท่ากับ 314.92 ตัน CO_2/เฮกตาร์ ในขณะที่ป่าเต็งรังมีปริมาณคาร์บอนสะสมทั้งหมดน้อยที่สุดเท่ากับ 65.59 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์ หรือคิดเป็นปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เท่ากับ 240.51 ตัน CO_2/เฮกตาร์ และสวนป่ายูคาลิปตัสมีปริมาณคาร์บอนสะสมทั้งหมดน้อยที่สุดเท่ากับ 67.81 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์ หรือคิดเป็นปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เท่ากับ 248.65 ตัน CO_2/เฮกตาร์ ซึ่งสอดกับการศึกษาของ Tangtham and Tantasirin (1997) ที่พบว่า ป่าดงดิบมีการสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพมากที่สุด รองลงมาคือ ป่าเบญจพรรณ ในขณะที่ป่าเต็งรังมีการสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพต่ำที่สุดโดยที่ปัจจัยหลักที่ทำให้ปริมาณคาร์บอนสะสมในระบบนิเวศต่างๆ แตกต่างกัน คือ พืชพรรณ ภูมิอากาศตลอดจนลักษณะดินและความลึกของชั้นดิน

เมื่อทำการเปรียบเทียบกับสังคมพืชชนิดเดียวกันในพื้นที่อื่นๆ พบว่า ปริมาณคาร์บอนที่สะสมและปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ดูดซับบริเวณสถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียวมีค่าค่อนข้างต่ำ Diloksumpun *et al.* (2005) ได้ศึกษาวัฏจักรคาร์บอนในป่าดิบแล้งสะแกราชและป่าเบญจพรรณลุ่มน้ำแม่กลอง ป่าดิบแล้งสะแกราชมีปริมาณคาร์บอนสะสมทั้งหมดเท่ากับ 350.58 และ 434.55 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์ หรือคิดเป็นปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เท่ากับ 1,285.46 และ 1,593.35 ตัน CO_2/เฮกตาร์ ตามลำดับ และจากการรายงานของ Panuthai *et al.* (2008) พบว่า ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง และสวนป่าไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส อายุระหว่าง 5-7 และ 13-15 ปี มีการสะสมคาร์บอน เท่ากับ 1,618.83, 1,299.25, 497.60, 416.20 และ 562.58 ตัน CO_2/เฮกตาร์ ตามลำดับ ซึ่งความแตกต่างของศักยภาพในการตรึงเอาก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ดังกล่าวนี้อาจจะมีสาเหตุมาจากปัจจัยต่างๆ ได้แก่ 1) ลักษณะโครงสร้างสังคมพืช 2) ลักษณะโครงสร้างทางสถาปัตยกรรมของเรือนยอด ได้แก่ ขนาด รูปร่าง และการจัดเรียงตัวของส่วนต่างๆ ของต้นไม้ ซึ่งสามารถเปรียบเทียบได้โดยค่าดัชนีพื้นที่ใบ 3) ศักยภาพของการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของพรรณไม้ และ 4) ลักษณะทางชีพลักษณ์ของต้นไม้ที่เป็นองค์ประกอบของป่า หรืออาจกล่าวได้ว่า โครงสร้างสังคมพืชที่แน่นทึบกว่า ค่าดัชนีพื้นที่ใบที่สูงกว่า และลักษณะทางชีพลักษณ์ที่ไม่มีการผลัดใบในฤดูแล้ง น่าจะเป็นสาเหตุที่ทำให้สังคมพืชนั้นๆ มีศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้สูงกว่า (Diloksumpun *et al.*, 2005)

Table 3 Field tree carbon stock estimation in each cover type.

Forest type	Carbon stock of trees (ton C /ha)						CO_2
	AGB	BGB	Dead Wood	Litter	Soil	Total	(ton CO_2 / ha)
DEF	44.99	7.72	3.65	2.83	45.34	104.52	383.25
DDF	24.45	3.61	0.37	1.65	35.51	65.59	240.51
MDF	29.68	3.99	0.21	1.51	50.50	85.89	314.92
Eucalypt Plantation	28.08	5.50	0.36	4.60	29.28	67.81	248.65
Averagr	**31.80**	**5.21**	**1.15**	**2.64**	**40.16**	**80.95**	**296.83**

Remarks: DEF = dry evergreen forest, DDF = dry dipterocarp forest, MDF = mixed deciduous forest

สรุป

1. การศึกษาปริมาณคาร์บอนที่สะสมและปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ดูดซับของสังคมพืชบริเวณสถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว พบว่า ป่าดิบแล้งมีการสะสมคาร์บอนและปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ดูดซับมากที่สุด รองลงมาคือ ป่าเบญจพรรณ สวนป่ายูคาลิปตัส ในขณะที่ป่าเต็งรังมีการสะสมคาร์บอนต่ำที่สุด โดยแหล่งสะสมคาร์บอนในดินและมวลชีวภาพเหนือดินเป็นแหล่งที่มีการกักเก็บคาร์บอนที่มีบทบาทมากที่สุด ในขณะที่แหล่งไม้ตายและแหล่งซากพืชมีบทบาทในการกักเก็บคาร์บอนน้อยมาก ซึ่งการแปรผันของการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของป่าธรรมชาติหรือสวนป่า ส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของมวลชีวภาพของป่าหรือสวนป่ามากกว่าปริมาณคาร์บอนที่สะสม ดังนั้น ป่าธรรมชาติหรือสวนป่าที่มีมวลชีวภาพมากจะมีการกักเก็บคาร์บอนมากด้วยเช่นกัน

2. จากผลการศึกษา ทำให้ทราบว่าไม่ว่าจะเป็นป่าไม้ในสภาพธรรมชาติหรือสวนป่าไม้เศรษฐกิจก็ทำหน้าที่เป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอน ดังนั้น เมื่อมีการอนุรักษ์และลดความเสื่อมโทรมของป่า หรือการปลูกป่าก็จะทำให้มีพื้นที่ที่เป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนเพิ่มขึ้น ในขณะเดียวกัน เมื่อป่าไม้เหล่านี้ถูกรบกวนหรือถูกทำลาย คาร์บอนที่เก็บสะสมอยู่เหล่านี้ก็จะถูกปล่อยออกสู่บรรยากาศเช่นกัน

REFERENCES

Bharat, M.S. 2007. **Land Use and Land Use Changes Effects on Organic Carbon Pools, Soil Aggregate Associated Carbon and Soil Organic Matter Quality in a Watershed of Nepal.** Ph.D. Thesis, Norwegian University of Life Sciences.

Bray, J.R. and E. Gorham. 1964. Litter production in forests of the world. **Advances in Ecological Research** 2: 101-157.

Chidthaisong, A. and N. Lichaikul. 2005. Carbon stock and emission in dry evergreen forest, reforestation and agricultural soils, pp. 95-105. *In* **Proceedings of Climate Change in the Forest Sector "The Potential of Forests to Support the Kyoto Protocol"**. 4-5 August 2005. Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok. (in Thai)

Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation [DNP]. 2009. **Master Plan on Climate Change.** Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok. (in Thai)

Diloksumpun, S., T. Visaratana, S. Panuthai, P. Ladpala, S. Janmahasatien and S. Sumran. 2005. Carbon cycling in the Sakaerat dry evergreen and the Maeklong mixed deciduous forests, pp. 77-94. *In* **Proceedings of Climate Change in the Forest Sector "The Potential of Forests to Support the Kyoto Protocol".** 4-5 August 2005. Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok. (in Thai)

Faculty of Forestry. 2015. **Master Plan on Wang Nam Khiao Demonstration Forest, Wang Nam Khiao District, Nakhon Ratchasima Province.** Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)

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

Janmahasatien, S., S. Phopinit and W. Wichiennopparat. 2004. Study on soil carbon in dry evergreen and mixed deciduous forest ecosystems, pp. 321-343. *In* **Proceedings of Climate change in the Forest Sector "The Potential of Forests to Support the Kyoto Protocol".** 16-17 August 2004. Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok. (in Thai)

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. (in Thai)

Khamyong, N. 2009. **Plant Species Diversity, Soil Characteristics and Carbon Accumulation in Different Forests, Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai Province.** M.S. Thesis, Chiang Mai University. (in Thai)

Kietvuttinon, B., P. Kanna and A. Phonleesangsuwan. 2016. **Estimation of Biomass and Above-ground Carbon Storage of 6-Year-Old Eucalyptus Plantations.** Royal Forest Department, Bangkok. (in Thai)

Krebs, C.J. 1999. **Ecological Methodology.** ^{2}nd Edition, Benjamin Cummings, Menlo Park.

Kutintara U. 1999. **Ecology fundamental basics in forestry.** Kasetsart University, Bangkok (Thailand). (in Thai)

Marknoi, C. and T. Khumbai. 2015. Carbon storage and nutrient accumulation in pine-deciduous dipterocarp forest in Queen Sirikit Botanic Garden, Chiang Mai province, pp. 262-267. *In* **Proceedings of the 4th Thai Forest Ecological Research Network, Naresuan University.** 22-23 January 2015. Faculty of Agriculture, Natural Resource and Environment, Naresuan University, Phitsanulok. (in Thai)

Marod, D., S. Sungkaew and L. Asanok. 2003. **Study on Plant Social Structure in Kaeng Krachan National Park Phetchaburi Province - Prachuap Khiri Khan Province.** Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)

_____, P. Duengkae, J. Thongsawi, W. Phumphuang, S. Thinkampaeng and S. Hermhuk. 2017. Tree stands clustering and carbon stock assessment of deciduous dipterocarp forest at Kasetsart University Chalermphrakiat Sakonnakhon Province Campus, Sakon Nakhon province. **Thai Forest Ecological Research Journal** 1(1): 1-9. (in Thai)

Meepol, W. 2010. carbon sequestration of mangrove forests at ranong biosphere reserve. **Journal of Forest Management** 4(7): 33-47. (in Thai)

Nuanurai, N. 2005. **Comparison of Leaf Area Index, Above-Ground Biomass and Carbon Sequestration of Forest Ecosystems by Forest Inventory and Remote Sensing at Kaeng Krachan National Park, Thailand**. M.S. Thesis, Chulalongkorn University. (in Thai)

Ogawa, H., K. Yoda, K. Ogino and T. Kira. 1965. Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation in Thailand. II. Plant biomass. **Nature and Life in Southeast Asia** 4: 49-80.

Panuthai, S., S. Janmahasatien, C. Viriyabancha, P. Ladpala, T. Visaratana, S. Diloksumpun and D. Marod. 2008. **The Potential of Conservation Forests and Economic Forests to Absorb Carbon Dioxide**. Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok. (in Thai)

Papakchan, N., L. Asanok and C. Tapyai. 2017. Plant community and environmental factors influence on the natural regeneration of tree in the forest edge of deciduous dipterocarp forest and mixed deciduous forest after highland maize cropping at Mae Khum Mee watershed, Phrae province, pp. 123-131. *In* **Proceedings of the 6th Thai Forest Ecological Research Network, Mahodol University**. 19-20 November 2017. Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University, Nakhon Pathom. (in Thai)

Poolsiri, R. 2005. Soil carbon and nitrogen in plantations of exotic tree species on highland soils in northern Thailand, pp. 107-115. *In* **Proceedings of Climate Change in the Forest Sector "The Potential of Forests to Support the Kyoto Protocol"**. 4-5 August 2005. Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok. (in Thai)

Puangchit, L., K. Suntrakorn, S. Na Lampang and K. Jindawong. 2013. **Enhancement of Carbon Stock in Degraded Forest for Climate Change Mitigation in Ban Wat Chan Royal Project Area**. Final Report: Navamin Research Fund 2013. National Research Council of Thailand, Bangkok. (in Thai)

Tangtham, N. and C. Tantasirin. 1997. An assessment of policies to reduce carbon emissions in the Thai forestry sector with emphasis on forest protection and reforestation for conservation, pp. 100-121. *In* C. Khemnark, B. Thaiutsa, L. Puangchit and S. Thammincha, eds. **Proceedings of FORTROP'96 International Conference: "Tropical Forestry in the 21st Century Volume 2: Global Changes in the Tropical Contexts"**. 25-28 November 1996. Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok.

Trephattanasuwan, P., S. Dlioksumpun, D. Staporn and C. Ratanakaew. 2008. **Carbon Dioxide Uptake of Some Tree Species at the PuParn, Royal Development Study Centre, Sakon Nakhon Province.** Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok. (in Thai)

Tsutsumi, T., K. Yoda, P. Sahunaru, P. Dhanmanonda and B. Prachaiyo. 1983. Forest: burning and regeneration. pp 13-62. *In* K. Kyuma and C. Pairintra, eds. **Shifting Cultivation, An Experiment at Nam Phrom, Northeast Thailand, and Its Implications for Upland Farming in the Monsoon Tropics.** A Report of A Cooperative Research Between Thai-Japanese Universities.

Walkley, A. and I.A. Black. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Science** 37(1): 29-37.