มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของพรรณไม้ในพื้นที่สนามกอล์ฟกรุงเทพมหานคร

Biomass and Carbon Storage of Trees at a Golf Course in Bangkok

เทอดพงศ์ ศรีสุขพันธุ์[1*], อาภาภรณ์ บุลสถาพร[1], สุขุมา ชานนท์[2]

[1]คณะสาธารณสุขศาสตร์และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

[2]บริษัท เทพธานีกรีฑา จำกัด (มหาชน)

[*]Email : thirdpong@yahoo.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลผลิตมวลชีวภาพและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของพรรณไม้ และเพื่อเปรียบเทียบปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพรรณไม้ต่างชนิดในพื้นที่สนามกอล์ฟแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร การหามวลชีวภาพใช้วิธีการคำนวณด้วยสมการแอลโลเมตรี และสัดส่วนคาร์บอนในเนื้อไม้ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ของ IPCC (2006) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ไม้ยืนต้นในกลุ่มพรรณไม้ทั่วไป 358 ต้น (7 ชนิด 5 วงศ์) สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน สถิติทดสอบครัสคัล-วอลลิส (Kruskal-Wallis test) ผลการศึกษาพบว่า ไม้ยืนต้นกลุ่มตัวอย่างมีปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินเท่ากับ 107.6 ตัน มวลชีวภาพใต้ดินเท่ากับ 29.0 ตัน และคาร์บอนในมวลชีวภาพเท่ากับ 64.2 ตันคาร์บอน ชนิดพรรณไม้ที่แตกต่างกัน ได้แก่ ชมพูพันธุ์ทิพย์ นนทรี หางนกยูงฝรั่ง คูน พญาสัตบรรณ มะฮอกกานี และลีลาวดี มีการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพรรณไม้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนนทรีมีมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพมากที่สุด

คำสำคัญ : ไม้ยืนต้น มวลชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอน

Abstract

The objectives of this research were to evaluate the amount of biomass and the carbon storages of trees and to compare amount of the carbon storage in biomass of different types of trees at a golf course in Bangkok, Thailand. Determining the amount of biomass used Allometry equations. Ratio of carbon in biomass used a coefficient value of IPCC (2006). The population samples were composed of 358 trees (7 species and 5 families). Statistics used were percentage, mean, median, and Kruskal-Wallis test. The results found that total aboveground and belowground biomasses were 107.6 and 29.0 tons. Their carbon storage was 64.2 tons. There was a statistically significant difference of the carbon storage which classified by 7 species of tree including *Tabebuia rosea, Peltophorum dasyrachis, Delonix regia*, *Cassia fistula, Alstonia scholaris, Swietenia macrophylla, and Plumeria alba* ($p<0.05$). *Peltophorum dasyrachis* had the most amounts of biomass and its carbon storage in area.

Keywords : Trees, Biomass, Carbon storage

บทนำ

ในปัจจุบันแนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เป็นสาเหตุของปัญหาภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนั้นมีสูงขึ้น จากปริมาณ 14.78 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์ ในปี พ.ศ. 2551 ได้มีการคาดการณ์ว่าจะเพิ่มขึ้นจนถึง 22.48 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์ ในปี พ.ศ. 2593 อย่างไรก็ตาม แนวทางการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกนั้นมีอย่างหลากหลาย แนวทางในระดับสากลที่สำคัญ ได้แก่ การลดการทำลายป่าไม้ด้วยกลไกเรดด์พลัส (REDD+) และการปลูกป่าเพื่อเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนด้วยกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM) ในพิธีสารเกียวโต (Kyoto protocol) ภายใต้อนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (UNFCCC) (ลดาวัลย์ พวงจิตร, 2554)

แม้ว่าประเทศไทยไม่มีพันธกรณีในพิธีสารเกียวโตแต่ได้ร่วมลงนามและให้สัตยาบันในการลดก๊าซเรือนกระจกในฐานะประเทศนอกภาคผนวก I (Non Annex I) ด้วย ทั้งนี้การจัดทำบัญชีคาร์บอนจึงเป็นจุดเริ่มต้นของการประเมินมวลชีวภาพป่าไม้ (biomass) เพื่อนำไปประเมินคาร์บอนที่กักเก็บในป่าไม้ เนื่องจากในมวลชีวภาพมีคาร์บอนประมาณร้อยละ 50 ซึ่งหากต้องการทราบปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ดูดซับได้จากบรรยากาศ สามารถทำได้โดยการคูณด้วยค่าสัดส่วนของน้ำหนักโมเลกุลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อน้ำหนักอะตอมของคาร์บอนได้ (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2558) ดังนั้น จะเห็นได้ว่าป่าไม้หรือต้นไม้นั้นมีบทบาทที่สำคัญต่อดูดซับและลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญผ่านทางกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช คาร์บอนจะถูกยึดไว้ในเนื้อเยื่อของต้นไม้อย่างเสถียรและยาวนาน (นาฏสุดา ภูมิจำนงค์, 2547) แหล่งสะสมคาร์บอน (carbon pool) ในระบบนิเวศป่าไม้ตามการจำแนกและการกำหนดจากมติการประชุมรัฐภาคีพิธีสารเกียวโต (COP/MOP) มี 5 แหล่ง ได้แก่ มวลชีวภาพเหนือดินของต้นไม้ (aboveground biomass) มวลชีวภาพใต้ดินของต้นไม้ (belowground biomass) ในไม้ตาย ในซากพืช และอินทรียวัตถุในดิน (กัลยา วัฒยากร และสาพิศ ดิลกสัมพันธ์, 2554) และคาร์บอนเหล่านี้จะหมุนเวียนไปตามวัฏจักรคาร์บอน (carbon cycle) ในการศึกษาวิจัยนี้มีพื้นที่ศึกษาคือ สนามกอล์ฟแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร ที่มีการดำเนินการปลูกต้นไม้มายาวนานมากกว่า 40 ปี และเข้าร่วมโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจของประเทศไทยที่องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (อบก.) ได้พัฒนาและจัดขึ้น การศึกษาวิจัยนี้จึงดำเนินการเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในสนามกอล์ฟแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร สนามกอล์ฟมีขนาด 415.7 ไร่ พื้นที่ศึกษาคือ พื้นที่ปลูกต้นไม้ขนาด 138.4 ไร่ กิจกรรมปลูกต้นไม้ในสนามกอล์ฟเริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2513 ในพื้นที่ที่ไม่มีสภาพความเป็นป่ามาก่อน (afforestation) และเมื่อปลูกแล้วไม่เคยมีการนำไม้ทั้งหมดออกไปจากพื้นที่สนามกอล์ฟ มีนโยบายอนุรักษ์ และดูแลรักษาพันธุ์ไม้อย่างต่อเนื่อง โดยมีการปลูกทดแทนต้นไม้เดิมที่ตาย และปลูกต้นไม้เพิ่มเติมอยู่อย่างสม่ำเสมอ กล้าไม้ที่มีความสูงไม่ถึงตามกำหนดจะดูแลเพื่อใช้ในการปลูกเสริมภายหลัง กล้าไม้ส่วนใหญ่ร้อยละ 99 ได้มาจากการเพาะเมล็ดภายในสนามกอล์ฟเองทั้งหมด โดยจะคัดเลือกชนิดพันธุ์ไม้ที่จะนำมาปลูก และให้ความสำคัญกับพันธุ์ไม้ดั้งเดิมเป็นส่วนใหญ่ เช่น ชมพูพันธุ์ทิพย์ นนทรี และหางนกยูงฝรั่ง เป็นต้น เนื่องจากคำนึงถึงระบบนิเวศดั้งเดิมเป็นสำคัญ ทั้งนี้ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในชีวมวลที่มีหน่วยเป็นตันคาร์บอนสามารถแปลงเป็นตันคาร์บอนไดออกไซด์ได้โดยการคูณด้วยมวลโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคาร์บอน คือ 44/12 หรือ 3.667

ซึ่งทำให้ทราบปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ดูดซับ และนำไปสู่การประเมินคาร์บอนเครดิต (carbon credit) เพื่อดำเนินการขายในตลาดคาร์บอนภาคสมัครใจของประเทศไทยต่อไป

ดังนั้นการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับมวลชีวภาพและการเก็บกักคาร์บอนในมวลชีวภาพในพื้นที่ที่มุ่งเน้นเรื่องการดูดซับหรือการลดก๊าซเรือนกระจกจึงมีความสำคัญ และก่อให้เกิดประโยชน์ได้มาก เนื่องจากสามารถเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการนำไปศึกษาหาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับพื้นที่ อีกทั้งเมื่อพื้นที่มีศักยภาพการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกนี้ดีขึ้นจะส่งผลให้บริเวณนั้น ๆ และบริเวณโดยรอบมีสภาพบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ดีตามไปด้วย และการทราบถึงชนิดของไม้ยืนต้นที่มีคุณสมบัติในการกักเก็บคาร์บอนได้ดี จะทำให้สามารถคัดเลือกชนิดของไม้ยืนต้นที่เหมาะสมและควรนำมาปลูกได้ (พูนพิภพ เกษมทรัพย์, 2550) ซึ่งส่งผลให้พื้นที่นั้น ๆ มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นไปอย่างยั่งยืน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อประเมินผลผลิตมวลชีวภาพและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของพรรณไม้กลุ่มตัวอย่างในพื้นที่สนามกอล์ฟแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร

2. เพื่อเปรียบเทียบปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพรรณไม้กลุ่มตัวอย่างที่ต่างชนิดในพื้นที่สนามกอล์ฟแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร

สมมติฐานการวิจัย

1. ชนิดพรรณไม้ 7 ชนิด ได้แก่ ชมพูพันธุ์ทิพย์ นนทรี หางนกยูงฝรั่ง คูน พญาสัตบรรณ มะฮอกกานี และลีลาวดีมีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพรรณไม้แตกต่างกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ เกณฑ์ที่ใช้คัดเลือกไม้ยืนต้นเพื่อประเมินการกักเก็บคาร์บอนเป็นไปตามระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ (T-VER Methodology) ของ อบก. คือ ต้องเป็นต้นไม้ที่มีเนื้อไม้และมีเส้นรอบวงที่ระดับความสูง 1.3 เมตรตั้งแต่ 15 เซนติเมตรขึ้นไป ทั้งนี้ภายในพื้นที่ศึกษามีไม้ ยืนต้นที่จะสามารถนำไปประเมินได้จำนวน 75 ชนิด 32 วงศ์ (21,867 ต้น) ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มพรรณไม้ทั่วไป 72 ชนิด (7,098 ต้น) กลุ่มปาล์ม 2 ชนิด (1,731 ต้น) และกลุ่มไผ่ 1 ชนิด (13,038 ลำจาก 137 กอ) และปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บในมวลชีวภาพมีทั้งหมดเท่ากับ 1,091.41 ตันคาร์บอน (บริษัท เทพธานีกรีฑา จำกัด, 2561)

อย่างไรก็ตามการศึกษาและเปรียบเทียบนี้ จะศึกษาเฉพาะไม้ยืนต้นในกลุ่มพรรณไม้ทั่วไปที่มีอยู่มากในสนามกอล์ฟ เนื่องจากส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ไม้ดั้งเดิมที่ถูกคัดเลือกเพื่อเพาะกล้าไม้ในโรงเพาะก่อนนำไปปลูก ดังนั้นประชากรที่ใช้ในการวิจัยนี้ ได้แก่ ไม้ยืนต้น จำนวน 5,374 ต้น (ร้อยละ 76) จาก 7 ชนิด 5 วงศ์ ได้แก่ ชมพูพันธุ์ทิพย์ นนทรี หางนกยูงฝรั่ง คูน พญาสัตบรรณ มะฮอกกานี และลีลาวดี โดยไม่ได้ศึกษาชนิดอื่น ๆ อีก 65 ชนิด ที่มีอยู่น้อย (จำนวนเฉลี่ยเท่ากับ 27 ต้น ส่วนใหญ่มีจำนวน 1 ต้น) โดยนำมากำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างด้วยสูตรของเครจซี่และมอร์แกน (Krejcie and Morgan, 1970) ได้ 358 ต้น และสุ่มเก็บตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิตามสัดส่วนของชนิดพรรณไม้ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 พรรณไม้ทั่วไปที่พบมากในพื้นที่สนามกอล์ฟนวธานี เรียงลำดับจากจำนวนมากไปน้อย

ชื่อพื้นเมือง	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อวงศ์	จำนวน		ร้อยละ
			ประชากร	ตัวอย่าง	

ชื่อพื้นเมือง	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อวงศ์	จำนวน		ร้อยละ
			ประชากร	ตัวอย่าง	
1. ชมพูพันธุ์ทิพย์	*Tabebuia rosea* (Bertol.) DC.	BIGNONIACEAE	1,643	109	30.6
2. นนทรี	*Peltophorum dasyrachis* (Miq.) Kurz	LEGUMINOSAE-CAESALPINOIDEAE	1,223	82	22.8
3. หางนกยูงฝรั่ง	*Delonix regia* (BoJ. ex Hook.) Raf	CAESALPINIACEAE	754	50	14.0
4. คูน	*Cassia fistula* L.	LEGUMINOSAE - CAESALPINIOIDEAE	513	34	9.5
5. พญาสัตบรรณ	*Alstonia scholaris* (L.) R. Br.	APOCYNACEAE	493	33	9.2
6. มะฮอกกานี	*Swietenia macrophylla* King	MELIACEAE	404	27	7.5
7. ลีลาวดี	*Plumeria alba* L.	APOCYNACEAE	344	23	6.4
		รวม	5,374	358	100.0

ขั้นตอนการวิจัย มีดังนี้คือ

1. การสำรวจภาคสนาม

การสำรวจภาคสนามร่วมกับทีมผู้เชี่ยวชาญด้านการสำรวจและป่าไม้จากบริษัท เอ็น.พี.เซอร์เวย์ จำกัด เก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิของไม้ยืนต้นที่มีขนาดของความโตหรือเส้นรอบวงที่ระดับความสูง 1.3 เมตร ตั้งแต่ 15 เซนติเมตร ขึ้นไป ประกอบด้วย ชื่อ จำนวน ชนิดพรรณไม้ ความสูงทั้งหมดของต้นไม้ (H) ซึ่งวัดด้วยอุปกรณ์วัดความสูงของต้นไม้ และขนาดความโตของต้นไม้โดยวัดเส้นรอบวงที่ระดับความสูงเพียงอกหรือ 1.3 เมตร (GBH)

2. การประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (aboveground biomass)

การประเมินมวลชีวภาพใช้สมการแอลโลเมตรี ซึ่งเป็นสมการความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (DBH) และความสูงทั้งหมดของต้นไม้ (H) ที่คำนวณมวลชีวภาพทั้งส่วนที่อยู่เหนือดิน ได้แก่ ลำต้น กิ่ง ใบ และส่วนที่อยู่ใต้ดิน ได้แก่ ราก (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2558) โดยกลุ่มพรรณไม้ทั่วไปใช้สมการของ Ogawa et al. (1965) ดังสมการที่ (1) - (4)

$$W_S = 0.0396 (D^2H)^{0.933} \quad (1)$$

$$W_B = 0.00349 (D^2H)^{1.030} \quad (2)$$

$$W_L = (28/ (W_S + W_B + 0.025))^{-1} \quad (3)$$

$$W_T = W_S + W_B + W_L \quad (4)$$

เมื่อ W_S คือ มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็นลำต้น (กิโลกรัม)

W_B คือ มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็นกิ่ง (กิโลกรัม)

W_L คือ มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็นใบ (กิโลกรัม)

W_T คือ มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในทั้งหมด (กิโลกรัม)

D คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (เซนติเมตร)

H คือ ความสูงทั้งหมดของต้นไม้ (เมตร)

3. การประเมินมวลชีวภาพใต้ดิน (belowground biomass)

การหามวลชีวภาพใต้ดิน (W_R) ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ของ IPCC (2006) ซึ่งเป็นสัดส่วนน้ำหนักแห้งของต้นต่อราก ในกลุ่มพรรณไม้ทั่วไปคือ ร้อยละ 27 ของน้ำหนักแห้ง (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2558)

4. การประเมินปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพ (carbon storage in biomass)

ผลผลิตมวลชีวภาพรวม (W_T+W_R) จะสามารถนำมาหาสัดส่วนคาร์บอนในเนื้อไม้ได้โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สำหรับกลุ่มพรรณไม้ทั่วไปของ IPCC (2006) คือ ร้อยละ 47 ของน้ำหนักแห้งทั้งหมด (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2558)

5. การวิเคราะห์ผลและการทดสอบสมมติฐาน

สถิติพรรณนาที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน สถิติอนุมานที่ใช้ทดสอบสมมติฐานในการวิจัย ได้แก่ สถิติทดสอบครัสคัล-วอลลิส (Kruskal-Wallis test) (Garson, 2008) ด้วยวิธีบอนเฟอโรนี (Bonferroni test) (Dunn, 1964)

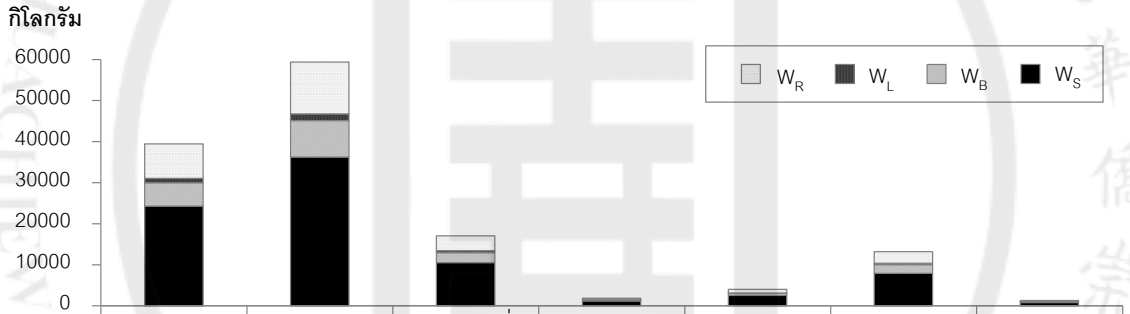
ผลการวิจัย

1. ผลผลิตมวลชีวภาพและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของพรรณไม้กลุ่มตัวอย่าง

พรรณไม้กลุ่มตัวอย่างในพื้นที่สนามกอล์ฟ จำนวน 358 ต้น (7 ชนิด 5 วงศ์) มีขนาดความโตหรือเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอกเฉลี่ยเท่ากับ 25.59 เซนติเมตร ความสูงทั้งหมดเฉลี่ย 9.41 เมตร เมื่อพิจารณาจำแนกรายชนิดพบว่า นนทรีมีขนาดความโตมากที่สุด 35.71 เซนติเมตร รองลงมาคือ มะฮอกกานี ชมพูพันธุ์ทิพย์ หางนกยูงฝรั่ง พญาสัตบรรณ ลีลาวดี และคูน (28.99, 25.75, 24.07, 18.45, 17.01, 12.93 เซนติเมตร) ตามลำดับ และนนทรีมีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด 12.56 เมตร รองลงมาคือ หางนกยูงฝรั่ง ชมพูพันธุ์ทิพย์ มะฮอกกานี พญาสัตบรรณ คูน และลีลาวดี (11.06, 9.15, 8.22, 8.21, 6.30, 3.88 เมตร) ตามลำดับ ผลประเมินผลผลิตมวลชีวภาพของพรรณไม้กลุ่มตัวอย่างพบว่า ผลผลิตมวลชีวภาพรวม (W_T +W_R) เท่ากับ 136,629.62 กิโลกรัมหรือ 136.63 ตัน โดยมีผลผลิตมวลชีวภาพใต้ดินในส่วนราก (W_R) เท่ากับ 29,047.24 กิโลกรัมหรือ 29.05 ตัน (ร้อยละ 21.26) และมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (W_T) เท่ากับ 107,582.38 กิโลกรัมหรือ 107.58 ตัน (ร้อยละ 78.74) ซึ่งจำแนกเป็นส่วนใบ (W_L) 3,710.05 กิโลกรัม (ร้อยละ 2.72) ส่วนกิ่ง (W_B) 19,960.67 กิโลกรัม (ร้อยละ 14.61) และส่วนลำต้น (W_S) 83,911.67 กิโลกรัม (ร้อยละ 61.42) เมื่อพิจารณาผลผลิตมวลชีวภาพรวมจำแนกรายชนิดพบว่า นนทรีมีผลผลิตมวลชีวภาพรวมมากที่สุด 59,416.82 กิโลกรัม รองลงมาคือ ชมพูพันธุ์ทิพย์ 39,419.37 กิโลกรัม หางนกยูงฝรั่ง 17,120.08 กิโลกรัม มะฮอกกานี 13,248.65 กิโลกรัม พญาสัตบรรณ 4,076.76 กิโลกรัม คูน 1,917.67 กิโลกรัม และลีลาวดี 1,358.27 กิโลกรัม (รูปที่ 1)

ดังนั้นปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพรรณไม้กลุ่มตัวอย่างมีเท่ากับ 64,215.92 กิโลกรัม หรือ 64.22 ตัน โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 71.00 กิโลกรัม ทั้งนี้เมื่อพิจารณาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพรรณไม้กลุ่มตัวอย่างจำแนกรายชนิดพบว่า นนทรีมีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพมากที่สุด 27,925.91 กิโลกรัม (ร้อยละ 43.49) รองลงมาคือ ชมพูพันธุ์ทิพย์ 18,560.95 กิโลกรัม (ร้อยละ 28.90) หางนกยูงฝรั่ง 8,046.44 กิโลกรัม (ร้อยละ 12.53) มะฮอกกานี 6,226.87 กิโลกรัม (ร้อยละ 9.70) พญาสัตบรรณ 1,916.07 กิโลกรัม (ร้อยละ 2.98) คูน 901.31 กิโลกรัม (ร้อยละ 1.40) และลีลาวดี 638.39 กิโลกรัม (ร้อยละ 0.99) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาค่ามัธยฐานของปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพรรณไม้กลุ่มตัวอย่างจำแนกรายชนิดพบว่า นนทรีมีค่ามัธยฐานสูงที่สุด (223.56 กิโลกรัม, n = 82) รองลงมาคือ ชมพูพันธุ์ทิพย์ (80.51 กิโลกรัม, n = 109) หางนกยูงฝรั่ง (79.27 กิโลกรัม, n = 50) มะฮอกกานี (65.73 กิโลกรัม, n = 27) พญาสัตบรรณ (43.10 กิโลกรัม, n = 33) คูน (15.43 กิโลกรัม, n = 34) และลีลาวดี (15.42 กิโลกรัม, n = 23) แสดงดังตารางที่ 2

รูปที่ 1 ผลผลิตมวลชีวภาพของพรรณไม้กลุ่มตัวอย่าง 7 ชนิด จำแนกเป็นมวลชีวภาพใต้ดินในส่วนราก (W_R) และมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (W_T) ในส่วนใบ (W_L) ส่วนกิ่ง (W_B) และส่วนลำต้น (W_S)



	ชมพูพันธุ์ทิพย์	นนทรี	หางนกยูงฝรั่ง	คูน	พญาสัตบรรณ	มะฮอกกานี	ลีลาวดี
W_T+ W_R	39491.37	59416.82	17120.08	1917.67	4076.76	13248.65	1358.27
W_T	31095.57	46784.90	13480.37	1509.98	3210.04	10432.01	1069.50
W_R	8395.80	12631.92	3639.70	407.69	866.71	2816.64	288.77
W_L	1072.35	1613.34	464.88	52.10	110.72	359.75	36.90
W_B	5652.72	8867.01	2449.41	232.39	518.56	2074.72	165.85
W_S	24370.49	36304.54	10566.08	1225.49	2580.77	7997.54	866.76

ชนิดพรรณไม้

ตารางที่ 2 ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพรรณไม้กลุ่มตัวอย่าง และผลการเปรียบเทียบที่จำแนกรายชนิดพรรณไม้

ชนิดพรรณไม้กลุ่มตัวอย่าง	คาร์บอนที่กักเก็บในมวลชีวภาพของพรรณไม้			Kruskal Wallis (χ^2)	*P*-value
	ผลรวม		ค่ามัธยฐาน		
	กิโลกรัม	(ร้อยละ)			
1. ชมพูพันธุ์ทิพย์ (109)	18,560.95	(28.90)	80.51		
2. นนทรี (82)	27,925.91	(43.49)	223.56		
3. หางนกยูงฝรั่ง (50)	8,046.44	(12.53)	79.27	85.099*	0.000
4. คูน (34)	901.31	(1.40)	15.43		
5. พญาสัตบรรณ (33)	1,916.07	(2.98)	43.10		
6. มะฮอกกานี (27)	6,226.87	(9.70)	65.73		
7. ลีลาวดี (23)	638.39	(0.99)	15.42		
รวม (n=358)	64,215.92	(100.00)	71.00		

* ผลการทดสอบมีความแตกต่างของค่ามัธยฐานที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ($p<0.05$)

2. ผลการเปรียบเทียบปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพรรณไม้ต่างชนิด

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพรรณไม้กลุ่มตัวอย่างทั้ง 7 ชนิด ด้วยการทดสอบ Kruskal-Wallis พบว่ามีชนิดพรรณไม้อย่างน้อย 1 คู่ ที่มีปริมาณการ กักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพรรณไม้แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 (p = 0.000, n = 358) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย (ตารางที่ 2) เมื่อนำมาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอันดับเป็นรายคู่ ด้วย Dunn-Bonferroni เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างพรรณไม้ 7 ชนิด หรือ 21 คู่ (k = 21) พบว่าชนิดพรรณไม้ที่มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพรรณไม้แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ($p<0.05$) มี 11 คู่ ได้แก่ ชมพูพันธุ์ทิพย์กับนนทรี ชมพูพันธุ์ทิพย์กับคูน ชมพูพันธุ์ทิพย์กับลีลาวดี นนทรีกับหางนกยูงฝรั่ง นนทรีกับคูน นนทรีกับพญาสัตบรรณ นนทรีกับมะฮอกกานี นนทรีกับลีลาวดี หางนกยูงฝรั่งกับคูน หางนกยูงฝรั่งกับลีลาวดี และคูนกับมะฮอกกานี สำหรับอีก 10 คู่ ได้แก่ ชมพูพันธุ์ทิพย์กับหางนกยูงฝรั่ง ชมพูพันธุ์ทิพย์กับพญาสัตบรรณ ชมพูพันธุ์ทิพย์กับมะฮอกกานี หางนกยูงฝรั่งกับพญาสัตบรรณ หางนกยูงฝรั่งกับมะฮอกกานี คูนกับพญาสัตบรรณ คูนกับลีลาวดี พญาสัตบรรณกับมะฮอกกานี พญาสัตบรรณกับลีลาวดี และมะฮอกกานีกับลีลาวดี แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p>0.05$) เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของอันดับจึงสรุปได้ว่า ค่าเฉลี่ยของอันดับของนนทรีมีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ ชมพูพันธุ์ทิพย์ หางนกยูงฝรั่ง มะฮอกกานี พญาสัตบรรณ ลีลาวดี และคูน ซึ่งสามารถจำแนกได้ 4 กลุ่มย่อยคือ กลุ่ม a ได้แก่ นนทรี กลุ่ม b ได้แก่ ชมพูพันธุ์ทิพย์ หางนกยูงฝรั่ง มะฮอกกานี พญาสัตบรรณ กลุ่ม c ได้แก่ มะฮอกกานี พญาสัตบรรณ ลีลาวดี และกลุ่ม d ได้แก่ พญาสัตบรรณ ลีลาวดี และคูน (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอันดับของปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพรรณไม้กลุ่มตัวอย่างเป็นรายคู่ จำแนกตามชนิดพรรณไม้ (n = 358)

ชนิดพรรณไม้	ค่าเฉลี่ยของอันดับ	ผลต่างค่าเฉลี่ยของอันดับ						
		ชมพูพันธุ์ทิพย์	นนทรี	หางนกยูงฝรั่ง	คูน	พญาสัตบรรณ	มะฮอกกานี	ลีลาวดี
1. ชมพูพันธุ์ทิพย์ [b]	80.6	-	-44.0*	1.6	57.1*	33.0	9.8	56.4*
2. นนทรี [a]	124.6		-	45.6*	101.1*	77.0*	53.8*	100.4*
3. หางนกยูงฝรั่ง [b]	79.0			-	55.6*	31.5	8.2	54.8*
4. คูน [d]	23.4				-	-24.2	-47.4*	-0.8
5. พญาสัตบรรณ [bcd]	47.6					-	-23.2	23.4
6. มะฮอกกานี [bc]	70.8						-	46.6
7. ลีลาวดี [cd]	24.2							-

* ผลทดสอบมีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอันดับที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ([a,b,c,d] ผลทดสอบมีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอันดับระหว่างกลุ่ม a, b, c, d ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ภายในกลุ่มมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ)

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1. ผลผลิตมวลชีวภาพของพรรณไม้กลุ่มตัวอย่างในพื้นที่สนามกอล์ฟจำนวน 358 ต้น (7 ชนิด 5 วงศ์) เท่ากับ 136.63 ตัน โดยมีผลผลิตมวลชีวภาพใต้ดินเท่ากับ 29.05 ตัน (ร้อยละ 21.26) มวลชีวภาพเหนือพื้นดินเท่ากับ 107.58 ตัน (ร้อยละ 78.74) และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเท่ากับ 64.22 ตัน (median = 0.071 ตัน) โดยที่นนทรีมีมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพมากที่สุด รองลงมาคือ ชมพูพันธุ์ทิพย์ หางนกยูงฝรั่ง มะฮอกกานี พญาสัตบรรณ คูน และลีลาวดี ผลผลิตมวลชีวภาพและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพรรณไม้กลุ่มตัวอย่างเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับประดิษฐ์ ตรีพัฒนาสุวรรณ และคณะ (2553) ที่พบว่าความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีหรือการเติบโตของ พรรณไม้สอดคล้องกับการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพรรณไม้ อย่างไรก็ตามพรรณไม้แต่ละชนิดนั้นมีมวลชีวภาพที่แตกต่างกัน ซึ่งส่งผลให้ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพรรณไม้แตกต่างกันตามไปด้วย

2. ผลการเปรียบเทียบปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพรรณไม้กลุ่มตัวอย่าง 7 ชนิดในพื้นที่สนามกอล์ฟ พบว่าชนิดพรรณไม้ที่แตกต่างกันมีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอันดับเป็นรายคู่ (21 คู่) พบว่าชนิดพรรณไม้มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 11 คู่ และแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ 10 คู่ ซึ่งสามารถจำแนกได้ 4 กลุ่มย่อยคือ กลุ่มที่ 1 ได้แก่ นนทรี กลุ่มที่ 2 ได้แก่ ชมพูพันธุ์ทิพย์ หางนกยูงฝรั่ง มะฮอกกานี พญาสัตบรรณ กลุ่มที่ 3 ได้แก่ มะฮอกกานี พญาสัตบรรณ ลีลาวดี และกลุ่มที่ 4 ได้แก่ พญาสัตบรรณ ลีลาวดี

และคูน เมื่อจัดเรียงค่าเฉลี่ยของอันดับจากมากไปน้อยพบว่า นนทรีมีค่าเฉลี่ยของอันดับสูงที่สุด รองลงมาคือชมพูพันธุ์ทิพย์ หางนกยูงฝรั่ง มะฮอกกานี พญาสัตบรรณ ลีลาวดี และคูน เนื่องจากนนทรีมีการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพมากที่สุด รองลงมาคือชมพูพันธุ์ทิพย์ หางนกยูงฝรั่ง มะฮอกกานี พญาสัตบรรณ คูน และลีลาวดี ทั้งนี้เนื่องจากนนทรีมีขนาดความโตเฉลี่ยและความสูงเฉลี่ยมากที่สุด อีกทั้งยังมีจำนวนมากจึงทำให้มีมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนมากที่สุด ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับการศึกษาในสวนสันติภาพ กรุงเทพมหานคร ที่พบว่านนทรีมีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดทำให้มีมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนมากที่สุด (ชมพูนุช แสนภพ, 2554) และในสวนลุมพินี กรุงเทพมหานคร ที่พบว่านนทรีและจามจุรีซึ่งมีขนาดกลางถึงขนาดใหญ่และเป็นไม้โตเร็ว มีการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและปริมาณคาร์บอนรวมมากที่สุด (อาริสา สาดิษฐ์ และปิยะกาญจน์ เที้ยธิทรัพย์, 2558)

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยในอนาคต คืออาจศึกษาเกี่ยวกับแนวทางในการเพิ่มศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพรรณไม้เพิ่มเติมให้กับพื้นที่ อาทิ ในพื้นที่ที่ปกคลุมด้วยต้นไม้อาจศึกษาขนาดพื้นที่เรือนยอดและระยะห่างของไม้ยืนต้น เพื่อจัดการพื้นที่ปลูกต้นไม้ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ต้นไม้ขนาดเล็กสามารถนำไปปลูกแซมเพิ่มตามพื้นที่ว่างต่าง ๆ ได้ ในพื้นที่ที่จะปลูกต้นไม้ใหม่อาจจำเป็นต้องศึกษาหรือคัดเลือกพรรณไม้ที่โตเร็ว และเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในเขตเมืองมาปลูก และอาจศึกษาเกี่ยวกับเทคโนโลยีการดูแลพื้นที่ต้นไม้หรือป่าไม้เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพอย่างสูงสุดและยั่งยืน เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

กัลยา วัฒยากร และสาพิศ ดิลกสัมพันธ์. (2554). วัฏจักรคาร์บอน. *รายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1: องค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ.* คณะทำงานกลุ่มที่ 1 สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. อัศวมน ลิ่มสกุล, อำนาจ ชิดไทสง, กัณฑรีย์ บุญประกอบ (บรรณาธิการ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ชมพูนุช แสนภพ. (2554). *การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของไม้ต้นในสวนสันติภาพ กรุงเทพมหานคร*. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นาฏสุดา ภูมิจำนงค์. (2547). แหล่งกักเก็บก๊าซเรือนกระจกจากภาคป่าไม้และกิจกรรมการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินภายใต้พิธีสารโตเกียว. *เอกสารประกอบการประชุมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทางด้านป่าไม้ : ป่าไม้กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ*, 16-17 สิงหาคม 2547 ณ โรงแรมมารวย การ์เดน กรุงเทพฯ. กรุงเทพฯ: กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช.

บริษัท เทพธานีกรีฑา จำกัด. (2561). *เอกสารข้อเสนอโครงการสำหรับโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจของประเทศไทย สาขาป่าไม้และการเกษตร: โครงการสนามกอล์ฟนวธานีปอดของกรุงเทพมหานคร (เอกสารฉบับที่ 01)*. สมุทรปราการ: มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ (เอกสารไม่ตีพิมพ์).

ประดิษฐ์ ตรีพัฒนาสุวรรณ, สาพิศ ดิลกสัมพันธ์, ดุริยะ สถาพร และเจด็จ รัตนแก้ว. (2553). *การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพรรณไม้บางชนิดที่ปลูก ณ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดสกลนคร*. สืบค้นเมื่อ 20 มีนาคม 2561, จาก มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ เว็บไซต์: http://frc.forest.ku.ac.th/frcdatabase/bulletin/ws_ document/ R195301.pdf

พูนพิภพ เกษมทรัพย์. (2550). *ต้นไม้และสภาวะโลกร้อน.* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลดาวัลย์ พวงจิตร. (2554). ศักยภาพและแนวทางในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคป่าไม้และการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน. *รายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1: องค์ความรู้ด้านการลดก๊าซเรือนกระจก*. คณะทำงานกลุ่มที่ 3 สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. สิรินทรเทพ เต้าประยูร, จำนง สรพิพัฒน์, อำนาจ ชิดไธสง (บรรณาธิการ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

อาริสา สาดิษฐ์ และปิยะกาญจน์ เที้ยธิทรัพย์. (2558). *การกักเก็บคาร์บอนของพื้นที่สวนสาธารณะในกรุงเทพมหานคร: กรณีศึกษาสวนลุมพินี*. สืบค้นเมื่อ 27 มีนาคม 2561, จาก มหาวิทยาลัยเกษตร ศาสตร์ เว็บไซต์: http://www.conference.forest.ku.ac.th/iDocument/edit_20150405_123151.pdf

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2558). *คู่มืออ้างอิงการพัฒนาโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย สาขาป่าไม้และการเกษตร.* กรุงเทพฯ: องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน).

Dunn, O. J. (1964). Multiple comparisons using rank sums, *Technometrics*, *6*, 241-252.

Garson, D.G. (2008). *Tests for more than two independent samples: Kruskal-Wallis H, Median, and Jonckheere-Terpstra tests*. Retrieved February 22, 2018, from Statnotes: Topics in Multivariate Analysis Website: http://faculty.chass.ncsu.edu/garson/pa765/statnote.htm

IPCC. (2006). *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Chapter 4 Forestland*. Japan: National Greenhouse Gas Inventories Programme, IGES.

Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). Determining Sample Size for Research Activities. *Educational and Psychological Measurement, 30*, 607- 610.

Ogawa, H., Yoda, K., & Kira, T. (1965). A preliminary survey on the vegetation of Thailand. *Nature and Life in SE Asia*, 1, 21-157.