รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ปริมาณมวลชีวภาพและศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในส่วนเหนือพื้นดิน ของต้นพะยูง โดยใช้หลักการของแอลโลเมตรี

BIOMASS AND CARBON STORAGE IN ABOVEGROUND OF SIAMESE ROSEWOOD (*Dalbergia cochinchinesis Pierre*) BASED ON ALLOMETRIC PRINCIPLE

กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์

มินตรา ตุ้มทอง

ภูริสา สถิตย์ภูมิ

อรวรรณ์ โภชธิหรรษา

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2558

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ปริมาณมวลชีวภาพและศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในส่วนเหนือพื้นดินของต้นพะยูง โดยใช้หลักการของแอลโลเมตรี

BIOMASS AND CARBON STORAGE IN ABOVEGROUND OF SIAMESE ROSEWOOD (*Dalbergia cochinchinesis Pierre*) BASED ON ALLOMETRIC PRINCIPLE

กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์

มินตรา ตุ้มทอง

ภูริสา สถิตย์ภูมิ

อรวรรณ์ โภชธิหรรษา

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2558

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อโครงการ ปริมาณมวลชีวภาพและศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในส่วนเหนือพื้นดินของต้นพะยูง โดยใช้หลักการของแอลโลเมตรี

แหล่งเงิน งบวิจัย เงินรายได้คณะวิทยาศาสตร์

ประจำปีงบประมาณ 2558 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 50,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2557 ถึง 30 กันยายน 2558

ชื่อ-สกุล นางสาวกลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์ นางสาวมินตรา ตุ้มทอง นางสาวภูริสา สถิตภูมิ และ นางสาวอรวรรณ์ โภชธิหรรษา

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้เพื่อศึกษาปริมาณมวลชีวภาพในส่วนเหนือพื้นดินและการเปรียบเทียบศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของต้นพะยูงอายุ 26 และ 28 ปี ในแปลงปลูก ณ สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช โดยวางแปลงตัวอย่างขนาด 40 × 40 เมตร ช่วงอายุละ 1 แปลง และวัดมิติต่างๆของต้นไม้เพื่อนำไปหาปริมาณมวลชีวภาพในส่วนเหนือพื้นดินโดยใช้หลักการของ allometric principle พร้อมเก็บตัวอย่างส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้เพื่อวิเคราะห์ความเข้มข้นของคาร์บอนสำหรับการประเมินศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนของต้นพะยูง ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าพะยูงอายุ 26 ปี มีปริมาณมวลชีวภาพส่วนเหนือพื้นดินสูงกว่าไม้พะยูงอายุ 28 ปี คือ 134.41 และ 114.60 ตัน/เฮกตาร์ และทั้ง 2 ช่วงอายุจะมีปริมาณมวลชีวภาพในส่วนของลำต้นมากที่สุด รองลงมาคือส่วนของกิ่งและใบตามลำดับ ส่วนความเข้มข้นของคาร์บอนในมวลชีวภาพมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ระหว่างส่วนของต้นไม้และอายุของต้นไม้ โดยความเข้มข้นของคาร์บอนเฉลี่ยของต้นพะยูงอายุ 26 และ 28 ปีมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 49.32 และ49.83 %/น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนนั้นแสดงให้เห็นว่าต้นพะยูงอายุ 26 ปีมีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนสูงกว่าต้นพะยูงอายุ 28 ปี คือ มีค่า 131.42 และ 108.24 ตัน/เฮกตาร์ โดยส่วนที่มีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนมากที่สุดคือส่วนของลำต้น รองลงมาคือส่วนของกิ่งและใบ ตามลำดับ

คำสำคัญ : มวลชีวภาพในส่วนเหนือพื้นดิน การกักเก็บคาร์บอน ความเข้มข้นของคาร์บอน พะยูง

Research Title: BIOMASS AND CARBON STORAGE IN ABOVEGROUND OF SIAMESE ROSEWOOD (*Dalbergia cochinchinesis Pierre*) BASED ON ALLOMETRIC PRINCIPLE

Researcher: Miss Glinsukol Suwannarat, Mintra Tumtong, Purisa Sattitpoom, and Orawan Phochthihansa

Faculty: Science **Department:** Chemistry

ABSTRACT

The purpose of this study was estimated of biomass in aboveground and comparing carbon storage in biomass between 26 and 28 year old Siamese rosewood at Sakaerat Silvicultural Reseach Station plantation. For each tree age , a 40 × 40 m. sample plots were laid out and tree dimensions were measured. Accordingly in order to estimate aboveground biomass based on allometric principle. In addition , carbon contents of different parts of trees sample were examined to assess the carbon storage in biomass. The result indicated that biomass in 26 year old tree is higher than 28 year old tree were 134.41 and 114.60 ton/ha. The highest biomass was observed in stem , followed by branch and leaf , respectively for all of tree ages.The differences in carbon contents between among tree organ (i.e. stem , branches and leaf) and tree ages were statistically significant ($p<0.05$). In consistent with carbon contents of 26 and 28 years old trees with the mean values were 49.32 and 49.83 % of dry weight , respectively. The carbon storage was higher for 26 years old than 28 years old trees (131.42 and 108.24 ton/ha). Moreover the highest carbon storage was observed in stem , following by branch and leaf.

Keywords : aboveground biomass, carbon storage, carbon conten, Siamese rosewood

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงมาได้ด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือของนางสาวภูริสา สถิตย์ภูมิ นางสาวมินตรา ตุ้มทอง และนางสาวอรวรรณ์ โภชธิหรรษา ในการเก็บตัวอย่าง วิเคราะห์ตัวอย่าง

ขอขอบพระคุณ ผศ.พิสมัย ชัยรัตน์อุทัย และ ผศ.กรองแก้ว ทิพยศักดิ์ ที่ให้คำแนะนำและเสนอข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์เพื่อนำไปแก้ไขงานวิจัยให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาเคมีทุกท่านได้แก่ คุณสาคร สอนพงษ์ คุณณัฐพล ไกรธรรม คุณปราณี บุญวัฒน์ คุณสุรินทร์ เหล่าวงศ์พระจันทร์ และคุณชัชชัย ลัทธิลักขณา ที่ให้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวกในการทดลอง

ขอขอบคุณ ผอ. ธิติ วิสารัตน์ (ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านวิจัยและการจัดการป่าไม้) ที่ให้ความอนุเคราะห์อนุญาตให้ใช้พื้นที่ในการศึกษาครั้งนี้

ขอขอบคุณ นายดุริยะ สถาพร (นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ) ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการทำงานวิจัยนี้ และเจ้าหน้าที่สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราชทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์และความช่วยเหลือเป็นอย่างดีในการเก็บตัวอย่างต้นพะยูงเพื่อทำการวิจัยในครั้งนี้ จนทำให้งานวิจัยเล่มนี้ประสบความสำเร็จ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VII
คำย่อและสัญลักษณ์	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 คาร์บอนไดออกไซด์	3
2.1.1 วัฏจักรคาร์บอน	3
2.1.2 ปรากฏการณ์เรือนกระจก	4
2.1.3 ผลกระทบจากปรากฏการณ์เรือนกระจก	5
2.2 การกักเก็บคาร์บอนในรูปแบบมวลชีวภาพ	6
2.3 ลักษณะต้นพะยูง	9
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
2.5 ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ทำการศึกษา	15
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	20
3.1 เครื่องมือ	20
3.2 วิธีการ	20
3.2.1 การศึกษาปริมาณการเก็บกักคาร์บอนส่วนเหนือพื้นดิน	20

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล	23
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	25
4.1 ผลการสำรวจแปลงตัวอย่างเบื้องต้น	25
4.2 สมการแอลโลเมตรีสำหรับการประมาณมวลชีวภาพ	27
4.3 ผลการประมาณมวลชีวภาพส่วนเหนือพื้นดิน	28
4.4 ความเข้มข้นของคาร์บอนในมวลชีวภาพ	30
4.5 สมการแอลโลเมตรีสำหรับการประมาณการกักเก็บคาร์บอน	32
4.6 ศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพ	33
บทที่ 5 สรุปผลวิจัยและข้อเสนอแนะ	35
5.1 สรุปผลการวิจัย	35
5.2 ข้อเสนอแนะ	35
เอกสารอ้างอิง	36
ภาคผนวก	38
ภาคผนวก ก อุปกรณ์สำหรับงานวิจัยและการเก็บตัวอย่างต้นไม้	38
ภาคผนวก ข ตารางบันทึกการเก็บข้อมูลต้นพะยูง	44
ภาคผนวก ค ข้อมูลสำหรับการคำนวณ Allometic principle	78

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ลักษณะภูมิอากาศบริเวณสถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างปี 2546 - 2555	16
4.1 การจัดชั้นความโตของต้นพะยูงอายุ 28 ปี	25
4.2 การจัดชั้นความโตของต้นพะยูงอายุ 26 ปี	26
4.3 สมบัติทั่วไปของต้นพะยูง ณ สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช	26
4.4 สมการแอลโลเมตรีของมวลชีวภาพส่วนต่างๆของต้นพะยูงอายุ 26 และ 28 ปี	27
4.5 มวลชีวภาพส่วนต่างๆของต้นพะยูงอายุ 26 และ 28 ปี	28
4.6 ค่าเฉลี่ยของปริมาณคาร์บอนในส่วนต่าง ๆ ของต้นพะยูงอายุ 26 และ 28 ปี	31
4.7 สมการแอลโลเมตรีของการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพส่วนต่าง ๆ ของต้นพะยูงอายุ 26 และ 28 ปี	32
4.8 การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพส่วนต่าง ๆ ของต้นพะยูงอายุ 26 และ 28 ปี	33

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ลักษณะลำต้น กิ่ง ใบของต้นพะยูง	10
2.2 แผนที่แปลงปลูกพะยูงอายุ 26 ปี (Site A) และแปลงปลูกพะยูงอายุ 28 ปี (Site B) (สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา, 2551)	17
2.3 แสดงแผนที่แปลงปลูกพะยูงอายุ 26 ปี (Site A) (สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา , พ.ศ. 2551)	18
2.4 แสดงแผนที่แปลงปลูกพะยูงอายุ 28 ปี (Site B) (สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา , พ.ศ. 2551)	19
3.1 ระดับการวัดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับต่าง ๆ และการวัดความสูงที่ระดับ ต่าง ๆ	22
4.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณมวลชีวภาพ (ตัน/เฮกตาร์) ในส่วนต่าง ๆ ของไม้พะยูงอายุ 26 และ 28 ปี	29
4.2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในส่วนต่าง ๆ ของต้นพะยูงอายุ 26 และ 28 ปี	34

คำย่อและสัญลักษณ์

กิ่ง < 2	กิ่งที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2 เซนติเมตร
กิ่ง 2-5	กิ่งที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 2-5 เซนติเมตร
กิ่ง > 5	กิ่งที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 5 เซนติเมตร
$C_{branch<2}$	การกักเก็บคาร์บอนในส่วนของกิ่งที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2 เซนติเมตร
$C_{branch2-5}$	การกักเก็บคาร์บอนในส่วนของกิ่งที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 2-5 เซนติเมตร
$C_{branch>5}$	การกักเก็บคาร์บอนในส่วนของกิ่งที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 5 เซนติเมตร
$C_{dried\ branch}$	การกักเก็บคาร์บอนในส่วนของกิ่งแห้ง
C_{leaf}	การกักเก็บคาร์บอนในส่วนของใบ
C_{stem}	การกักเก็บคาร์บอนในส่วนของลำต้น
D_B	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับกิ่งสดกิ่งแรก
DBH	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (เหนือจากพื้นดิน 1.30 เมตร)
D_0	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับชิดดิน
D_{30}	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับ 30 เซนติเมตรเหนือพื้นดิน
H	ความสูงทั้งหมดของต้นไม้
H_B	ความสูงที่ระดับกิ่งสดกิ่งแรก
H_2	ความสูงที่กิ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 2 เซนติเมตร

คำย่อและสัญลักษณ์ (ต่อ)

W_{branch}	มวลชีวภาพในส่วนของกิ่ง
W_{leaf}	มวลชีวภาพในส่วนของใบ
W_{stem}	มวลชีวภาพในส่วนของลำต้น
W_{total}	มวลชีวภาพรวมทั้งหมดในส่วนเหนือพื้นดิน
Ton/ha	ตัน/เฮกตาร์
%	เปอร์เซ็นต์หรือร้อยละ
1 กิโลกรัม	1000 กรัม
1 ตัน	1000 กิโลกรัม
1 ไร่	1 / 6.25 เฮกตาร์

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปรากฏการณ์ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas Effect) หรือที่เรียกว่า ภาวะโลกร้อน (global warming) เกิดจากก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases) เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซมีเทน (CH_4) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) เป็นต้น ลอยขึ้นไปรวมตัวกันอยู่บนชั้นบรรยากาศของโลกเสมือนแผ่นกระจกในเรือนเพาะชำ ทำให้รังสีของดวงอาทิตย์ที่ควรจะสะท้อนกลับออกไปในปริมาณที่เหมาะสม กลับถูกก๊าซเรือนกระจกเหล่านี้กักเก็บไว้ ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศบนโลกค่อยๆ สูงขึ้นจากเดิม ไม่ว่าจะเป็นอากาศบริเวณใกล้ผิวโลกและน้ำในมหาสมุทร ในช่วง 100 ปีที่ผ่านมาอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงขึ้นถึง 0.74 องศาเซลเซียส และจากแบบจำลองการคาดคะเนภูมิอากาศพบว่าในปี พ.ศ. 2544–2643 อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงขึ้นถึง 0.74 องศาเซลเซียส และแบบจำลองการคาดคะเนภูมิอากาศ

สาเหตุสำคัญของภาวะโลกร้อนมากกว่าร้อยละ 75 เกิดจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงประเภทฟอสซิล (Fossil Fuels) เช่น ถ่านหิน น้ำมันปิโตรเลียม และก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น รองลงมาคือ การสูญเสียคาร์บอนจากการทำลายป่าในเขตร้อนเพื่อเปลี่ยนเป็นพื้นที่เกษตรกรรม จากรายงานการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ ฉบับที่ 2 พบว่า ในปี พ.ศ 2543 ประเทศไทยมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิ เท่ากับ 229.08 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2 equivalent) เกิดจากกิจกรรมในภาคพลังงานมากที่สุดถึงร้อยละ 69.57 ในขณะที่ภาคป่าไม้มีการดูดซับมากกว่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ถึงร้อยละ 3.44 (ศูนย์วิทยาการขั้นสูงด้านทรัพยากรธรรมชาติเขตร้อน คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2557)

ต้นไม้ ไม่ว่าจะเป็นในป่าธรรมชาติ สวนป่า สวนสาธารณะ หรือริมถนน มีบทบาทสำคัญในการช่วยกักเก็บคาร์บอน เริ่มจากต้นไม้ดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศนำมาสร้างสารอินทรีย์ ซึ่งมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบและนำมากักเก็บไว้ในส่วนต่างๆ ได้แก่ ลำต้น กิ่ง ใบ และรากในรูปของมวลชีวภาพ (Biomass) ช่วยลดการปลดปล่อยปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เข้าสู่ชั้นบรรยากาศ ช่วยบรรเทาภาวะโลกร้อนได้ จึงเป็นที่มาของการศึกษาวิจัยต่างๆ เพื่อลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก (ศูนย์วิทยาการขั้นสูงด้านทรัพยากรธรรมชาติเขตร้อน คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2557)

พะยูงเป็นชื่อพื้นเมืองทางการของไม้ชนิดนี้ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Dalbergia cochinchinensis* Pierre อยู่ในอนุวงศ์ Papilionaceae วงศ์ Leguminosea มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศไทย พม่า กัมพูชา ลาว และเวียดนาม พะยูงจัดว่าเป็นไม้มีค่าทางเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยในปัจจุบัน ต้นพะยูงเป็นที่ได้รับความนิยมนำเนื้อไม้มาใช้ประโยชน์เนื่องจากเป็นไม้เนื้อแข็งราคาแพง จึงทำให้มีการลักลอบตัดกันเป็นจำนวนมาก หากสถานการณ์ของไม้พะยูงยังเป็นแบบนี้ต่อไปเรื่อยๆ อาจจะได้เห็นไม้พะยูงกลายเป็นต้นไม้ที่สูญพันธุ์อย่างแน่นอนด้วยเหตุผลนี้ทำให้ทางคณะวิจัยให้ความสนใจที่จะทำการศึกษาพะยูงในแง่ศักยภาพของต้นพะยูงในการกักเก็บปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศในรูปของมวลชีวภาพ เพื่อให้บุคคลทั่วไปเล็งเห็นความสำคัญในการอนุรักษ์และดูแลรักษาไม้พะยูงให้คงอยู่ต่อไป

1.1 วัตถุประสงค์ของโครงงานวิจัย

1.2.1 เพื่อประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นพะยูง

1.2.2 เพื่อศึกษาศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นพะยูง

1.2.4 เพื่อเปรียบเทียบปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของต้นพะยูงในช่วงอายุที่ต่างกัน

1.2 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ศึกษาในพื้นที่สวนป่าไม้พะยูงของสถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช ตำบลอุดมทรัพย์ อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา

1.3.2 ช่วงอายุของต้นพะยูงที่ทำการศึกษาคือ 26 ปีและ 28 ปี

1.3.3 ศึกษาศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินด้วยหลักการ Allometric Principle และศึกษาปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในมวลชีวภาพ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบถึงปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นพะยูง

1.4.2 ทราบถึงศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนในรูปมวลชีวภาพต้นพะยูง

1.4.3 ทราบถึงศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในซากพืชที่ร่วงหล่นของต้นพะยูง

1.4.4 ทราบถึงประโยชน์ในแง่ของการดูดซับปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศเพื่อลดปัญหาก๊าซเรือนกระจก

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1. คาร์บอนไดออกไซด์

คาร์บอนไดออกไซด์ มีสูตรทางเคมีว่า CO_2 เป็นสารที่ไม่มีสีไม่มีกลิ่นหนักกว่าอากาศประมาณ 1.5 เท่าในสภาวะปกติจะเสถียรเป็นอากาศเฉลี่ยและไม่เป็นพิษในอากาศโดยทั่วไปมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อยู่ประมาณ 330 ppm (parker *et al.*, 1984) แต่ในปัจจุบันก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้เพิ่มขึ้นเป็นปริมาณ 356 ppm (O'neil *et al.*, 1997) และอาจเพิ่มปริมาณเป็น 600 ppm ในกลางศตวรรษหน้า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีแหล่งกำเนิดมาจากการหายใจของพืชและสัตว์ การเผาไหม้ของไม้ ถ่านหิน แก๊ส น้ำมัน และสารประกอบอื่นๆที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ จากบ่อน้ำร้อนและภูเขาไฟ จากทะเลหรือมหาสมุทร ซึ่งเป็นแหล่งเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ ที่สำคัญที่เมื่อความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศลดลงคาร์บอนไดออกไซด์จากทะเลก็แพร่เข้าสู่บรรยากาศได้ คาร์บอนที่อยู่ในชั้นบรรยากาศมีโอกาสหมุนเวียนเข้าสู่สิ่งมีชีวิตได้ โดยการสังเคราะห์แสงของผู้ผลิต พืชพรรณธรรมชาติ เป็นสำคัญ อัตราการจับคาร์บอนจากชั้นบรรยากาศของพืชในระบบนิเวศน์แต่ละแห่งมีค่าไม่เท่ากัน ป่าเขตร้อนมีอัตราการจับคาร์บอน ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในอัตราปีละ 1-2 กิโลกรัมต่อตารางกิโลเมตร ในขณะเดียวกับที่เขตทุนดราหรือทะเลทรายที่ว่างเปล่าสามารถจับได้เพียง 10-20 กรัมต่อ 1 ตารางกิโลเมตร ซึ่งถือได้ว่าเป็นเพียงร้อยละ 1-2 ของป่าเขตร้อนเท่านั้น ส่วนในเขตอบอุ่นบริเวณที่เป็นป่าหรือบริเวณที่ทำการเพาะปลูก พืชมีอัตราการจับคาร์บอนอยู่ระหว่าง 0.2-0.4 กิโลกรัมต่อตารางกิโลเมตร อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาทั้งโลกนิเวศนั้นจะพบว่าอัตราการสร้างสารอินทรีย์จากคาร์บอนทั้งหมด คิดเป็นน้ำหนักของสารอินทรีย์ได้ประมาณ 20,000-30,000 ล้านตันต่อปี ส่วนในมหาสมุทรนั้นมีแพลงตอนพืช ทำหน้าที่จับคาร์บอน ประมาณ 4 หมื่นล้านตันต่อปี (วนบุษป์ เสือดี. 2543.)

2.1.1 วัฏจักรคาร์บอน

คาร์บอน (Carbon) เป็นธาตุที่มีอยู่ในสารประกอบอินทรีย์เคมีทุกชนิด ดังนั้นวัฏจักรคาร์บอนมัก ไปสัมพันธ์กับวัฏจักรอื่น ๆในระบบนิเวศ คาร์บอนเป็นองค์ประกอบสำคัญอย่างหนึ่งของสารอินทรีย์สารในสิ่งมีชีวิต เช่น คาร์โบไฮเดรด โปรตีน ไขมัน วิตามิน

วัฏจักรคาร์บอน หมายถึง การที่แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศถูกนำเข้าสู่สิ่งมีชีวิต หรือออกจากสิ่งมีชีวิตคืนสู่บรรยากาศ และน้ำอีกหมุนเวียนกันไปเช่นนี้ไม่มีที่สิ้นสุดโดยคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในบรรยากาศและน้ำถูกนำเข้าสู่สิ่งมีชีวิตผ่านกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชโดยดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศมาทำปฏิกิริยากับน้ำเกิดเป็น

คาร์โบไฮเดรตขึ้นมาโดยมีแสง คลอโรฟิลล์และเอ็นไซม์เป็นตัวทำปฏิกิริยา ได้ผลผลิตคือ คาร์โบไฮเดรต ซึ่งอยู่ในรูปของน้ำตาล จะถูกเปลี่ยนเป็นอินทรียสารที่มีพลังงานสะสมอยู่ต่อมาสารอินทรียสารที่พืชสะสมไว้บางส่วนถูกถ่ายทอดไปยังผู้บริโภคในระบบต่าง ๆ โดยการกินคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ออกจากสิ่งมีชีวิตคืนสู่บรรยากาศและน้ำได้หลายทาง ได้แก่

2.1.1.1 การหายใจของพืชและสัตว์ เพื่อให้ได้พลังงานออกมาใช้ ทำให้คาร์บอนที่อยู่ในรูปของอินทรีย สารถูกปลดปล่อยออกมาเป็นอิสระในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)

2.1.1.2 การย่อยสลายสิ่งขับถ่ายของสัตว์ และ ซากพืชซากสัตว์ ทำให้คาร์บอนที่อยู่ในรูปของ อาหารถูกปลดปล่อยออกมาเป็นอิสระในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)

2.1.1.3 การเผาไหม้ของถ่านหิน น้ำมัน และคาร์บอเนต เกิดจากการทับถมของ ซากพืชซากสัตว์เป็นเวลานาน

2.1.1.4 วัฏจักรของคาร์บอนสัมพันธ์กับวัฏจักรน้ำเสมอความสมดุลของคาร์บอนไดออกไซด์(CO_2) ในอากาศเกิดจากการแลกเปลี่ยนของคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในอากาศกับน้ำถ้าในอากาศ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มากเกินไป ก็จะมีการละลายอยู่ในรูปของกรดคาร์บอนิก (H_2CO_3) ดังสมาการต่อไปนี้

$$CO_2 + H_2O \longrightarrow H_2CO_3$$

2.1.2 ปรากฏการณ์เรือนกระจก

ปรากฏการณ์เรือนกระจก หมายถึง ปรากฏการณ์ที่แสงอาทิตย์ผ่านลงมาและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซอื่น ๆ ที่พอกพูนอยู่ในบรรยากาศระดับต่ำ จะตัดความร้อนเอาไว้ไม่ให้สะท้อนออกไป ทำให้เกิดภาวะเรือนกระจก เหมือนกับเรือนกระจกที่ใช้ปลูกต้นไม้ในเมืองหนาว ภูมิอากาศของโลก จะถูกขับเคลื่อนด้วยพลังงานจากดวงอาทิตย์ เมื่อแสงอาทิตย์ตกกระทบผิวโลก พลังงานบางส่วนจะสูญเสียไปในการทำให้พื้นผิวของโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น โดยโลกจะสะท้อนและแผ่กระจายพลังงานบางส่วนที่เหลือกลับคืนสู่บรรยากาศในรูปความร้อนแต่ก๊าซเรือนกระจก (Green House Gas: GHGs) ที่อยู่ในชั้นบรรยากาศของโลก จะช่วยกันกักเก็บพลังงานความร้อนเหล่านี้เอาไว้ด้วยการดูดซับ การสะท้อน หรือแผ่กระจายพลังงานความร้อนกลับสู่พื้นโลกอีกครั้ง ดังนั้นบรรยากาศในชั้นนี้จึงกระทำตัวเสมือนเป็นเรือนกระจก กล่าวคือ ยอมให้พลังงานในช่วงคลื่นสั้น เช่น รังสียูวีจากดวงอาทิตย์ผ่านเข้ามาได้แต่ไม่ยอมให้พลังงานในช่วงคลื่นยาว (รังสีอินฟราเรดหรือคลื่นความร้อน) ผ่านออกไป ปรากฏการณ์เรือนกระจกจึงทำให้เกิดการเก็บสะสมความร้อนอยู่ภายในชั้นบรรยากาศทำให้โลกร้อนมากขึ้น ยิ่งมีก๊าซเรือนกระจกมากขึ้นเท่าไรความร้อนก็จะถูกกักไว้ในชั้นบรรยากาศมากขึ้น ส่งผลให้อุณหภูมิของโลกยิ่งร้อนมากขึ้นตามไปด้วย (ธนพงศ์ โพธิแท่น. 2541.)

2.1.3 ผลกระทบจากปรากฏการณ์เรือนกระจกจากการที่อุณหภูมิโลกสูงขึ้น ก่อผลกระทบตามมามากมายทั้งต่อสิ่งแวดล้อม และสภาพความเป็นอยู่ของมนุษย์ ตัวอย่างเช่น

2.1.3.1 ผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศ

สภาวะโลกร้อนที่มนุษย์สร้างขึ้นได้ทำให้โลกมีอุณหภูมิสูงขึ้นตลอดศตวรรษที่ผ่านมาโดยนักวิทยาศาสตร์สามารถพิสูจน์ให้เห็นได้ว่า สภาวะโลกร้อนได้ส่งผลกระทบถึงความดันบรรยากาศและการเปลี่ยนแปลงในความดันบรรยากาศนี้เองที่มีอิทธิพลต่อภูมิอากาศโลกเพราะความดันอากาศจะควบคุมการไหลเวียนบรรยากาศ ดังนั้นจึงมีอิทธิพลต่อการเคลื่อนไหวของความชื้นโดยการเปลี่ยนแปลงนี้จะส่งผลกระทบต่อปริมาณของฝนที่ตก ความรุนแรงของลม และพายุ

2.1.3.2 ผลกระทบต่อแหล่งน้ำ

ปริมาณน้ำฝนที่มากขึ้นก่อให้เกิดอุทกภัยและแผ่นดินถล่ม ดินอุดมสมบูรณ์ถูกพัดพาคงเดิมไปตามลำน้ำเกิดเป็นความขุ่นของสายน้ำเมื่อตกตะกอนจะสร้างความตื้นเขินให้แก่แหล่งน้ำ เมื่อสายน้ำขุ่นไหลออกสู่ชายฝั่งจะทำลายแนวปะการังแหล่งอาศัยและอนุบาลสัตว์น้ำ นอกจากนั้นแล้วตะกอนดินที่มีปริมาณธาตุไนโตรเจนสูงยังช่วยเร่งการเจริญเติบโตของสาหร่ายตามชายฝั่ง เมื่อสาหร่ายเหล่านี้ตายลงจะเกิดการเน่าเสียที่ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลงจนเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ

2.1.3.3 ผลกระทบต่อแหล่งพลังงาน

ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อแหล่งพลังงานเกิดขึ้นกับกิจกรรมขุดเจาะน้ำมันในมหาสมุทรที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเกิดพายุหมุนที่รุนแรงย่อมเป็นอุปสรรคในการขุดเจาะน้ำมันในทะเลและมหาสมุทร วาตภัยอาจกระหน่ำแท่นขุดเจาะน้ำมันในทะเลจนอับปาง การผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานน้ำ พลังงานนิวเคลียร์ พลังงานลมก็อยู่ในข่ายที่จะได้รับผลกระทบจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศมากกว่าการผลิตพลังงานรูปแบบอื่นๆ โดยเฉพาะระดับน้ำที่ลดลงอย่างมากของเขื่อนในหน้าแล้ง ทำให้มีปริมาณน้ำไม่พอต่อการผลิตไฟฟ้า

2.1.3.4 ผลกระทบต่อระดับน้ำทะเลและที่อยู่อาศัยของมนุษย์

นักวิทยาศาสตร์คาดว่าถ้าอุณหภูมิโดยเฉลี่ยของโลกเพิ่มขึ้นอีก 0.3^{o}C จะทำให้กราเซียร์ (glacier) เกิดการละลายจนระดับน้ำในมหาสมุทรเพิ่มขึ้นอีก 100 เมตร การขยายตัวของมหาสมุทรทำให้เมืองที่อยู่บริเวณชายฝั่งทะเลและที่ราบลุ่มปากแม่น้ำที่อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลไม่มากจะถูกน้ำท่วมจนมนุษย์ต้องย้ายถิ่นฐานใหม่ซึ่งมีผลกระทบต่อสภาพความเป็นอยู่และสภาพสังคม

2.1.3.5 ผลกระทบต่อการเกษตรกรรม

ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มสูงขึ้นจะเร่งการเจริญเติบโตของพืชแต่ในบริเวณที่มีการจัดสรรน้ำในการชลประทานได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการในการเกษตรกรรมอากาศที่ร้อนขึ้นจะเร่งการระเหยและการคายน้ำของพืชทำให้พืชเกิดอาการเหี่ยวแห้งตายในขณะเดียวกันอากาศร้อนยังเร่งการเจริญเติบโตของแมลงและจุลินทรีย์บางชนิดที่ทำลายพืช

2.1.3.6 ผลกระทบต่อระบบนิเวศวิทยาของโลก

ระดับน้ำทะเลที่สูงและอุ่นขึ้นทำให้สัตว์และพืชต่างๆต้องปรับตัวอย่างหนักเพื่อความอยู่รอดและถ้าปรับตัวไม่ได้ก็จะล้มตายลง เช่น ในปี1998อุณหภูมิที่สูงขึ้นของน้ำทะเลได้ทำลายปะการังของโลกไปร้อยละ10 และส่งผลกระทบต่อการสืบพันธุ์ของสัตว์ นอกจากนั้นระดับน้ำที่สูงขึ้นยังทำให้เกิดการสูญพันธุ์ของกบ50 ชนิดในป่าของคอสตาริก้า (Coata Rica)ในมหาสมุทรอาร์คติกแมวน้ำและหมีขาวกำลังเผชิญชะตากรรมที่เลวร้ายจากช่วงฤดูหนาวที่สั้นลง ส่วนดินแดนในเขตมรสุมจะมีพายุฤดูร้อนเกิดบ่อยและรุนแรงขึ้นโดยระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้นทำให้เกิดการสูญเสียของผลิตผลทางการเกษตรและมีการระบาดที่มากขึ้นของแมลงและเชื้อโรคหลายชนิด นอกจากนั้นการระบาดนี้ยังค่อยๆลามขึ้นไปในดินแดนทางขั้วโลกและที่สูงตามยอดเขาที่เคยหนาวเย็น

2.1.3.7 การสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์ที่ผิดปรกติบนผิวโลก

นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบว่า ความผิดปกติในการสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์ของโลกในฤดูกาลต่างๆ มีสาเหตุมาจากการตัดไม้ทำลายป่าในเขตร้อนชื้นและการหายไปของน้ำแข็งที่ขั้วโลกเนื่องจากแถบเส้นศูนย์สูตรเป็นบริเวณที่ได้รับแสงอาทิตย์มากที่สุด ดังนั้นการหายไปของป่าในเขตร้อนชื้น จึงทำให้การสะท้อนรังสีของโลกผิดปกติไปซึ่งจะสัมพันธ์กับความผิดปกติของปริมาณน้ำฝนที่ตก

2.1.3.8 ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์

การเพิ่มอุณหภูมิของอากาศทำให้เกิดผลกระทบด้านสุขภาพและอนามัยของมนุษย์ทั้งโดยตรงและโดยอ้อม อากาศที่ร้อนและมีความชื้นสูงจะบั่นทอนสุขภาพในการทำงานของมนุษย์ก่อให้เกิดความกดดันต่อสภาพร่างกายและจิตใจร่างกายจึงมีภูมิคุ้มกันที่ต่ำลงจนง่ายต่อการรับเชื้อโรคที่แพร่กระจายอยู่ในอากาศโดยอุณหภูมิและความชื้นที่สูงเกินไปอาจทำให้ร่างกายปรับตัวไม่ทันจนเกิดการเสียชีวิตได้ เช่น กรณีคลื่นความร้อน (heat wave) ที่แผ่ขยายสู่ เมืองชิคาโกประเทศสหรัฐอเมริกาในปี1995 ทำให้มีผู้สูงอายุเด็กและคนป่วยเสียชีวิต 739 คนภายในเวลา 1 สัปดาห์เมื่ออุณหภูมิสูง 37 องศาเซลเซียสที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90 และในเดือนสิงหาคมปีค.ศ 2003 คลื่นความร้อนได้ทำให้คนยุโรปเสียชีวิตประมาณ 35,000 คนโดยเฉพาะที่ฝรั่งเศสแห่งเดียวมีคนเสียชีวิตถึง 14,802 คนโดยอากาศอุ่นชื้นที่รุนแรงของคลื่นความร้อนทำให้ร่างกายของมนุษย์สูญเสียน้ำอย่างมากจนจิตใจเกิดความสับสนมีปัญหาต่อระบบการหายใจอากาศร้อนทำให้เลือดสูญเสียความสามารถในการจับตัวเป็นก้อนเกิดเลือดออกตามทวารและอวัยวะต่างๆเช่นหูตาจมูกปากเป็นต้น (สุขประโชค,2549)

2.2 การกักเก็บคาร์บอนในรูปมวลชีวภาพ

มวลชีวภาพ (biomass) หมายถึง มวลของสิ่งมีชีวิตทั้งหมดในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งหรือในระบบนิเวศใดๆ มวลชีวภาพดังกล่าว ประกอบไปด้วยมวลของพืชสีเขียวที่สร้างขึ้นมาจากขบวนการสังเคราะห์แสง รวมกับมวลของสิ่งมีชีวิตอื่นๆ มวลชีวภาพสามารถวัดออกมาในรูปของน้ำหนักสด

น้ำหนักแห้ง น้ำหนักขี้เถ้า แต่โดยทั่วไปนิยมที่จะหาออกมาในรูปน้ำหนักแห้ง มวลชีวภาพมี 2 วิธี คือ การชั่งน้ำหนักทั้งหมด โดยตัดพืชทุกชนิดที่อยู่ในพื้นที่ออกให้หมด จากนั้นนำไปอบแห้ง แล้วทำการชั่งน้ำหนักแห้ง ส่วนอีกวิธีหนึ่งคือ การชั่งน้ำหนักบางส่วนของพืชและนำมาหาความสัมพันธ์ในรูป Allometric relation

การสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นกระบวนการที่พืชสีเขียวสังเคราะห์สารประกอบจำพวกคาร์โบไฮเดรตซึ่งได้แก่ แป้งและน้ำตาลจากคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำโดยมีแสงและรงควัตถุ เช่น คลอโรฟิลล์ (chlorophyll) ทำหน้าที่สำคัญในการสังเคราะห์แสง นอกจากนี้ยังมีรงควัตถุอื่นๆอีก เช่น แคโรทีนอยด์ (carotenoil) ไฟโคบิลิน (phycobilin) ไฟโคอิริทริน (phycoerythrin) ทำหน้าที่รับแสงและส่งพลังงานกระตุ้นให้แก่โมเลกุลของคลอโรฟิลล์ที่อยู่ถัดไป (สมบุญ, 2537) ปฏิกิริยาของการสังเคราะห์แสงสรุปได้ดังนี้

$$6\,CO_2 + 12\,H_2O \xrightarrow{\text{แสง}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$$

ผลจากการสังเคราะห์ด้วยแสงนอกจากออกซิเจนแล้ว จะได้คาร์โบไฮเดรตเป็นน้ำตาลที่มีคาร์บอน 6 อะตอม คือกลูโคส, น้ำ และพลังงานที่สะสมในรูปสารประกอบอินทรีย์ ซึ่งสิ่งมีชีวิตทั้งหลายจะนำไปใช้ในกระบวนการเมแทบอลิซึม เพื่อสร้างสารประกอบอื่น ๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีพ อาหารที่พืชสร้างขึ้นมานี้นอกจากจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ผลิตเองแล้ว ยังเป็นประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิตทั้งมวลที่ไม่สามารถสร้างอาหารโดยกระบวนการสังเคราะห์แสง ตลอดทั้งเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในกระบวนการเมแทบอลิซึมต่าง ๆ และการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตทั้งหลายรวมทั้งมนุษย์ด้วย ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวกับการสังเคราะห์แสงของพืชจะเป็นแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้ เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิตให้เพียงพอต่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงและปริมาณผลผลิตที่ได้นั้นจะขึ้นกับสภาพแวดล้อมซึ่งได้แก่ สภาพแวดล้อมภายในเช่น โครงสร้างของใบ,โพรโตพลาสต์ และผลผลิตของการสังเคราะห์ด้วยแสง ส่วนสภาพภายนอกได้แก่ อุณหภูมิ, แสงสว่าง,คาร์บอนไดออกไซด์,น้ำ และแร่ธาตุ (อักษร, 2521)

การประมาณหาผลผลิตในหมู่ไม้ สามารถสรุปได้ 2 วิธี คือ วิธีโดยเป็นการวัดหาปริมาณ input และ output หรือส่วนที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต แล้วนำค่าที่ได้ไปประเมินผลผลิตของหมู่ไม้อีกครั้งหนึ่ง และ harvest technique เป็นวิธีการตัดไม้ลงเพื่อหาผลผลิตของหมู่ไม้โดยตรง สามารถสรุปวิธีการได้ 3 วิธี คือ

1. Meantree ในกรณีที่สังคมพืชมีชั้นอายุเดียวกัน เช่น สวนป่า ใช้การเลือกไม้ตัวอย่างจากแปลงเป็นตัวแทนสำหรับแต่ละขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ทำการตัดและชั่งน้ำหนักเฉลี่ย (w) ของแต่ละชั้นขนาด นำค่านี้คูณกับจำนวนต้นไม้ทั้งหมดในชั้นนั้นๆ (n) ผลรวมของผลคูณในแต่ละชั้นรวมกันจะเป็นปริมาณมวลชีวภาพทั้งหมดในแปลง ดังสมการ W= (w*n)

2. Production ratio เป็นวิธีที่ใช้กับไม้พื้นล่าง โดยการสุ่มเลือกไม้ตัวอย่างให้กระจายทุกชั้นขนาด

ที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม้ทั้งหมดในแปลง เพื่อหาค่าพื้นที่หน้าตัดทั้งหมด (G) วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของไม้ตัวอย่างเพื่อคำนวณหาพื้นที่ของไม้ตัวอย่าง

$$w = \sum w(G) / \sum g \qquad \text{..... 2.1}$$

3. Dimention analysis เป็นวิธีที่ใช้กับหมู่ไม้หลายชั้นอายุ เช่น ป่าธรรมชาติ เป็นการวิเคราะห์สหสัมพันธ์โดยการเลือกไม้ตัวอย่างขนาดต่างๆ กระจายทั้งแปลง เพื่อเป็นตัวแทนในการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างขนาดต่างๆ กับมวลชีวภาพของต้นไม้ ผลรวมของมวลชีวภาพที่ประมาณได้ทุกขนาดจะเป็นค่ามวลชีวภาพของหมู่ไม้นั้นๆวิธีนี้เหมาะสมสำหรับศึกษาในแปลงตัวอย่างที่ไม่ต้องการตัดฟันไม้ออกทั้งแปลงโดนได้มีการนำมาใช้ครั้งแรกโดย Kkittredge (1948) ต่อมา Satoo และ Denda (1958) ได้นำมาใช้หาปริมาณมวลชีวภาพของลำต้น กิ่ง ใบและราก โดยอาศัยสมการที่เรียกว่า Allometric relation ซึ่งอยู่ในรูปของสมการดังนี้

$$Y = AX^b \qquad \text{..... 2.2}$$

$$\text{หรือ } \log Y = \log A + b \log X$$

เมื่อ Y คือ ปริมาณมวลชีวภาพของส่วนต่างๆของต้นพืช

X คือ ค่าตัวแปลอิสระซึ่งใช้ในการมวลชีวภาพ

A,b คือ ค่าคงที่ของสมการ

สำหรับการประมาณค่ามวลชีวภาพโดยอาศัยสมการ มีข้อควรพิจารณาอยู่ 3 ประการคือ

1. ไม่ควรเลือกไม้ตัวอย่างเฉพาะที่มีต้นลักษณะดีและเติบโต เพราะค่าประมาณที่ได้จะมากกว่าความเป็นจริง

2. ไม่ควรเลือกต้วอย่างไม้ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในแปลงเพราะเมื่อนำความสัมพันธ์มาประมาณค่ามวลชีวภาพของไม้ขนาดเล็ก จะทำให้ได้ค่าที่มากกว่าความเป็นจริง

3. การใช้ค่าความสูงทั้งหมดของลำต้นมาเป็นตัวแปลอิสระร่วมกับเส้นผ่านศูนย์กลางในรูป D^2H (parabolic volume) จะทำให้ได้ค่าถูกต้องยิ่งขึ้น Kira และShidei (1967) พบว่า การประมาณมวลชีวภาพของลำต้น กิ่ง ราก ให้ได้ผลถูกต้องนั้น ควรใช้ความสัมพันธ์ทั้งหมดของต้นไม้ (H) คูณกับค่าเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอกยกกำลังสอง (DBH^2) ให้เป็นตัวแปรอิสระเพื่อประมาณมวลชีวภาพในสมการ $Y = AX^b$

2.3 ลักษณะต้นพะยูง

ไม้พะยูง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Dalbergia cochinchinensis Pierre* อยู่ในวงศ์ *Papilionaceae* เป็นไม้ยืนต้นผลัดใบขนาดใหญ่ สูงถึง 25 เมตร เปลือกสีเทา เรียบ ลอกเป็นแผ่นบางๆ เปลือกในสีน้ำตาลแกมเหลือง ใบเป็นช่อแบบขนนก ช่อใบยาว 10 – 15 เซนติเมตร ใบย่อย 7- 9 ใบ แผ่นใบเหนียวคล้ายแผ่นหนังบางๆ มีลักษณะรูปไข่แกมรูปขอบขนาน มีขนาด 3-4 x 4-7 เซนติเมตร ส่วนกว้างของใบค่อนมาทางด้านฐานใบซึ่งมนกลมหรือเป็นรูปลิ่มกว้างๆ แล้วเรียวมนโค้งไปทางด้านปลายใบซึ่งแหลมยื่นออกมาเล็กน้อยลักษณะคล้ายใบประดู่ป่า หลังใบเป็นมันสีเขียวเข้มกว่าด้านท้องใบ ดอกสีขาวเกิดบนช่อดอกเชิงประกอบตามปลายกิ่ง หรือตามง่ามใบใกล้ยอด ฝักเกลี้ยงรูปขอบขนานแบนและบาง กว้าง 1.2 เซนติเมตรยาว 4-6 เซนติเมตร เมล็ดรูปไต สีน้ำตาลเข้ม ขนาด 4x7 มิลลิเมตร จำนวน 1-4 เมล็ด ออกดอกระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคม ฝักแก่ประมาณ 2 เดือนหลังจากออกดอก พบขึ้นตามป่าเบญจพรรณชื้นและป่าดิบแล้งทั่วไปทางภาคตะวันออกและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในพื้นที่ที่สูงจากระดับน้ำทะเล 100 – 200 เมตร ประโยชน์ใช้ทำเครื่องเรือนเครื่องใช้ต่างๆด้ามเครื่องมือเป็นต้น (เสริมพงศ์ นวลงาม 2545)

ใบ

ต้น

กิ่ง

ภาพที่ 2.1 ลักษณะลำต้น กิ่ง ใบของต้นพะยูง

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นาฏสุดา (2550)

ศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดินและมวลชีวภาพในรากของไม้สัก ในพื้นที่สวนป่าของไม้อัดไทย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ในรากของไม้สัก และคาร์บอนในดินของสวนป่าไม้สัก ใน 5 ช่วง อายุคือ อายุ 10, 14, 18, 27 และ 28 ปี ตามลำดับ การศึกษาได้ใช้สมการอโรแมติคในการคำนวนปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน สำหรับในรากได้ทำการขุดตัวอย่างรากตามชั้นอายุ อายุละ 1 ต้น เพื่อมาคำนวณหามวลชีวภาพของรากและการคำนวณคาร์บอนในดิน มวลชีวภาพทั้งเหนือพื้นดินและในรากได้เปลี่ยนเป็นปริมาณคาร์บอน ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณคาร์บอนรวมของสวนป่าไม้สักแต่ละชั้นอายุซึ่งประกอบด้วย ชั้นอายุ10, 14, 18, 27 และ 28 ปี คาร์บอนรวมเท่ากับ 169.37, 83.72, 99.11, 170.13, 149.66 ตัน/แฮกแตร์ ตามลำดับ สัดส่วนของคาร์บอนในต้นสักและราก ตามชั้นอายุ 10, 14, 18, 27 และ 28 เท่ากับ 31:1, 7:1, 12:1, 33:1 และ 27:1 ตามลำดับ ความผันแปรของคาร์บอนเหนือพื้นดิน ในราก และในดินผันแปรไปเนื่องจากปัจจัยหลายอย่าง เช่น สภาพภูมิประเทศ การจัดการสวนป่าโดยเฉพาะอย่างยิ่งไฟ

สาพิศ และคณะ (2550)

ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ได้ดำเนินการวิจัยเพื่อศึกษาศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของพรรณไม้ป่ามาโดยต่อเนื่อง สำหรับการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพรรณไม้ 3 ชนิด ที่ปลูกอยู่แล้วในบริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ได้แก่ ไม้สักอายุ 22 ปี ไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส อายุ 23 ปี และไม้ยางพาราอายุ 23 ปี ทำการศึกษาโดยวางแปลงตัวอย่างขนาด 40 เมตร x 40 เมตร ชนิดละ 1 แปลง และวัดมิติต่างๆ ของต้นไม้เพื่อนำไปประมาณหามวลชีวภาพเหนือพื้นดินและใต้ดิน ด้วยวิธี stratified clip technique พร้อมกันนี้ได้เก็บตัวอย่างส่วนต่างๆของต้นไม้เพื่อวิเคราะห์ความเข้มข้นของคาร์บอนสำหรับประเมินการกักเก็บคาร์บอนใน

มวลชีวภาพผลการศึกษาพบว่า ไม้ยางพารามีการเติบโตมวลชีวภาพรวมสูงสุด รองลงมาคือ ไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส และไม้สักตามลำดับ โดยมีมวลชีวภาพรวมเท่ากับ 150.98, 118.32 และ 27.46 ตัน/เฮกตาร์ และมีมวลชีวภาพใต้พื้นดินคิดเป็นร้อยละ 33, 44 และ 43 ของมวลชีวภาพเหนือพื้นดินตามลำดับ ส่วนความเข้มข้นของคาร์บอนในมวลชีวภาพมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ระหว่างชนิดไม้และส่วนต่างๆของต้นไม้ โดยความเข้มข้นของคาร์บอนเฉลี่ยในมวลชีวภาพของไม้ยางพารามีค่าสูงสุด รองลงมา คือ ไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส และไม้สัก ซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 49.90, 48.95 และ 46.60 ของน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าไม้ยางพารามีการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพสูงกว่าไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส และไม้สัก โดยมีการกักเก็บคาร์บอนรวมเท่ากับ 73.21, 56.97 และ 12.86 ตัน/เฮกตาร์ ตามลำดับ ทั้งนี้ความแตกต่างของการกักเก็บคาร์บอนเป็นผลมาจากความแตกต่างของมวลชีวภาพมากกว่าความเข้มข้นของคาร์บอนในส่วนต่างๆ ของต้นไม้

จีราภรณ์ และคณะ (2553)

ศึกษาความหลากหลายและประเมินศักยภาพการสะสมคาร์บอนของพืชพรรณริมน้ำซึ่งติดกับบริเวณที่สร้างฝายชะลอน้ำ โดยการวางแปลงศึกษาขนาด 20 x 50 ตารางเมตร ขนานกับลำธาร บริเวณที่มีฝายชะลอน้ำวางแปลงทั้งหมด 8 แปลง และบริเวณที่ไม่มีฝายชะลอน้ำวางแปลงทั้งหมด 5 แปลง ผลการศึกษาพบว่าบริเวณที่มีฝายชะลอน้ำพบพันธุ์ไม้ทั้งหมด 445 ต้น 83 ชนิด ในจำนวนนี้สามารถระบุชนิดได้ 69 ชนิด จัดอยู่ใน 34 วงศ์ ติ้วแดง (*Cratoxylum cochinchinense* (Lour.) Blume) มีค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) มากที่สุด คือ ร้อยละ 8.06 ของพันธุ์ไม้ทุกชนิดรวมกัน ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ของ Shannon-Wiener เท่ากับ 3.83 และค่าการสะสมของคาร์บอน เท่ากับ 498.1 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์ ส่วนบริเวณที่ไม่มีฝายชะลอน้ำพบพันธุ์ไม้ทั้งหมด 287 ต้น 50 ชนิด ในจำนวนนี้สามารถระบุชนิดได้ 40 ชนิด จัดอยู่ใน 22 วงศ์ ตะแบกเลือด (*Terminalia mucronata* Craib & Hutch.) มีค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) มากที่สุด คือ ร้อยละ 10.29 ของพันธุ์ไม้ทุกชนิดรวมกัน ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ของ Shannon-Wiener เท่ากับ 3.27 และค่าการสะสมของคาร์บอน เท่ากับ 44.5 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์ ต้นไม้ขนาดเล็ก

วิจารณ์ (2553)

การศึกษาการเก็บกักคาร์บอนของป่าชายเลน บริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลระนอง ดำเนินการในพื้นที่ป่าชายเลน บริเวณเขตแกนกลางของพื้นที่สงวนชีวมณฑลระนอง โดยทำการวางแปลงตัวอย่างขนาด 10×500 ตารางเมตร จำนวน 6 แปลง เพื่อศึกษาลักษณะโครงสร้างของป่าและทำการตัดฟันไม้ตัวอย่าง จำนวน 11 ชนิด ๆ ละ 11 ต้น ตามการกระจายของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง เพื่อสร้างสมการประมาณมวลชีวภาพ รวมทั้งทำการวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนของส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนด้วยวิธี dry combustion แล้วประเมินการเก็บกักคาร์บอนของป่า

ชายเลนในพื้นที่ดังกล่าว ผลการศึกษาพบว่าสังคมพืชป่าชายเลน ประกอบด้วยพันธุ์ไม้จำนวน17 ชนิด มีความหนาแน่นของหมู่ไม้ ได้แก่ ไม้ใหญ่ ไม้หนุ่ม และกล้าไม้ เฉลี่ย 1,905, 1,105 และ 22,762 ต้นต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ โดยไม้ใหญ่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูง เฉลี่ย 10.13

จุฑารัตน์ และคณะ (2554)

การกักเก็บคาร์บอนและธาตุอาหารในซากพืชที่ร่วงหล่นของสวนป่าสนคาริเบีย ดำเนินการในแปลงทดสอบสายพันธุ์ไม้สนคาริเบียอายุ 29 ปี ที่สถานีวนวัฒนวิจัยห้วยบง จังหวัดเชียงใหม่ โดยศึกษาปริมาณการร่วงหล่นของเศษซากพืชในรอบปี และศึกษาการกักเก็บคาร์บอนและธาตุอาหารในซากพืชที่ร่วงหล่น ผลการศึกษาพบว่า มีการร่วงหล่นของเศษซากพืชในสวนป่าไม้สนคาริเบีย อายุ 29 ปี เฉพาะส่วนของใบคิดเป็นปริมาณซากพืชที่ร่วงหล่น เฉลี่ย 750. 11 กิโลกรัม/ไร่ / ปี หรือ18,003 กิโลกรัม/24 ไร่ / ปี โดยมีการร่วงหล่นมากที่สุดในช่วงหน้าแล้งตั้งแต่เดือนมกราคมถึงพฤษภาคม 61.90-124.45 กิโลกรัม/ไร่ หลังจากนั้นปริมาณการร่วงหล่นเริ่มลดน้อยลงมี การสะสมธาตุอาหารในซากพืชที่ร่วงหล่นของสนคาริเบีย ได้แก่ คาร์บอน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมเท่ากับ 352, 3.42, 0.23, 1.12, 3.58 และ 1.08 กิโลกรัม/ไร่

ประดิษฐ์ และคณะ (2554)

ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอั นเนื่องมาจากพระราชดำริ ได้ดำเนินการวิจัยเพื่อศึกษาศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของพรรณไม้ป่ามาโดยต่อเนื่อง สำหรับการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพรรณไม้ 3 ชนิด ที่ปลูกอยู่แล้วในบริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ได้แก่ ไม้สักอายุ 22 ปี ไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส อายุ23 ปี และไม้ยางพาราอายุ 23 ปี ทำการศึกษาโดยวางแปลงตัวอย่างขนาด 40 เมตร x 40 เมตร ชนิดละ 1 แปลง และวัดมิติต่างๆ ของต้นไม้เพื่อนำไปประมาณหามวลชีวภาพเหนือพื้นดินและใต้ดิน ด้วยวิธี stratified clip technique พร้อมกันนี้ได้เก็บตัวอย่างส่วนต่างๆของต้นไม้เพื่อวิเคราะห์ความเข้มข้นของคาร์บอนสำหรับประเมินการกักเก็บคาร์บอนในมวล ชีวภาพผลการศึกษาพบว่า ไม้ยางพารามีการเติบโตมวลชีวภาพรวมสูงสุด รองลงมาคือ ไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส และไม้สักตามลำดับ โดยมีมวลชีวภาพรวมเท่ากับ 150.98, 118.32 และ 27.46 ตัน/เฮกตาร์ และมีมวลชีวภาพใต้พื้นดินคิดเป็นร้อยละ 33, 44 และ 43 ของมวลชีวภาพเหนือพื้นดินตามลำดับ ส่วนความเข้มข้นของคาร์บอนในมวลชีวภาพมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ระหว่างชนิดไม้และส่วนต่างๆของต้นไม้ โดยความเข้มข้นของคาร์บอนเฉลี่ยในมวลชีวภาพของไม้ยางพารามีค่าสูงสุดรองลงมา คือ ไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส และไม้สัก ซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 49.90, 48.95 และ 46.60 ของน้ำหนักแห้งตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าไม้ยางพารามีการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพสูงกว่าไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส และไม้สัก โดยมีการกักเก็บคาร์บอนรวมเท่ากับ 73.21, 56.97 และ 12.86 ตัน/เฮกตาร์ ตามลำดับ ทั้งนี้ความแตกต่าง

ของการกักเก็บคาร์บอนเป็นผลมาจากความแตกต่างของมวลชีวภาพมากกว่าความเข้มข้นของคาร์บอนในส่วนต่างๆ ของต้นไม้

กมลพร (2555)

ในปัจจุบันมีวิธีการหลากหลายที่จะลดการปล่อย CO2 สู่บรรยากาศ ไม่ว่าจะเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิต การพิจารณาตลอดวัฏจักรชีวิต การปรับปรุงการผลิต ฯลฯ ซึ่งเทคโนโลยีการดักจับและกักเก็บคาร์บอน (Carbon Capture and Storage: CCS) วิธีหลักๆ มีด้วยกัน 2 วิธี ได้แก่ การกักเก็บทางตรงและทางอ้อม ทั้งนี้วิธีการที่ดีที่สุด ในการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หรือ คาร์บอน คือการกักเก็บไว้ในต้นไม้และผลิตภัณฑ์ไม้ที่มีอายุการใช้งานยาวนาน เช่น บ้านเรือน และเฟอร์นิเจอร์ ดังนั้นต้นไม้และป่าไม้เป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนที่สำคัญ ซึ่งประมาณครึ่งหนึ่งของมวลชีวภาพของต้นไม้ ในรูปของน้ำหนักแห้ง จะเป็นคาร์บอน (1)ป่าไม้มีบทบาททั้งในด้านการกักเก็บ Sink และปลดปล่อย Source ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การกักเก็บหรือดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์จะผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสงซึ่งต้นไม้จะนำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาใช้ในการสร้างอาหารและเพิ่มผลผลิตมวลชีวภาพ ในขณะที่การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กลับสู่ชั้นบรรยากาศของต้นไม้จะผ่านกระบวนการหายใจ การตาย การย่อยสลาย ต้นไม้จะกักเก็บคาร์บอนไว้ในส่วนของลำต้น ราก กิ่งและใบ ในรูปของมวลชีวภาพ (2) ในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งหากมีผลผลิตมวลชีวภาพเพิ่มขึ้น พื้นที่นั้นก็จะมีการกักเก็บคาร์บอนตามผลผลิตมวลชีวภาพที่เพิ่มขึ้น ในทางกลับกันหากพื้นที่นั้นมีผลผลิตมวลชีวภาพลดลงเนื่องจากมีการตัดไม้นำออกมาใช้ประโยชน์ พื้นที่นั้นก็จะมีการกักเก็บคาร์บอนตามผลผลิตมวลชีวภาพลดลง ปัจจัยหลักของการดูดซับก๊าซนี้ก็คือใบของพืช โดยใบมีบทบาทในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุดด้วยกระบวนการสังเคราะห์แสง อีกปัจจัยหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการดูดซับคือปริมาณน้ำที่พืชดูดขึ้นมาด้วย นอกจากนี้ก็ขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มของแสงอาทิตย์อีกด้วย ทั้งนี้ความสามารถในการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ในพื้นที่ป่าไม้ขึ้นอยู่กับชนิดของต้นไม้แต่ละชนิด การกักเก็บคาร์บอนในหน่วยวัดแบบเทียบเท่ามีหน่วยวัดเป็น $kgCO_2$ equivalent ตัวอย่างปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้แต่ละชนิด

เยาวลักษณ์ และคณะ (2555)

การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างความสัมพันธ์เชิงแอลโลเมตรีสำหรับประมาณมวลชีวภาพของกล้าไม้วงศ์ยางที่มีความสำคัญ 3 ชนิด คือ พลวง (*Dipterocarpus tuberculatus* Roxb.) เหียง (*D. obtusifolius* Teijsm. ex Miq.) และเต็ง (*Shorea obtusa* Wall. ex Blume) ในป่าเต็งรังที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 800 เมตร บริเวณสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์จังหวัดเชียงใหม่ ผลการศึกษาพบว่า สามารถใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่ระดับพื้นดิน (D0) และความสูง (H) เป็นตัวแปรอิสระเพื่อสร้างความสัมพันธ์เชิงแอลโลเมตรีสำหรับประมาณมวลชีวภาพส่วนเหนือดินและใต้ดินได้ โดยรูปแบบวามสัมพันธ์ที่

ได้เป็นเส้นตรงบนกราฟล็อกการิธึม มวลชีวภาพส่วนเหนือดินและใต้ดินมีความสัมพันธ์กับกำลังสองของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นที่ระดับพื้นดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีความหมายทางชีววิทยาที่สามารถอธิบายได้โดยทฤษฎีไปป์โมเดล ดังนั้นความสัมพันธ์เชิงแอลโลเมตรีที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้จึงสามารถใช้ในการประมาณค่ามวลชีวภาพของกล้าไม้วงศ์ยางได้อย่างเหมาะสม

Mark and Hayley (2012)

ป่าไม้ในประเทศแคนาดาได้รับผลกระทบอย่างรุนแรงจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ แม้ว่าลักษณะของผลกระทบจะแตกต่างกันมากทั่วทั้งประเทศ แต่ประโยชน์ของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนั้นสามารถทำให้นักวิชาการ มั่นใจในความสามารถและประสิทธิภาพของเทคโนโลยี เพื่อเตรียมพร้อมรับสถานการณ์กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศปัจจัยที่สำคัญของการวิจัยคือ การพัฒนาตัวชี้วัดที่แสดงให้เห็นว่าเทคโนโลยีที่มีอยู่ก็เพียงพอแล้วสำหรับการปรับตัวอย่างน้อยในระยะสั้น ส่วนอุปสรรคของการศึกษาอาจจะเป็นความร่วมมือระหว่างหน่วยงานกำกับดูแลและอุตสาหกรรมป่าไม้ รวมถึงความพร้อมของทรัพยากร ดังนั้นผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระดับท้องถิ่นเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการดำเนินการ คือการทำงานร่วมกันระหว่างประชากร นักวิทยาศาสตร์และป่า กรณีศึกษาในประเภทป่าไม้จำนวนมาก พบว่าผลกระทบต่อแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงในภาคป่าไม้จะช่วยให้มีความยั่งยืนของป่าไม้ของประเทศแคนาดาในอนาคต

David J. *et.al.* (2013)

การกักเก็บคาร์บอนด้วยต้นไม้ในเขตเมืองในประเทศสหรัฐอเมริกาที่ได้รับการวัดในการประเมิน ขนาดและบทบาทของป่าไม้ในเมืองที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ข้อมูลสนามต้นไม้ในเมืองจาก 28 เมืองและ 6 รัฐถูกนำมาใช้เพื่อตรวจสอบความหนาแน่นของคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยต่อหน่วยของต้นไม้ปกคลุม ข้อมูลเหล่านี้เป็น การนำไปใช้กับบรรดาเมืองเพื่อวัดต้นไม้และทำการตรวจสอบการกักเก็บคาร์บอนรวมป่าในเมืองและ การกักเก็บคาร์บอนประจำปีโดยรัฐและประเทศชาติ โดยสรุปได้ว่าในเมืองมีความหนาแน่นในการจัดเก็บคาร์บอนต้นไม้ทั้งค่าเฉลี่ย 7.69 kg C m^{-2} จากต้นไม้ปกคลุมหนาแน่นและอายัดเฉลี่ย 0.28 kg C m^{-2} จากต้นไม้ปกคลุมต่อปี รวมทั้งหมดการจัดเก็บคาร์บอนต้นไม้ในสหรัฐอเมริกาพื้นที่ในเมือง (ค. 2005) มีประมาณ 643,000,000 ตัน และการกักเก็บต่อปีอยู่ที่ 25,600,000 ตัน

Renan Ulrich Goetza. *et.al.* (2013)

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศป่าไม้ ดังนั้นการกักเก็บคาร์บอนสามารถประมาณได้อย่างถูกต้องเพียงแต่มีการเปลี่ยนแปลงในสภาพภูมิอากาศ บทความนี้จึงเป็นตัวกำหนดความเปลี่ยนแปลงผลกระทบของการจัดการป่าไม้ที่เหมาะสมในการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของการทดแทนระหว่างการเจริญเติบโตของต้นไม้และการกักเก็บคาร์บอนในระดับที่ยั่งยืน ดังนั้นในการกักเก็บคาร์บอนต่อต้น อาจได้ถึง 3-4 เท่า เป็นผลมาจากการทดแทนระหว่างการเจริญเติบโตของต้นไม้และการกักเก็บคาร์บอน ซึ่งเป็นจุดสำคัญสำหรับการวิเคราะห์รายละเอียดการประมาณการกักเก็บคาร์บอน การค้นพบนี้สามารถนำมาใช้เพื่อระบุเกณฑ์สำหรับปริมาณของคาร์บอนทรัพย์ต่อเฮกตาร์ซึ่งต่ำกว่าการกักเก็บคาร์บอน

2.5 ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ทำการศึกษา

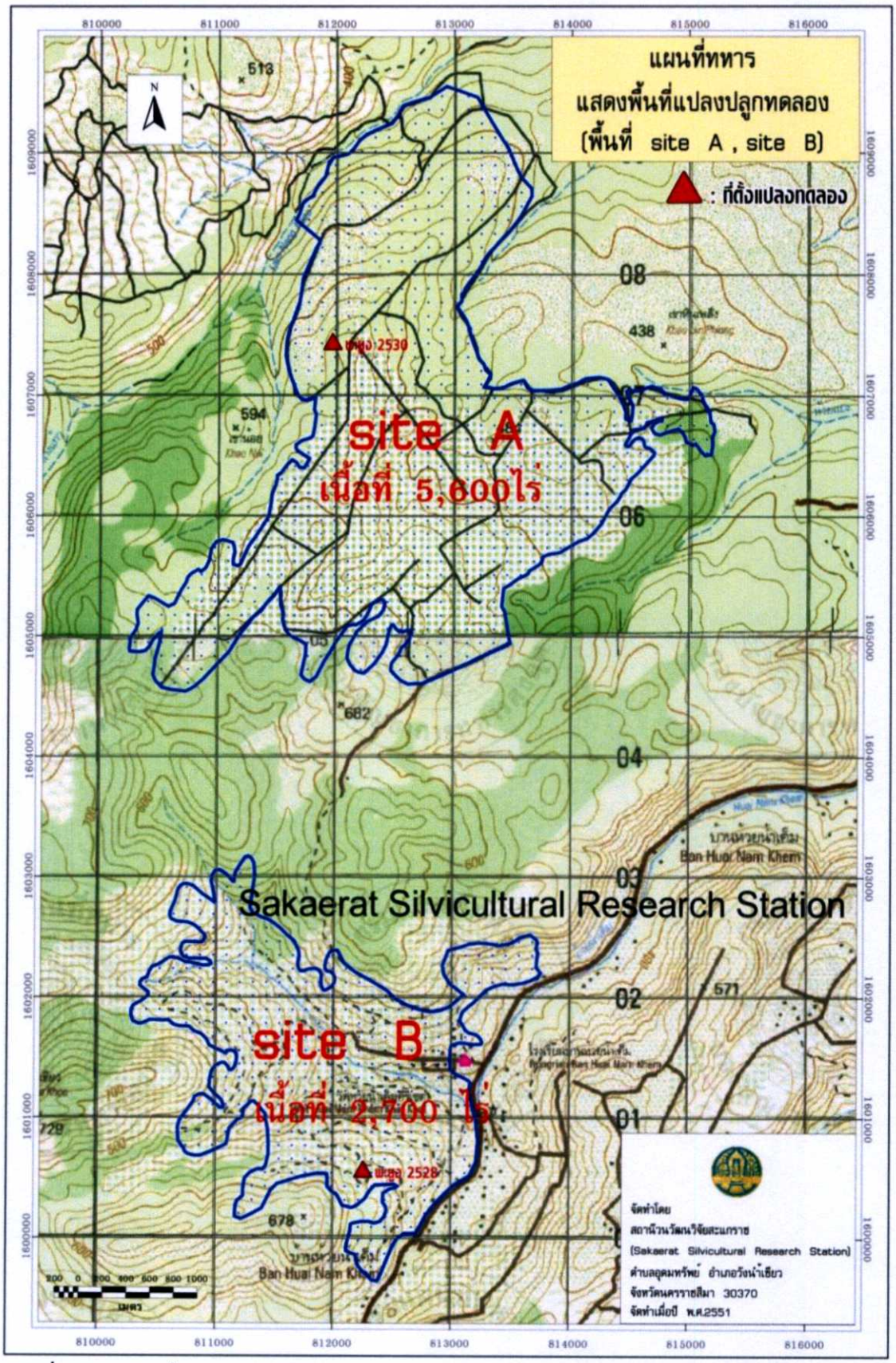
ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ที่ทำการศึกษา สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช ตั้งอยู่ที่ตำบลอุดมทรัพย์ อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา พื้นที่ส่วนใหญ่ประกอบด้วยภูเขาที่มีความลาดชันระดับปานกลาง ภูเขาเตี้ยๆและที่ราบเป็นส่วนน้อยบริเวณที่เป็นภูเขามีความลาดชัน 10 – 30 เปอร์เซ็นต์ บางพื้นที่มีความลาดชันถึง 30 – 45 เปอร์เซ็นต์ บริเวณที่พบ ได้แก่ เขาเคียดและเขาเขียว ซึ่งสูงกว่าระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 760 และ 730 ตามลำดับ พื้นที่ที่มีความลาดชันมาจะพบอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งติดกับทางหลวงหมายเลข 304 ลักษณะของลำห้วยส่วนมากเป็นแบบ intermittent คือมีน้ำไหลบางฤดู ส่วนฤดูแล้งน้ำจะแห้ง มีลำห้วยสองสายคือห้วยน้ำเค็มและห้วยเพ ดินเกิดจากหินทราย (sandstone) หมวดหินพระวิหาร (Phra Wihan formation) อยู่ในชุดดินโคราช (Korat series) ปกติดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ธาตุอาหารถูกชะล้างได้ง่าย และมีความสามารถอุ้มน้ำได้น้อย หน้าตัดดินมีชั้นของดินครบทุกชั้น ดินชั้นบนมีความหนา 10 – 20 เซนติเมตร ชั้นกลางหนา 20 – 25 เซนติเมตร ชั้นล่างมีความลึกเกิน 80 เซนติเมตร จนถึงชั้นหิน

ลักษณะภูมิอากาศ ในฤดูหนาวอากาศหนาวเย็นมีความชื้นของอากาศน้อยมาก ในฤดูร้อนอากาศร้อนและความชื้นในอากาศสูง ฤดูฝนเริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกันยายน ส่วนฤดูหนาวเริ่มตั้งแต่เดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ จากข้อมูลลักษณะอากาศตั้งแต่ปีพ.ศ.2512-2543 รวม 32 ปี มีอุณภูมิเฉลี่ยสูงสุดและเฉลี่ยต่ำสุดตลอดปีประมาณ 30.7 และ 20.8 องศาเซลเซียสตามลำดับ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเฉลี่ยทั้งปีประมาณ 85.2 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดทั้งปีประมาณ 1,052.1 มิลลิเมตร

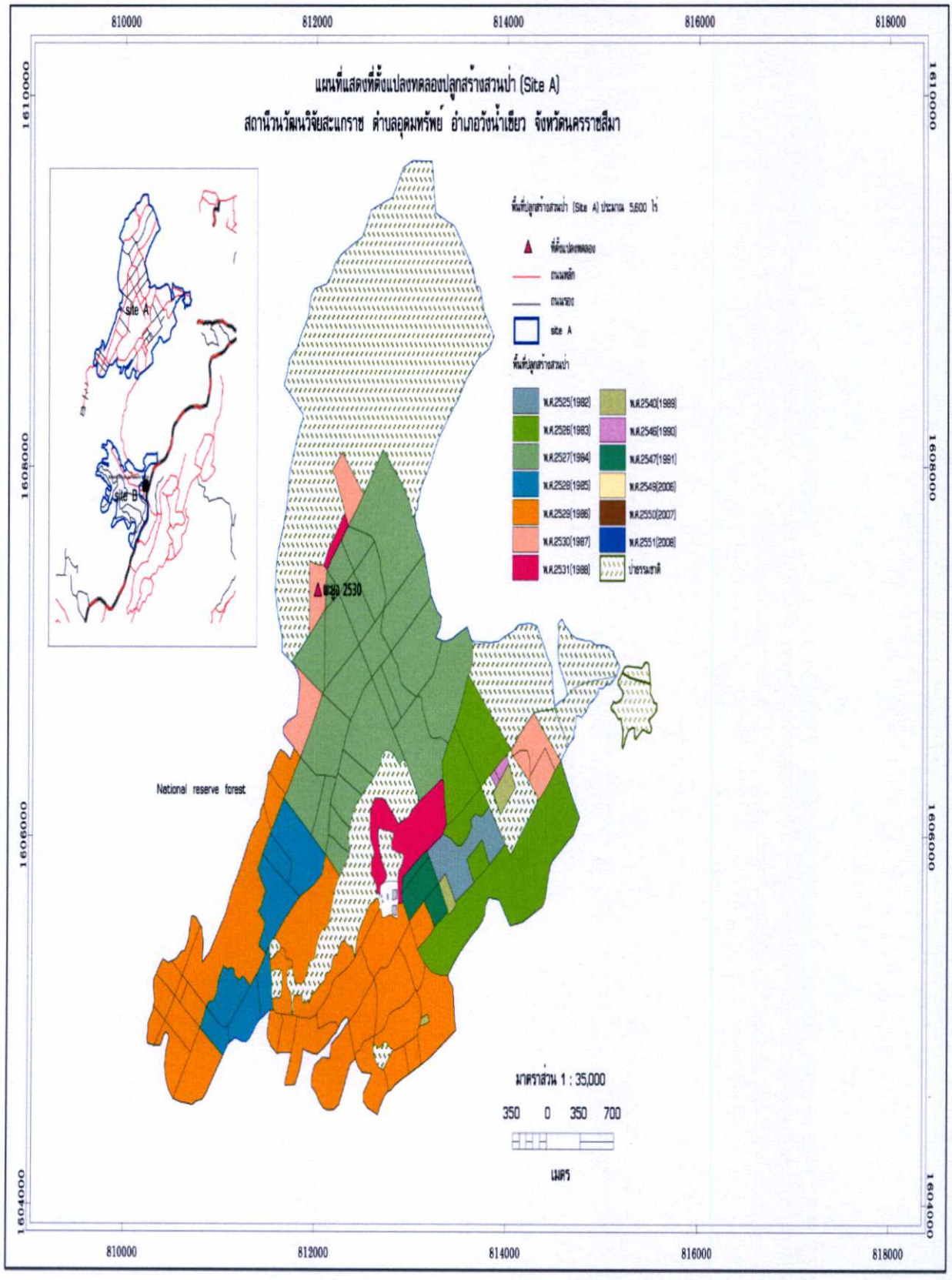
ตารางที่ 2.1 ลักษณะภูมิอากาศบริเวณสถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างปี 2546 - 2555

เดือน	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (มิลลิเมตร)	อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)
ม.ค.	8.7	26.3	88.3
ก.พ.	15.7	28.2	83.9
มี.ค.	73.2	26.8	88.4
เม.ย.	102.3	29.4	84.7
พ.ค.	142.6	28.4	89.2
มิ.ย.	110.8	27.0	90.0
ก.ค.	110.0	26.5	87.3
ส.ค.	133.8	25.6	87.0
ก.ย.	282.2	26.2	93.4
ต.ค.	215.5	24.3	92.8
พ.ย.	49.1	23.2	89.4
ธ.ค.	15.3	24.3	87.9
รวม	1259.2	-	-
เฉลี่ย		26.4	88.5

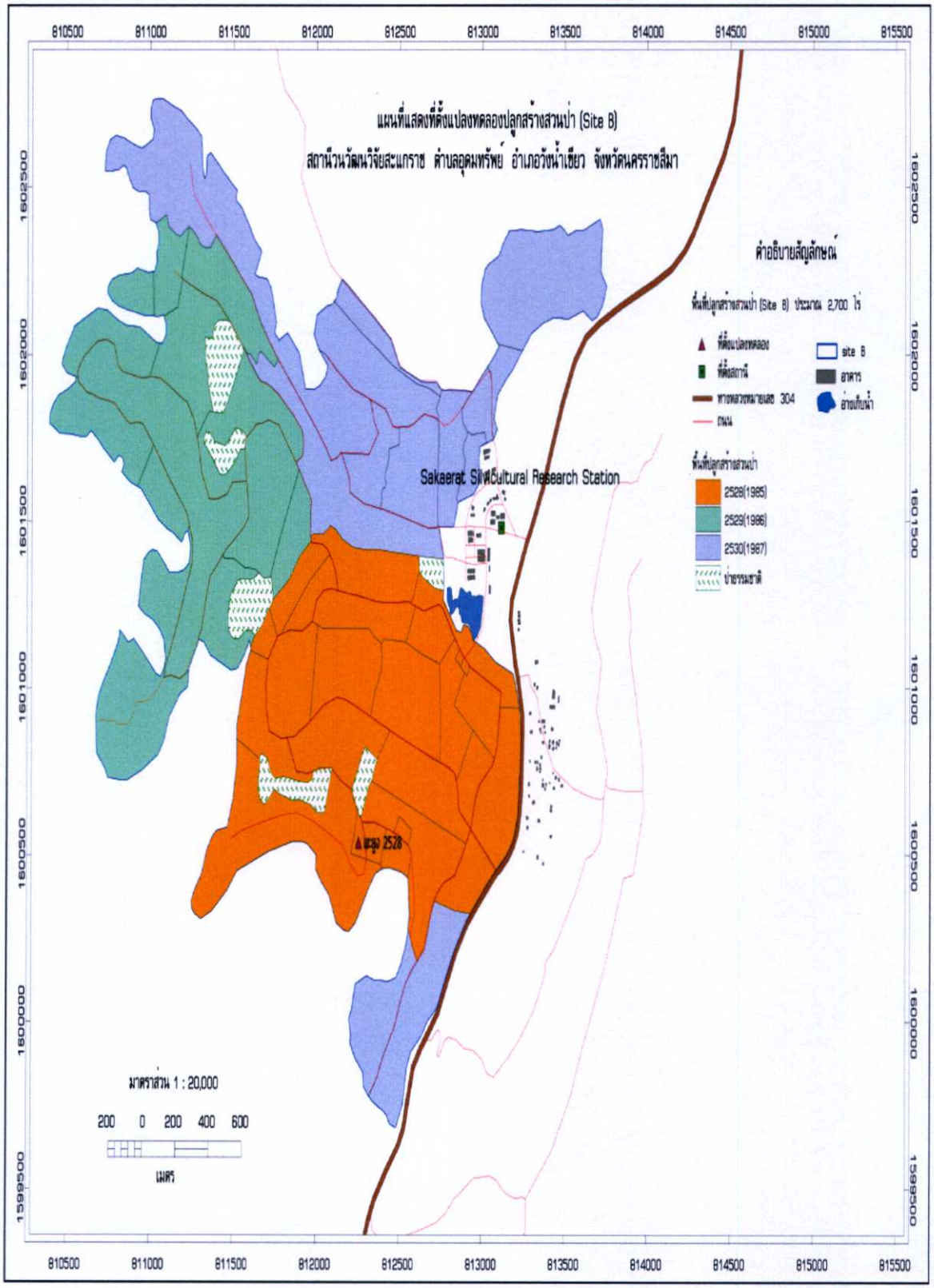
ที่มา : สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา



ภาพที่ 2.2 แผนที่แปลงปลูกพะยูงอายุ 26 ปี (Site A) และแปลงปลูกพะยูงอายุ 28 ปี (Site, สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา, 2551)



ภาพที่ 2.3 แผนที่แปลงปลูกพะยูงอายุ 26 ปี (Site A, สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา, พ.ศ. 2551)



ภาพที่ 2.4 แผนที่แปลงปลูกพะยูงอายุ 28 ปี (Site B, สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา, พ.ศ. 2551)

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 เครื่องมือ

1. เทปวัดระยะทาง
2. เลื่อยยนต์ กรรไกรตัดกิ่ง
3. ถุงพลาสติก ถุงกระดาษ
4. สี spray และ marker
5. เครื่องชั่งน้ำหนักละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง
6. ตู้อบ (Drying Oven) ยี่ห้อ Fisher Scientific รุ่น ISOTEMP
7. เครื่อง Total Organic Carbon Analyzer ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น TOC-VCPH/CPN
8. เทปวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (Diameter Tape) ยี่ห้อ Lufkin รุ่น W606PM
9. แท่งวัดแบบเลื่อนเข้าออก (Telescope Pole) ยี่ห้อ Hastings รุ่น C - 40
10. เครื่องวัดความสูงต้นไม้ (Vertex Hypsometer) ยี่ห้อ Haglof รุ่น VERTEX IV
11. เบอร์ติดต้นไม้ (Numbering Tap)
12. เครื่องยิงบอร์ด ยี่ห้อ Max รุ่น TG - M
13. เครื่องบดไม้ ยี่ห้อ Retsch รุ่น SK100
14. Vernier Caliper ยี่ห้อ Mitutoyo รุ่น 503 - 100

3.2 วิธีการ

3.2.1 การศึกษาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนส่วนเหนือพื้นดิน

3.2.1.1 การวางแปลงตัวอย่าง

1. ทำการศึกษาในพื้นที่สวนป่าต้นพะยูง โดยกำหนดอายุของต้นพะยูงที่ศึกษา 2 ช่วง คือ 26 ปี (ระยะปลูก 2 × 4 เมตร) และ 28 ปี (ระยะปลูก 2 × 3 เมตร) ณ สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา

2. วางแปลงตัวอย่างขนาด 40 × 40 เมตร ในแปลงสวนป่าต้นพะยูงอายุ 26 ปีจำนวน 1 แปลงและอายุ 28 ปี จำนวน 1 แปลง โดยสุ่มวางแปลงให้เป็นตัวแทนของพื้นที่ศึกษา

3.2.1.2 การเก็บข้อมูลต้นพะยูงในแปลงตัวอย่าง

1. สำรวจนับจำนวนต้นพะยูงทุกต้นในแปลงตัวอย่าง (ไม่นับต้นตาย) พร้อมทั้งติดเบอร์ต้นไม้

2. วัดความสูงด้วยเครื่องวัดความสูงต้นไม้ด้วยเครื่องวัดความสูง

ต้นไม้(Vertex Hypsometer)

3. วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) ที่ระดับความสูง 1.30 เมตร จากพื้นดินด้วย Diameter Tape

4. บันทึกข้อมูลความสูงและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก

3.2.1.3 การจัดชั้นความโตของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและการเลือกตัวอย่างต้นพะยูง

1. นำข้อมูล (DBH) มาเรียงลำดับจากค่าน้อยไปหาค่ามาก จากนั้นนำค่าที่น้อยที่สุด (min) และค่าที่มากที่สุด (max) มาคำนวณหาค่าพิสัยและใช้หลักการทางสถิติ (การสร้างตารางแจกแจงความถี่) มาจัดอันตรภาคชั้นขนาดความโตของเส้นผ่านศูนย์กลางซึ่งกำหนดให้จำนวนอันตรภาคชั้นความโตของเส้นผ่านศูนย์กลางและความกว้างของชั้นมีความเหมาะสมกับจำนวนข้อมูลที่มี สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ได้กำหนดให้มีจำนวนอันตรภาคชั้นความโตของเส้นผ่านศูนย์กลางมีจำนวน 5 ชั้นต่อช่วงอายุของต้นพะยูง

2. ข้อมูลที่ได้จากการจัดอันตรภาคชั้นความโตของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจะนำมาใช้เลือกตัวอย่างต้นพะยูงชั้นละ 1 ต้น โดยเลือกให้มีขนาดเท่ากับหรือใกล้เคียงมากที่สุด เพื่อให้ได้ตัวอย่างที่มีการกระจายของขนาดและเป็นตัวแทนของต้นพะยูงทั้งหมด (เลือกจากต้นพะยูงที่อยู่นอกแปลงหรือบริเวณใกล้เคียง)

3.2.1.4 การเก็บตัวอย่าง

1. จากที่ได้จัดอันตรภาคชั้นความโตของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง จะได้ต้นพะยูงตัวอย่างที่ต้องตัดทั้ง 2 ช่วงอายุ รวม 10 ต้น โดยทำการตัดชิดผิวดิน

2. ทำเครื่องหมายทุกๆ 1 เมตร วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับดิน (D_0) , ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูง 0.30 เมตร (D_{30}) , ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก 1.30 เมตร (DBH) , ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับกิ่งสดกิ่งแรก (D_B) และทุกๆระยะ 1 เมตร พร้อมบันทึกข้อมูล

3. วัดความสูงจากโคนถึงปลายยอดสุดเป็นค่าความสูงทั้งหมด (H) , ความสูงที่ระดับกิ่งสดกิ่งแรก (H_B) และความสูงที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นเท่ากับ 2 เซนติเมตร (H_2)

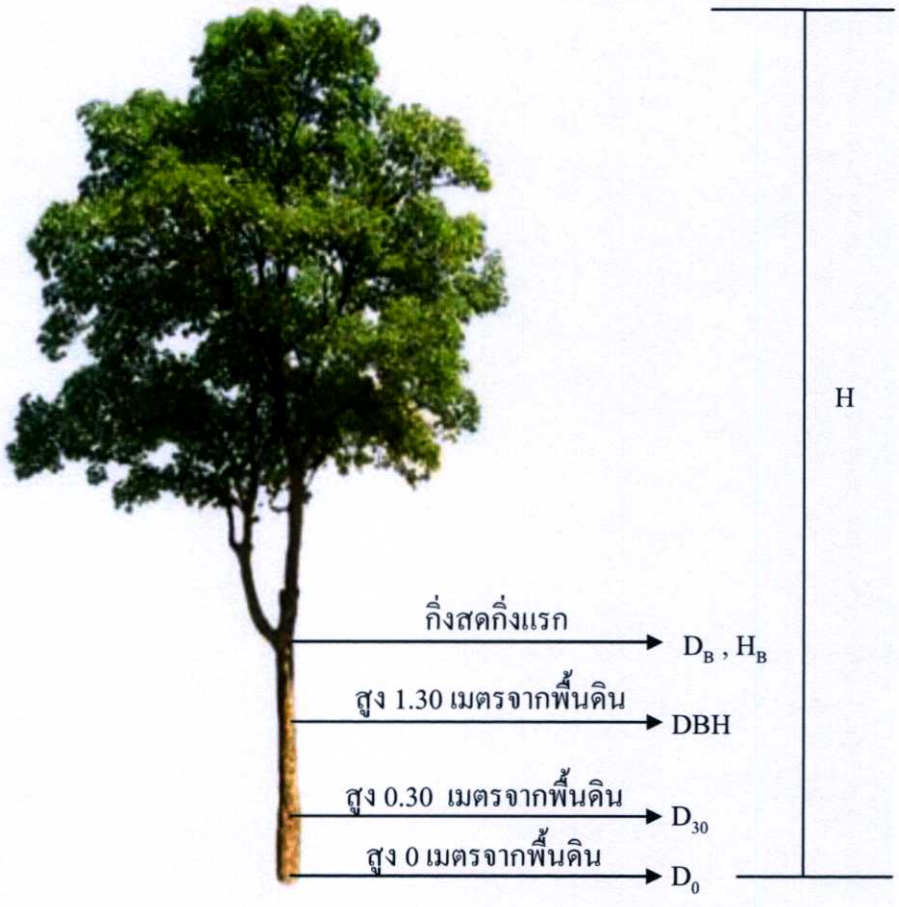
4. ตัดทอนไม้ตัวอย่างออกเป็นท่อน ท่อนละ 1 เมตร จนครบทั้งต้น

5. ทำการแยกตัวอย่างแต่ละส่วนคือ ลำต้น กิ่งสดที่มีขนาด

เส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 2 เซนติเมตร กิ่งสดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 2-5 เซนติเมตร กิ่งสดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 5 เซนติเมตร กิ่งแห้ง และใบ

6. ชั่งน้ำหนักสดทั้งหมดของลำต้น กิ่งสดแต่ละขนาด กิ่งแห้ง และใบ ส่วนของลำต้นนั้นจะทำการแยกชั่งในแต่ละท่อนของแต่ละต้น ส่วนของกิ่งสดนั้นจะทำการชั่งในแต่ละขนาด แล้วรวมน้ำหนักแต่ละส่วนของทุกท่อนเข้าด้วยกันเป็นน้ำหนักสดของส่วนต่างๆ

7. สุ่มเก็บตัวอย่างส่วนต่างๆคือ ลำต้น กิ่งสดแต่ละขนาด (กิ่งที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2 เซนติเมตร , กิ่งที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 2-5 เซนติเมตร , กิ่งที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 5 เซนติเมตร) กิ่งแห้ง และใบ พร้อมทั้งชั่งน้ำหนักสด



ภาพที่ 3.1 ระดับการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับต่าง ๆ และการวัดความสูงที่ระดับต่าง ๆ

3.2.1.5 การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

1. นำตัวอย่างที่ได้ไปตากให้แห้งเป็นเวลาประมาณ 1 เดือน

2. นำตัวอย่างที่ตากแห้งแล้ว ไปอบอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 °C เป็นเวลาอย่างน้อย 48 ชั่วโมงหรือจนกว่าน้ำหนักของไม้จะคงที่ จากนั้นจึงบันทึกค่าน้ำหนักแห้งของตัวอย่างเพื่อนำไปเปลี่ยนค่าน้ำหนักสดของต้นไม้ให้เป็นค่าน้ำหนักแห้งหรือมวลชีวภาพต่อไป

3. นำตัวอย่างชิ้นส่วนของต้นไม้ ได้แก่ ลำต้น กิ่ง กิ่งแห้งและใบที่

อบแห้งแล้ว นำตัวอย่างไปบดให้ละเอียดด้วยเครื่อง Retsch รุ่น SK100 แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอน (carbon content) ด้วยวิธี dry combustion โดยใช้เครื่องมือ Total Organic Carbon Analyzer

3.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.3.2.1 การคำนวณปริมาณความชื้นของส่วนต่างๆ ได้แก่ ลำต้น กิ่งแต่ละขนาด กิ่งแห้งและใบ โดยการนำตัวอย่างของส่วนต่างๆ ที่บันทึกน้ำหนักสดไว้แล้ว ไปอบและชั่งน้ำหนักอบแห้ง คำนวณเปอร์เซ็นต์ความชื้นจากสูตร ดังต่อไปนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{(\text{น้ำหนักสด} - \text{น้ำหนักแห้ง}) \times 100}{\text{น้ำหนักแห้ง}}$$

3.2.2.2 การคำนวณหาน้ำหนักอบแห้งหรือมวลชีวภาพ จากเปอร์เซ็นต์ความชื้นของส่วนต่างๆ นำไปเปลี่ยนหาน้ำหนักสดของลำต้น กิ่ง กิ่งแห้ง และใบ ให้เป็นน้ำหนักอบแห้ง ได้จากสูตร

$$\text{น้ำหนักแห้ง} = \frac{100 \times \text{น้ำหนักสด}}{\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} + 100}$$

3.2.2.3 หาความสัมพันธ์เชิงแอลโลเมตรีเพื่อประมาณมวลชีวภาพ ทำโดยสร้างสมการถดถอยเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพกับตัวแปรอิสระ ได้แก่ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอกยกกำลังสองคูณกับความสูงทั้งหมด (DBH^2H) ในรูปแบบ

$$Y = aX^b$$

เมื่อ Y คือ มวลชีวภาพน้ำหนักอบแห้งของส่วนต่างๆ

a และ b คือ เป็นค่าคงที่ของความสัมพันธ์

X คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอกยกกำลังสองคูณกับความสูงทั้งหมด (DBH^2H)

จากนั้นวิเคราะห์เชิงสถิติของสมการที่ได้โดยใช้ Regression analysis (วิเคราะห์การถดถอย) ด้วยโปรแกรม SPSS ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3.2.2.4 การเปรียบเทียบความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนในแต่ละช่วงอายุของต้นพะยูง

เมื่อนำค่าความเข้มข้นของคาร์บอนมาใช้ร่วมกับความสัมพันธ์เชิงแอลโลเมตรีเพื่อประมาณมวลชีวภาพ ทำให้สามารถสร้างสมการสำหรับประมาณค่าการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพได้ จากนั้นนำค่าการกักเก็บคาร์บอนที่ได้ในแต่ละส่วนมาเปรียบเทียบ

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 ผลการสำรวจแปลงตัวอย่างเบื้องต้น

จากการทำการวางแปลงตัวอย่างขนาด 40 × 40 เมตร ในแปลงสวนป่าไม้พะยูง จากนั้นจัดทำอันตรภาคชั้นโดยแต่ละแปลงมีตัวอย่างละ 5 ต้นพบว่าต้นพะยูงอายุ 26 ปี ระยะปลูก 2 x 4 เมตร มีความหนาแน่นเท่ากับ 120 ต้น / ไร่ มีความสูงอยู่ในช่วง 1.80 – 28.7 เมตร มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอกอยู่ในช่วง 2.6 – 29.6 เซนติเมตร และมีค่าเฉลี่ยส่วนของลำต้น กิ่งและใบ เท่ากับ 122.87 ± 89.66 , 56.95 ± 67.68 และ 2.83 ± 3.52 กรัมตามลำดับ

ต้นพะยูงอายุ 28 ปี ระยะปลูก 2 x 3 เมตร มีความหนาแน่นเท่ากับ 131 ต้น / ไร่ มีความสูงอยู่ในช่วง 2.4 – 19.9 เมตร มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอกอยู่ในช่วง 1.8 – 21.3 เซนติเมตร และมีค่าเฉลี่ยส่วนของลำต้น กิ่งและใบ เท่ากับ 112.63 ± 107.76 , 26.73 ± 31.72 และ 1.88 ± 2.05 กรัมตามลำดับ (ตารางที่ 1) จากข้อมูลความสูงเฉลี่ยและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอกพบว่าต้นพะยูงอายุ 26 ปี มีความสูงและการเติบโตมากกว่าต้นพะยูงอายุ 28 ปี อาจมีสาเหตุมาจากต้นพะยูงอายุ 26 ปีมีการปลูกระยะห่างมากกว่า ทำให้ต้นไม้สามารถแก่งแย่งกันรับแสงได้มากส่งผลให้ต้นไม้มีการเติบโต มีความสูงมากและมวลชีวภาพมาก

ตารางที่ 4.1 การจัดชั้นความโตของต้นพะยูงอายุ 26 ปี

เส้นผ่านศูนย์กลาง	ความถี่	จุดกึ่งกลาง
2.6 - 8.0	26	5.3
8.1 - 13.5	44	10.8
13.6 – 19.0	30	16.3
19.1 – 24.5	14	21.8
24.6 – 30.0	6	27.3
รวม	120	

ตารางที่ 4.2 การจัดชั้นความโตของต้นพะยูงอายุ 28 ปี

เส้นผ่านศูนย์กลาง	ความถี่	จุดกึ่งกลาง
1.8 – 6.0	32	3.9
6.1 – 10.3	31	8.2
10.4 – 14.6	46	12.5
14.7 – 18.9	18	16.8
19.0 – 23.2	4	21.1
รวม	131	

ตารางที่ 4.3 สมบัติทั่วไปของไม้พะยูง ณ สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช

อายุ (ปี)	ระยะปลูก	ความหนาแน่น (ต้น/ไร่)	ความสูง (เมตร)	DBH (เซนติเมตร)
26	2x4 ม.	120	15.91 ± 5.48	12.98 ± 5.88
28	2x3 ม.	131	12.18 ± 4.29	12.18 ± 4.29

4.2 สมการแอลโลเมตรีสำหรับการประมาณมวลชีวภาพ

จากการวิเคราะห์สมการแอลโลเมตรีของความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพของส่วนต่างๆ (ลำต้น กิ่งและใบ) และตัวแปรอิสระคือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอกยกกำลังสองคูณกับความสูงทั้งหมด (DBH^2H) เนื่องจากการใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับใดระดับหนึ่งของต้นไม้เพียงอย่างเดียวมาใช้เพื่อประมาณหามวลชีวภาพ จะทำให้ค่าที่ได้คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง จึงได้นำความสูงของลำต้นมาเป็นตัวแปรร่วมกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้ยกกำลังสอง มาใช้ในการประมาณหามวลชีวภาพของต้นไม้ และเหตุผลอีกประการหนึ่งคือ ตามสภาพความเป็นจริงแล้วน้ำหนักของลำต้นกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นเพียงอย่างเดียวย่อมแตกต่างกันไปตามอายุของต้นไม้ และสภาพท้องที่ที่ไม้นั้นขึ้นอยู่ ดังนั้นการนำความสูงของต้นไม้มาเป็นตัวแปรร่วมกับเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้ยกกำลังสองมาประมาณหามวลชีวภาพของต้นไม้จะทำให้มีความถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น(นันทนาและคณะ, 2554) ดังนั้นการประมาณค่ามวลชีวภาพของลำต้นในการศึกษาครั้งนี้จึงใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงระดับอก (DBH) ยกกำลังสองคูณกับความสูงของต้นไม้ (DBH^2H) และให้ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (coefficient of determination (R^2)) สูงใกล้เคียงกับตัวแปรอิสระที่ใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอื่นๆ เพื่อนำไปใช้ประมาณมวลชีวภาพส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้จะได้สมการแอลโลเมตรี พร้อมทั้งค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R^2) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 4.4 สมการแอลโลเมตรีของมวลชีวภาพส่วนต่างๆของต้นพะยูงอายุ 26 และ 28 ปี

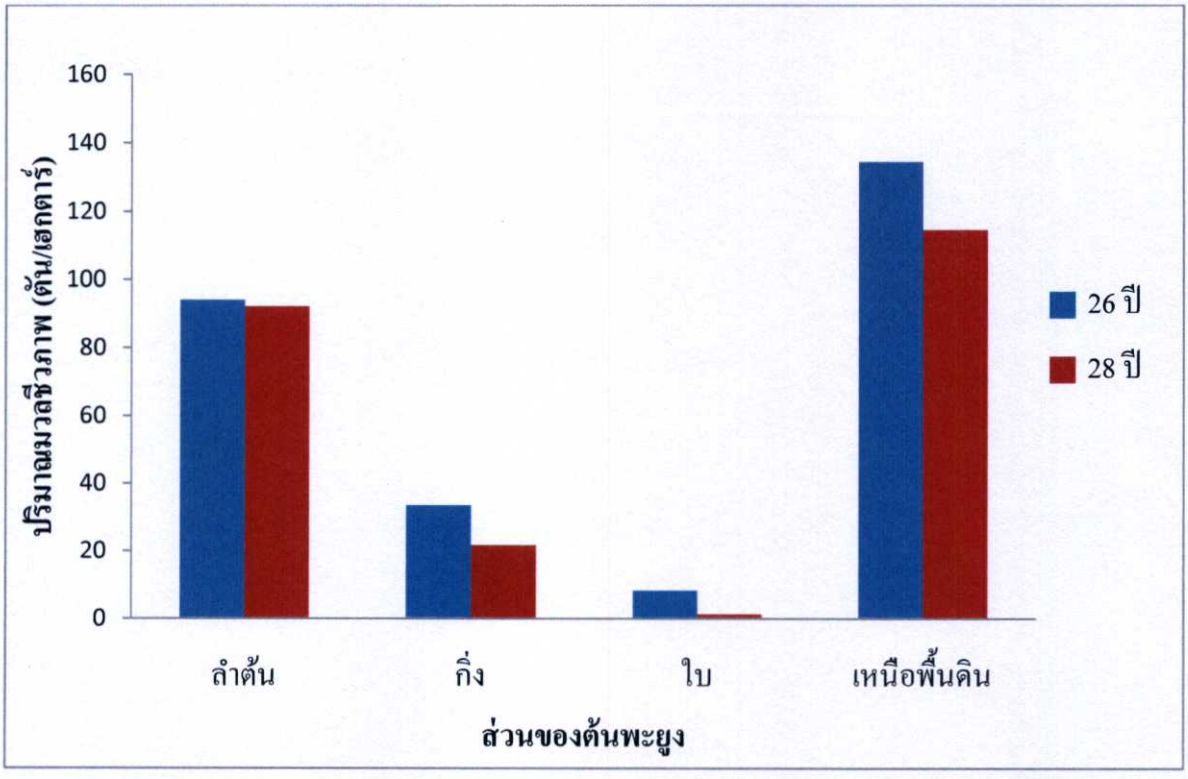
อายุ (ปี)	มวลชีวภาพ (กก./ต้น)	สมการ	R^2
26	ลำต้น (W_{stem})	$W_{stem} = 0.0516(DBH^2H)^{0.9154}$	$R^2 = 0.9901$
	กิ่ง(W_{branch})	$W_{branch} = 0.0028(DBH^2H)^{1.1273}$	$R^2 = 0.8982$
	ใบ(W_{leaf})	$W_{leaf} = 0.0013(DBH^2H)^{0.8749}$	$R^2 = 0.8424$
	เหนือพื้นดิน (W_{total})	$W_{total} = 0.0445(DBH^2H)^{0.9724}$	$R^2 = 0.9882$
28	ลำต้น (W_{stem})	$W_{stem} = 0.0269(DBH^2H)^{1.0025}$	$R^2 = 0.9945$
	กิ่ง(W_{branch})	$W_{branch} = 0.001(DBH^2H)^{1.2134}$	$R^2 = 0.9908$
	ใบ(W_{leaf})	$W_{leaf} = 0.0055(DBH^2H)^{0.6965}$	$R^2 = 0.8406$
	เหนือพื้นดิน (W_{total})	$W_{total} = 0.027(DBH^2H)^{1.0271}$	$R^2 = 0.9938$

4.3 ผลการประมาณมวลชีวภาพส่วนเหนือพื้นดิน

ผลการประมาณมวลชีวภาพส่วนเหนือพื้นดินของต้นพะยูงทั้ง 2 ช่วงอายุ จากสมการความสัมพันธ์ ดังตารางที่ 4.2 พบว่า ต้นพะยูงอายุ 26 ปี มีปริมาณมวลชีวภาพในส่วนของลำต้น กิ่ง ใบและมวลชีวภาพรวมเหนือพื้นดิน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 94.08 , 33.51 , 8.29 และ 134.41 ตัน/เฮกตาร์ (ตารางที่ 4.3) (มวลชีวภาพของลำต้น กิ่งและใบมีปริมาณมวลชีวภาพคิดเป็นร้อยละ 69.24 , 45.53 และ 11.26 ของมวลชีวภาพส่วนที่อยู่เหนือพื้นดิน) และต้นพะยูงอายุ 28 ปี มีปริมาณมวลชีวภาพในส่วนของลำต้น กิ่ง ใบและมวลชีวภาพรวมเหนือพื้นดิน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 92.13 , 21.71 , 1.33 และ 114.60 ตัน/เฮกตาร์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3) (มวลชีวภาพของลำต้น กิ่งและใบมีปริมาณมวลชีวภาพคิดเป็นร้อยละ 87.26 , 57.38 และ 14.19 ของมวลชีวภาพส่วนที่อยู่เหนือพื้นดิน)

ตารางที่ 4.5 มวลชีวภาพส่วนต่างๆของต้นพะยูงอายุ 26 และ 28 ปี ($n_{26} = 5, n_{28} = 5$)

อายุ (ปี)	ส่วนของต้นไม้	มวลชีวภาพ		
		(กก./ต้น)	(ตัน/ไร่)	(ตัน/เฮกตาร์)
26	ลำต้น	125.44	15.05	94.08
	กิ่ง	44.68	5.36	33.51
	ใบ	11.05	1.33	8.29
	เหนือพื้นดิน	179.21	21.51	134.41
	รวม	360.38	43.25	270.29
28	ลำต้น	112.53	14.74	92.13
	กิ่ง	26.51	3.47	21.71
	ใบ	1.63	0.21	1.33
	เหนือพื้นดิน	139.97	18.34	114.60
	รวม	280.64	36.76	229.77



ภาพที่ 4.1 การเปรียบเทียบปริมาณมวลชีวภาพ (ตัน/เฮกตาร์) ในส่วนต่าง ๆ ของต้นพะยูงอายุ 26 และ 28 ปี

จากมวลชีวภาพดังกล่าวพบว่า ต้นพะยูงอายุ 26 ปีมีมวลชีวภาพมากกว่าต้นพะยูงอายุ 28 ปี ในทุกส่วนของต้นไม้ (รูปที่ 4.1) ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากปัจจัยในการเจริญเติบโตของของต้นพะยูงทั้ง 2 แปลงที่แตกต่างกันเนื่องจากพื้นที่แปลงปลูกต้นพะยูงอายุ 26 และ 28 ปีตั้งอยู่บนเขาคนละลูกมีอาณาเขตห่างไกลกันรวมถึงลักษณะสภาพแวดล้อมของแปลงปลูกที่แตกต่างกัน รวมถึงความหนาแน่นของแปลงปลูกอายุ 26 ปีมีน้อยกว่า เนื่องจากมีอาณาเขตที่กว้างส่งผลให้ระยะห่างของต้นพะยูงแต่ละต้นมีมากจึงสามารถรับแสงได้ดีกว่าแปลงปลูกอายุ 28 ปีทำให้ต้นไม้มีความสูงเฉลี่ยและมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่า จึงส่งผลให้มีมวลชีวภาพมาก ซึ่งจากการศึกษาของ เสริมพงศ์ (2545) พบว่าต้นพะยูงอายุ 14 ปี มีมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน เท่ากับ 7.433 ซึ่งน้อยกว่าต้นพะยูงที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ถึง 40 เท่า นอกจากนี้ จากการศึกษาของ ชิงชัย (2550) พบว่า มวลชีวภาพของต้นมีความแตกต่างกันตามพื้นที่ที่ปลูกและปัจจัยที่มีอิทธิพลโดยตรงต่อมวลชีวภาพ คือ ปริมาณน้ำฝนรายปี โดยที่มวลชีวภาพจะเพิ่มขึ้นในพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนมาก อย่างไรก็ตามการพัฒนาสายพันธุ์ก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อมวลชีวภาพเช่นกัน

4.4 ความเข้มข้นของคาร์บอนในมวลชีวภาพ

จากการวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนในส่วนต่างๆ ของต้นไม้ ซึ่งมีหน่วยเป็นร้อยละต่อน้ำหนักแห้ง พบว่าต้นพะยูงอายุ 26 ปี มีปริมาณคาร์บอนในส่วนเหนือพื้นดินแต่ละส่วน อันได้แก่ ลำต้น, กิ่งที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2 เซนติเมตร, กิ่งที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 2-5 เซนติเมตร, กิ่งที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 5 เซนติเมตร, กิ่งแห้งและใบ คือ ร้อยละ 49.94, 49.29, 48.95, 49.10, 48.54 และ50.11 ของน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (ตารางที่ 4) สำหรับต้นพะยูงอายุ 28 ปี มีปริมาณคาร์บอนในส่วนเหนือพื้นดินแต่ละส่วน คือ ร้อยละ 51.06, 49.16, 49.09, 49.56, 49.99 และ 50.09 ของน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าต้นพะยูงอายุ 28 ปีมีปริมาณคาร์บอนในส่วนของลำต้น กิ่งที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 2-5 เซนติเมตร กิ่งที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 5 เซนติเมตรและใบสูงกว่าต้นพะยูงอายุ 26 ปี และในส่วนของใบมีความเข้มข้นของคาร์บอนสูงสูด ส่วนของกิ่งแห้งมีความเข้มข้นของคาร์บอนน้อยที่สุด โดยความเข้มข้นของคาร์บอนในมวลชีวภาพมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ระหว่างส่วนของต้นไม้และอายุของต้นพะยูง ดังแสดงในตารางที่ 4

จากการศึกษาของคณะวนศาสตร์ (2551) ปริมาณคาร์บอนในส่วนลำต้น กิ่งและใบของพรรณไม้ป่าชายเลนในจังหวัดชุมพร จำนวน 11 ชนิด พบว่าปริมาณคาร์บอนในส่วนเหนือพื้นดิน (ลำต้น กิ่งและใบ) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 47.78 , 47.68 และ 43.33 โดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการรวบรวมของสาพิศ (2550) พบว่าพรรณไม้ในป่าธรรมชาติของประเทศไทยมีปริมาณคาร์บอนสะสมในมวลชีวภาพโดยเฉลี่ยระหว่างร้อยละ 44-55 ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาในครั้งนี้

ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยของปริมาณคาร์บอนในส่วนต่าง ๆ ของต้นพะยูงอายุ 26 และ 28 ปี

อายุ (ปี)	ส่วนของต้นไม้	ความเข้มข้นของคาร์บอนในส่วนต่าง ของต้นพะยูง(ร้อยละของน้ำหนักแห้ง)
26	ลำต้น	49.94 ± 1.78^{a}
	กิ่ง<2	49.29 ± 0.89^{b}
	กิ่ง2-5	$48.95 \pm 0.20b^{c}$
	กิ่ง>5	$49.10 \pm 0.19b^{c}$
	กิ่งแห้ง	48.54 ± 0.16^{c}
	ใบ	50.11 ± 0.04^{a}
	เฉลี่ย	49.32 ± 0.54
28	ลำต้น	51.06 ± 0.53^{a}
	กิ่ง<2	49.16 ± 0.41^{cd}
	กิ่ง2-5	49.09 ± 0.17^{d}
	กิ่ง>5	49.56 ± 0.20^{c}
	กิ่งแห้ง	49.99 ± 0.27^{b}
	ใบ	50.09 ± 0.08^{b}
	เฉลี่ย	49.83 0.28

หมายเหตุ : a,b,c,d หมายถึง ค่าแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ($p< 0.05$) โดยวิธี Ducan's multiple rang test ตัวแปลเหมือนกันแสดงถึงความไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ตัวแปลไม่เหมือนกัน แสดงถึงความต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อนำค่ามาเปรียบเทียบกันระหว่างส่วนต่างๆของต้นพะยูงอายุ 26 และ 28 ปีพบว่าสามารถจัดกลุ่มได้ 4 กลุ่มประกอบด้วย

กลุ่ม a ประกอบด้วย ลำต้น ใบ (ต้นพะยูงอายุ 26 ปี) ลำต้น (ต้นพะยูงอายุ 28 ปี)

กลุ่ม b ประกอบด้วย กิ่ง<2 (ต้นพะยูงอายุ 26 ปี) กิ่งแห้ง ใบ (ตันพะยูงอายุ 28 ปี)

กลุ่ม C ประกอบด้วย กิ่ง2-5, กิ่ง>5, กิ่งแห้ง (ต้นพะยูงอายุ 26 ปี) กิ่ง<2, กิ่ง>5 (ต้นพะยูงอายุ 28 ปี)

กลุ่ม d ประกอบด้วย กิ่ง<2, กิ่ง2-5 (ตันพะยูงอายุ 28 ปี)

4.5 สมการแอลโลเมตรีสำหรับการประมาณการกักเก็บคาร์บอน

เมื่อนำค่าความเข้มข้นของคาร์บอน (ตารางที่ 4.6) มาใช้ร่วมกับสมการการประมาณมวลชีภาพ (ตารางที่ 4.5) ทำให้สามารถสร้างสมการสำหรับประมาณค่าการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพได้ดังตารางที่5

ตารางที่ 4.7 สมการแอลโลเมตรีของการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพส่วนต่าง ๆ ของต้นพะยูง อายุ 26 และ 28 ปี

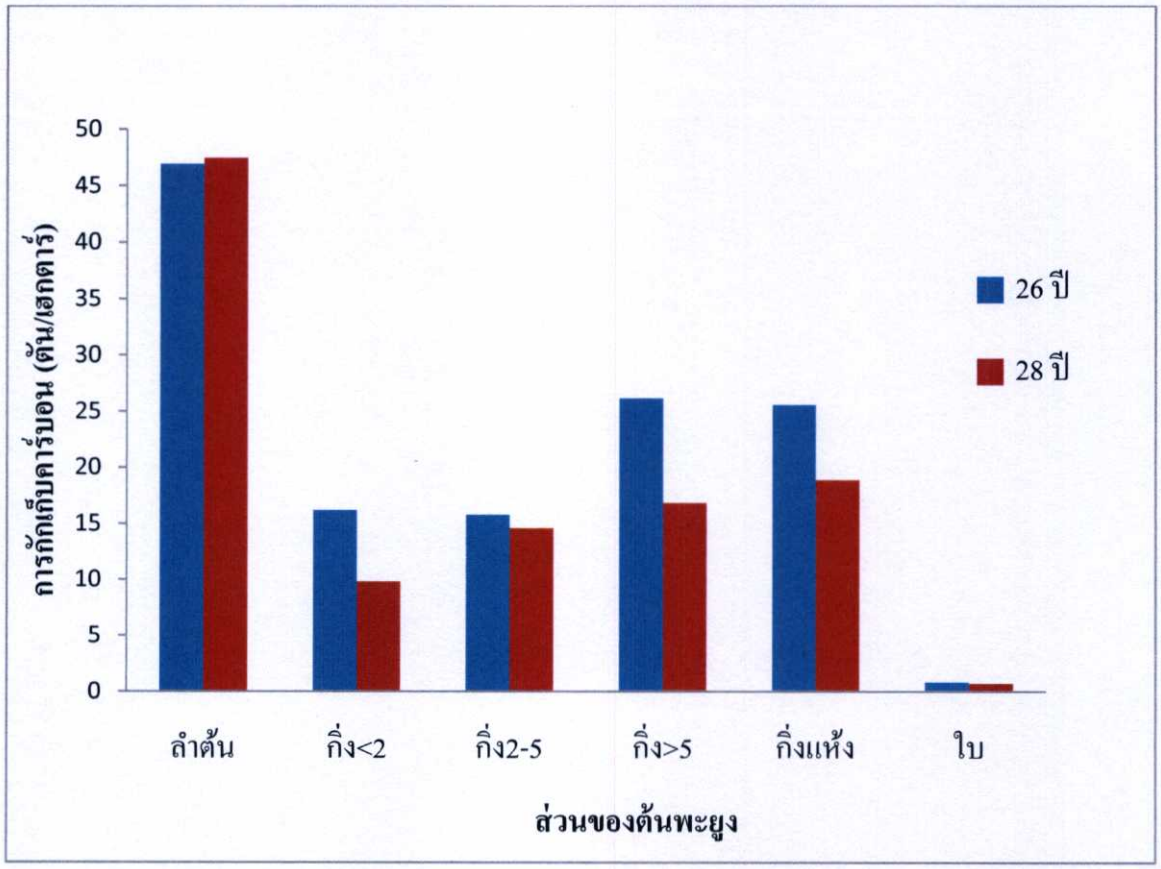
อายุ (ปี)	การกักเก็บคาร์บอน (กก./ต้น)	สมการ	R^2
26	ลำต้น (C_{stem})	$C_{stem} = 0.0269 (DBH^2H)^{0.9104}$	$R^2 = 0.9997$
	กิ่ง<2 ($C_{branch<2}$)	$C_{branch<2} = 0.0014 (DBH^2H)^{1.1232}$	$R^2 = 0.9999$
	กิ่ง2-5 ($C_{branch2-5}$)	$C_{branch2-5} = 0.0014 (DBH^2H)^{1.1205}$	$R^2 = 0.9996$
	กิ่ง>5 ($C_{branch>5}$)	$C_{branch>5} = 0.0013 (DBH^2H)^{1.1359}$	$R^2 = 1.0000$
	กิ่งแห้ง ($C_{dried\ branch}$)	$C_{dried\ branch} = 0.0014 (DBH^2H)^{1.1252}$	$R^2 = 0.9999$
	ใบ (C_{leaf})	$C_{leaf} = 0.0014 (DBH^2H)^{0.7850}$	$R^2 = 0.9972$
28	ลำต้น (C_{stem})	$C_{stem} = 0.0097 (DBH^2H)^{1.0432}$	$R^2 = 0.9994$
	กิ่ง<2 ($C_{branch<2}$)	$C_{branch<2} = 0.0003 (DBH^2H)^{1.2598}$	$R^2 = 0.9993$
	กิ่ง2-5 ($C_{branch2-5}$)	$C_{branch2-5} = 0.0005 (DBH^2H)^{1.2101}$	$R^2 = 1.0000$
	กิ่ง>5 ($C_{branch>5}$)	$C_{branch>5} = 0.0005 (DBH^2H)^{1.2097}$	$R^2 = 1.0000$
	กิ่งแห้ง ($C_{dried\ branch}$)	$C_{dried\ branch} = 0.0006 (DBH^2H)^{1.2022}$	$R^2 = 1.0000$
	ใบ (C_{leaf})	$C_{leaf} = 0.0021 (DBH^2H)^{0.7309}$	$R^2 = 0.9992$

4.6 ศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพ

ต้นพะยูงอายุ 26 ปี สามารถกักเก็บคาร์บอนในส่วนต่าง ๆ ประกอบด้วย ลำต้น , กิ่งที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2 เซนติเมตร , กิ่งที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 2-5 เซนติเมตร , กิ่งที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 5 เซนติเมตร , กิ่งแห้งและใบ มีค่าเท่ากับ 46.93 , 16.16 , 15.77 , 26.17 , 25.59 และ 0.81 ตัน/เฮกตาร์ ตามลำดับ และอายุ 28 ปี มีค่าเท่ากับ 47.45 , 9.80 , 14.61 , 16.82 , 18.88 และ 0.69 ตัน /เฮกตาร์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.6) ซึ่งปริมาณการกักเก็บคาร์บอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ระหว่างส่วนของต้นไม้และอายุของต้นไม้

ตารางที่ 4.8 การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพส่วนต่าง ๆ ของต้นพะยูงอายุ 26 และ 28 ปี

อายุ (ปี)	ส่วนของต้นไม้	การกักเก็บคาร์บอน		
		(กก./ต้น)	(ตัน/ไร่)	(ตัน/เฮกตาร์)
26	ลำต้น	62.57	7.51	46.93
	กิ่ง<2	21.54	2.58	16.16
	กิ่ง2-5	21.03	2.52	15.77
	กิ่ง>5	34.89	4.19	26.17
	กิ่งแห้ง	34.12	4.09	25.59
	ใบ	1.08	0.13	0.81
	รวม	175.23	21.03	131.42
28	ลำต้น	57.95	7.59	47.45
	กิ่ง<2	11.97	1.57	9.80
	กิ่ง2-5	17.84	2.34	14.61
	กิ่ง>5	20.54	2.69	16.82
	กิ่งแห้ง	23.06	3.02	18.88
	ใบ	0.84	0.11	0.69
	รวม	132.20	17.32	108.24



ภาพที่ 4.2 การเปรียบเทียบศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในส่วนต่าง ๆ ของต้นพะยูง อายุ 26 และ 28 ปี

พบว่าการกักเก็บคาร์บอนมีแนวโน้มเช่นเดียวกับมวลชีวภาพโดยต้นพะยูงอายุ 26 ปี มีการกักเก็บคาร์บอนสูงกว่าต้นพะยูงอายุ 28 ปีในเกือบทุกส่วนของต้นไม้ ยกเว้นในส่วนของลำต้นไม้พะยูงอายุ 28 ปีมีการกักเก็บคาร์บอนสูงกว่าในต้นพะยูงอายุ 28 ปี (รูปที่ 4.2) เนื่องจากต้นพะยูงอายุ 28 ปีมีความหนาแน่นของจำนวนต้นไม้ในแปลงปละความเข้มข้นของคาร์บอนมากกว่าต้นพะยูงอายุ 26 ปี จะเห็นได้ว่าการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้นั้นขึ้นอยู่กับมวลชีวภาพของต้นไม้นั้นๆ มากกว่าความเข้มข้นของคาร์บอนที่อยู่ในมวลชีวภาพ กล่าวคือ ถ้าต้นไม้มีมวลชีวภาพมากก็สามารถกักเก็บคาร์บอนได้ในปริมาณมากเช่นกัน เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ของ เสริม พงศ์ (2545) ที่ศึกษาศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของไม้พะยูงอายุ 14 ปี สามารถกักเก็บคาร์บอนได้เท่ากับ 7.433 ตัน/ไร่ ซึ่งมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับผลการศึกษาในครั้งนี้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาปริมาณมวลชีวภาพและศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนของต้นพะยูงอายุ 26 และ 28 ปี ที่ปลูกในสวนป่า ณ สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา โดยการประมาณมวลชีวภาพในส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ จากสมการความสัมพันธ์ในรูปสมการแอลโลเมตรี พบว่ามวลชีวภาพของต้นพะยูงอายุ 26 ปี มีปริมาณสูงกว่าในต้นพะยูงอายุ 28 ปี โดยในส่วนของลำต้นมีปริมาณมวลชีวภาพมากที่สุด รองลงมาคือส่วนของกิ่งและใบ ตามลำดับ โดยมีปริมาณมวลชีวภาพเท่ากับ 94.08 , 33.51 และ 8.29 ตัน/เฮกตาร์ สำหรับต้นพะยูงอายุ 26 ปี และ 92.13 , 21.71 และ 1.33 ตัน/เฮกตาร์ สำหรับอายุ 28 ปี

การศึกษาศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในต้นพะยูง พบว่าต้นพะยูงอายุ 26 ปีมีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนสูงกว่าในต้นพะยูงอายุ 28 ปี โดยคาร์บอนจะถูกกักเก็บได้มากที่สุดในส่วนของลำต้น > กิ่ง >ใบ โดยมีการกักเก็บคาร์บอนในส่วนของลำต้น กิ่งและใบ เท่ากับ 25.59 , 20.92 และ 0.81 ตัน/เฮกตาร์สำหรับอายุ 26 ปี และ47.45 , 15.03 และ 0.69 ตัน/เฮกตาร์สำหรับอายุ 28 ปี

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรจะทำการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณมวลชีวภาพและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในช่วงฤดูกาลต่างๆ

2. ควรจะทำการศึกษาต้นพะยูงในพื้นที่ต่าง ๆ กันเพื่อศึกษาปัจจัยอื่น ๆ ที่ส่งผลต่อปริมาณมวลชีวภาพและปริมาณการกักเก็บคาร์บอน

3. ควรจะทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบปริมาณมวลชีวภาพและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในต้นไม้โตเร็ว เช่น ยูคาลิปตัส อะคาเซีย เป็นต้น และต้นไม้โตช้า เช่น พะยู สัก เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

กมล อยู่สบาย, 2555, **ป่าไม้กับการดูดซับ**, สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ

จุฑารัตน์ แสงเสถียร, อำไพ พรลีแสงสุวรรณ์, พงษ์ศักดิ์ ฉัตรเตชะ, สมชาย นองเมือง และ วิชน์ บุญญะ ปฏิภาค, **การกักเก็บคาร์บอนและธาตุอาหารในซากพืชที่ร่วงหล่นของสวนป่าสนคาริเบีย**

จีราภรณ์ ศิรินันท์และคณะ, 2553, **ความสัมพันธ์ระหว่างพืชพรรณริมน้ำและการสะสมคาร์บอนบริเวณฝายชะลอน้ำ บ้านทาป่าเปา อำเภอแม่ทา จังหวัดลำพูน**

ชิงชัย วิริยะบัญชาและคณะ, 2554, **มวลชีวภาพและการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้มีค่าทางเศรษฐกิจบางชนิดเพื่อประมาณการสะสมธาตุคาร์บอนในสวนป่า**

ธนพงศ์ โพธิแท่น. 2541. การควบคุมก๊าซเรือนกระจกเพื่อสิ่งแวดล้อมโลก, น. 1-21. *ใน* เอกสารประกอบการสัมมนา **การควบคุมก๊าซเรือนกระจกเพื่อสิ่งแวดล้อมโลก**. (โครงการสหวิทยาการบัณฑิตศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นันทนา บุณยานันต์ และคณะ, 2554, **การศึกษาการสะสมปริมาณคาร์บอนในพื้นที่ป่าชุมชน กรณีศึกษาในพื้นที่จังหวัดเชียงราย**

นาฏสุดา ภูมิจำนงค์. 2550, **ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินในรากและคาร์บอนในดินของสวนป่าไม้สัก**. Enviromentand Nature. Resources J. 5: 119-121.

ประดิษฐ์ ตรีพัฒนาสุวรรณ, 2549, **การศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ของพันธุ์ไม้หลัก 5 ชนิด บริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานฯ**

พงษ์ศักดิ์ สหุนาพุ. 2538. **ผลผลิตและการหมุนเวียนของธาตุอาหารในระบบนิเวศป่าไม้**. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 651 น.

เยาวลักษณ์ วงศ์สิงห์ และคณะ, 2555, **ความสัมพันธ์เชิงแอลโลเมตรีสำหรับประมาณมวลชีวภาพส่วนเหนือดินและใต้ดินของกล้าไม้วงศ์ยาง**

วนบุษป์ เสือดี. 2543. **อัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และมวลชีวภาพของไม้ป่าชายเลนปลูกบางชนิด ที่อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิจารณ์ มีผล, 2553, **การกักเก็บคาร์บอนของป่าชายเลนบริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลระนอง**

ศูนย์วิทยาการขั้นสูงด้านทรัพยากรธรรมชาติเขตร้อนคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2557, **"ทรัพยากรป่าไม้กับการลดปัญหาโลกร้อน"**, [Online]. Available:

http://nru.ku.ac.th/KU_NRU_/?c=page&rpind42&pind=313&rind=42 (วันที่ค้นข้อมูล: 3 มกราคม 2557)

สมบุญ เตชะภิญยาวัฒน์. 2548. **สรีรวิทยาของพืช**. พิมพ์ ครั้งที่ 4. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สาพิศ ดิลกสัมพันธ์, ดุริยะ สถาพร, 2552, **สมดุลคาร์บอนในระดับเรือนยอดของป่าดิบแล้งสะแกราช และป่าผสมผลัดใบลุ่มน้ำแม่กลอง**

สิริกานดา วัชราไทย, 2551, **การศึกษาสมดุลคาร์บอนและการกักเก็บคาร์บอนในดินของสบู่ดำที่ปลูกในดินเหนียวและดินร่วนปนทราย**, ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สิ่งแวดล้อม, 2553, **โครงการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกพื้นที่สวนป่าองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้**

สุขประโชค เอื้อกฤษดาธิการ. 2549. ภัยธรรมชาติกับภาวะโลกร้อน. **วารสารสิ่งแวดล้อม** 10 (2): 32-40.

เสริมพงศ์ นวลงาม. 2545. **บทบาทของการปลูกสร้างสวนป่าต่อการกักเก็บคาร์บอนและคุณสมบัติของดินบางประการ ที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมการปลูกสร้างสวนป่า จังหวัดนครราชสีมา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักนวัตกรรมไม้เศรษฐกิจ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2553, **โครงการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกพื้นที่สวนป่าองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้**

อรรถชัย จินตะเวช. 2547. **การสะสมคาร์บอน**. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

David J. Nowak , Eric J. Greenfield , Robert E. Hoehn , Elizabeth Lapoint. 2013. **Carbon storage and sequestration by trees in urban and community areas of the United States.** Environmental Pollution 178: 229-236

Florence, J.A. 2006. 2005 Another Record Year for Global Carbon Emissions. **Earth Policy Institute**. Available Source: htpp://www.earth-policy.org/Indicators/CO2/2006_data.htm#fig1, May 15, 2007.

Renan Ulrich Goetz a, Natali Hritonenko, Ruben Mura, Àngels Xabadia, Yuri Yatsenko.2013. Forest management for timber and carbon sequestration in the presence of climate change: The case of Pinus Sylvestris. **Ecological Economics**. 88 (2013) 86–96.

Mark Johnston , Hayley Hesseln.2012. Climate change adaptive capacity of the Canadian forest sector. **Forest Policy and Economics**. 24 (2012) 29–34

ภาคผนวก ก

อุปกรณ์สำหรับงานวิจัยและการเก็บตัวอย่างต้นไม้

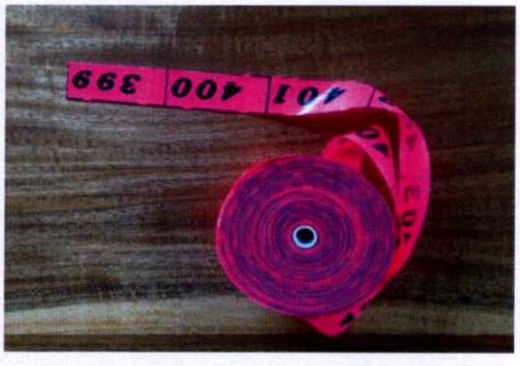
ภาคผนวก ก

อุปกรณ์สำหรับงานวิจัยและการก็บตัวอย่างต้นไม้

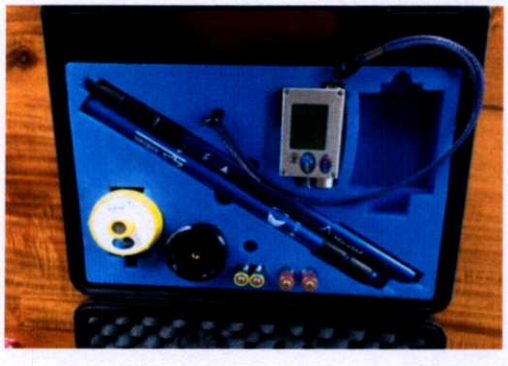
ก-1 อุปกรณ์

เลื่อยยนต์

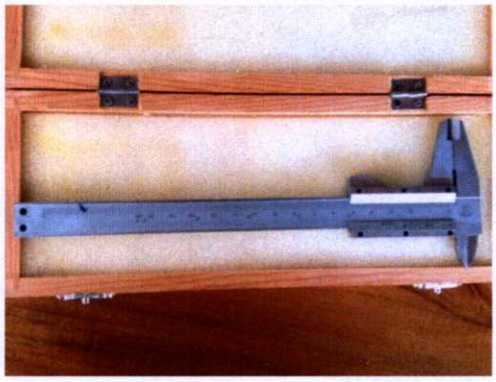
Diameter Tap



เบอร์ติดต้นไม้ (Numbering Tap)



เครื่องวัดความสูงต้นไม้ (Vertex Hypsometer)



Vernier Caliper

เครื่อง TOC (Total organic carbon)

แท่งวัดแบบเลื่อนเข้าออก (Telescope Pole)

เครื่องบดไม้

ก-2 วิธีการ

การสำรวจนับจำนวนต้นพะยูง
พร้อมทั้งติดเบอร์ต้นไม้

วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH)
ที่ระดับความสูง 1.30 เมตร

วัดความสูงด้วยเครื่องวัดความสูงต้นไม้

ตัดต้นพะยูงตัวอย่าง โดยทำการตัดชิดผิวดิน

ทำเครื่องหมายทุกๆ 1 เมตร

ตัดทอนไม้ตัวอย่างออกเป็นท่อน ท่อนละ 1 เมตร

วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับกิ่งสดกิ่ง

ทำการแยกแต่ละส่วน (กิ่งที่มีขนาด

เส้นผ่าศูนย์ตั้งแต่ 2-5 เซนติเมตร)

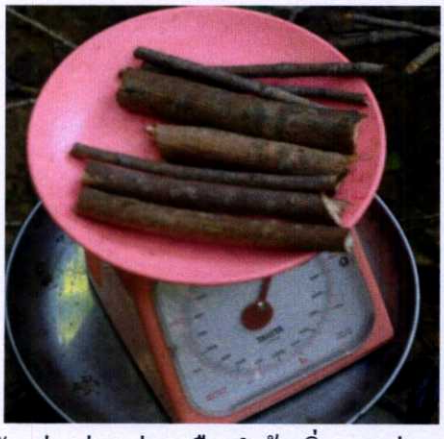
ทำการแยกแต่ละส่วน(กิ่งที่มีขนาด

เส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 5 เซนติเมตร)

ทำการแยกแต่ละส่วน (ลำต้น)

ชั่งน้ำหนักสดทั้งหมดของลำต้น

กิ่งสดแต่ละขนาด กิ่งแห้ง และใบ



สุ่มเก็บตัวอย่างส่วนต่างๆคือ ลำต้น กิ่งสดแต่ละขนาด

กิ่งแห้ง และใบพร้อมทั้งชั่งน้ำหนักสด

ภาคผนวก ข.

ตารางบันทึกการเก็บข้อมูลต้นพะยูง

ภาคผนวก ข.

ตารางบันทึกการเก็บข้อมูลต้นพะยูง

ตาราง ข.1 ความสูงและDBH ของต้นพะยูงอายุ 28 ปี เก็บข้อมูลเมื่อวันที่ 17 ตุลาคม 2556

แถวที่	ต้นที่	เบอร์	DBH (cm.)	ความสูง (m.)
1	1	121	3.6	6.3
	2	122	5.5	10
	3	123	3.2	5.4
	4	124	13.9	11.6
	5	125	3.9	6.4
	6	126	5.8	7.8
	7	127	14.1	12.9
	8	128	17.9	15.6
	9	129	19.2	16.6
2	10	130	6.4	9.8
	11	131	2.4	4.8
	12	132	8.1 , 5.3	9.5
	13	133	3.7	5.8
	14	134	12.2	13.2
	15	135	7.1 , 6.8	7.7
	16	136	9.8	12.3
	17	137	7.6 , 8.0	12.2
3	18	138	4.3	8.2
	19	139	4.7 , 8.7	8.1
	20	140	14.7 , 16.9	16.8
	21	141	6.3	8.5
	22	142	16.2 , 5.0 , 4.9	15.8
	23	143	6.5 , 4.3 , 4.2	7.8
	24	144	17.7 , 10.2	17

ตาราง ข.1 ความสูงและDBH ของต้นพะยูงอายุ 28 ปี เก็บข้อมูลเมื่อวันที่ 17 ตุลาคม 2556 (ต่อ)

แถวที่	ต้นที่	เบอร์	DBH (cm.)	ความสูง (m.)
	25	145	21.3	18
4	26	146	12.8	15.1
	27	147	18.1 , 19.0	17.3
	28	148	12.6	16.2
	29	149	7.1	10.1
	30	150	8.9 , 4.5	11.8
	31	151	13.0 , 16.1	17
	32	152	12.8	13.4
	33	153	10.7 , 9.0	14.3
5	34	154	12.1 , 5.9	15.7
	35	155	13.3	16.5
	36	156	22.8 , 9.8	18.2
	37	157	21.1 , 5.6	18.7
	38	158	18	14.7
6	39	159	14.3	19.2
	40	160	16.0 , 10.1	14.8
	41	161	5.8	9.5
	42	162	16.4	18.1
	43	163	12.8	14.5
	44	164	8.3	12.9
	45	165	19.9 , 11.5	19.9
	46	166	13.9	15.5
	47	167	5.4	7.3
	48	168	7.1	5.5
	49	169	8.2 , 26.3 , 10.5	11.6
7	50	170	6.5	10.5
	51	171	10.4	15.4
	52	172	9.4 , 13.9	18.2

ตาราง ข.1 ความสูงและDBH ของต้นพะยูงอายุ 28 ปี เก็บข้อมูลเมื่อวันที่ 17 ตุลาคม 2556 (ต่อ)

แถวที่	ต้นที่	เบอร์	DBH (cm.)	ความสูง (m.)
	53	173	11.9	15.3
	54	174	11.2 , 11.5	15.7
	55	175	9.6	11
	56	176	18.4 , 22.1	17.9
	57	177	7	7.1
	58	178	11.1	10.2
	59	179	5.6	5.5
8	60	180	7	10.8
	61	181	18.6	17.7
	62	182	3.8	6
	63	183	11.4	14.7
	64	184	14 , 10.3	10.9
9	65	185	20.6 , 7.7	16.4
	66	186	11.6	15.1
	67	187	16.3	17.4
	68	188	4.6	6
	69	189	11	12.3
	70	190	8.8 , 4.5	4.7
10	71	191	6	12.1
	72	192	9.5 , 6.8	13
	73	193	12.7 , 10.1	16.2
	74	194	14.8	15.2
	75	195	20.2	11.9
11	76	196	5.5	8.7
	77	197	6	9.4
	78	198	2.7	9.8
	79	199	17.7 , 9.4	15.3
	80	200	3.2	4.2

ตาราง ข.1 ความสูงและDBH ของต้นพะยูงอายุ 28 ปี เก็บข้อมูลเมื่อวันที่ 17 ตุลาคม 2556 (ต่อ)

แถวที่	ต้นที่	เบอร์	DBH (cm.)	ความสูง (m.)
	81	201	18.2 , 11.5	19.8
12	82	202	8.8	13.6
	83	203	6.1	10.6
	84	204	4.4	8.9
	85	205	20.5 , 11.7 , 10.6	14.2
	86	206	18.1 , 6.6 , 6.8 ,9.1	15.3
	87	207	2	3.4
	88	208	19.4 , 16.1	16.8
	89	209	5.6	6.4
	90	210	1.8	2.4
	91	211	9.1	9.9
	92	212	17.6 ,16.6 , 12.4 , 13.6	15.9
	93	213	12.6	13.7
	94	214	3.2	5.6
	95	215	6.7 , 5.6 , 3.9	10.6
	96	216	4.9	8.5
	97	217	4.3	7.2
	98	218	6.0 , 7.3	8.9
	99	219	13.2 , 4.4	12.8
	100	220	10.9	7.4
14	101	221	5.8 , 4.8	7.3
	102	222	9.6	14.3
	103	223	14.3 , 11.2	18.1
	104	224	11.1 , 11.9	15.9
	105	225	6.4	8.8
	106	226	6.4 , 8.0 , 14.5	13.1
15	107	227	4.1	6.8
	108	228	11.1 , 12.5	12

ตาราง ข.1 ความสูงและDBH ของต้นพะยูงอายุ 28 ปี เก็บข้อมูลเมื่อวันที่ 17 ตุลาคม 2556 (ต่อ)

แถวที่	ต้นที่	เบอร์	DBH (cm.)	ความสูง (m.)
	109	229	10.9 , 9.9	13.3
	110	230	3	2.7
	111	231	13.6	11.6
16	112	232	10.5 , 6.6	14.9
	113	233	16.2 , 12.8	13.5
	114	234	4.4	7.8
	115	235	13.6	15.9
17	116	236	11.9	14.8
	117	237	6.7	12.1
	118	238	14.2	8.4
	119	239	11.2	16.6
	120	240	16.6 , 12.2	17.4
	121	241	6.0 , 9.3	12.4
	122	242	15.9	9.5
18	123	243	10.4	16
	124	244	15.2 , 11.9	16
	125	245	6.9	10.6
	126	246	14.1	15.4
19	127	247	14.4	15
	128	248	16.3	18.1
	129	249	17.0 , 14.6	17.8
	130	250	4.8	3.9
	131	251	15.1	12.7

หมายเหตุ

DBH หมายถึง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับอก(เหนือจากพื้นดิน 1.30 เมตร)

ตาราง ข.2 ความสูงและDBH ของต้นพะยูงอายุ 26 ปี เก็บข้อมูลเมื่อวันที่ 17 ตุลาคม 2556

แถวที่	ต้นที่	เบอร์	DBH (cm.)	ความสูง (m.)
1	1	1	21.5	21.2
	2	2	4.9	8.1
	3	3	11.6	21.6
	4	4	7.4	10.8
	5	5	12.4	14.8
	6	6	7.3	12
	7	7	12	16.7
	8	8	11.8	17.2
	9	9	21.1	22
	10	10	29.5	26.6
	11	11	4.8	11.2
2	12	12	14.5	17.6
	13	13	19.4	22.4
	14	14	19.9	24
	15	15	12	13.3
	16	16	15.5 , 12.5	20.1
	17	17	5.7	1.8
	18	18	14.5	19.4
	19	19	6.2	9.3
	20	20	10.7	14.9
	21	21	14.1	12.8
	22	22	11.3	11.1
	23	23	14.9	17.9
	24	24	10.5	12.4
	25	25	8.3	11.8
3	26	26	25.9	26.4
	27	27	3.3 , 3.2 , 3.4	8.6
	28	28	12,8	21.2

ตาราง ข.2 ความสูงและDBH ของต้นพะยูงอายุ 26 ปี เก็บข้อมูลเมื่อวันที่ 17 ตุลาคม 2556 (ต่อ)

แถวที่	ต้นที่	เบอร์	DBH (cm.)	ความสูง (m.)
	29	29	7.8	14.6
	30	30	21.9	24.3
	31	31	9.8	10.1
	32	32	16.1	22.6
	33	33	29.6	25.3
	34	34	14.5	20.2
	35	35	21.6	23.6
	36	36	2.6	3.52
4	37	37	9.6	16.8
	38	38	15.4	20.5
	39	39	14	20.8
	40	40	20.8	17.2
	41	41	8.2	12.5
	42	42	18.3	19
	43	43	3.9	7.5
	44	44	12.5	13.8
5	45	45	8.6	10.5
	46	46	19.8	22.5
	47	47	9.5	14.2
	48	48	22.6	22.7
	49	49	5.4 , 9.7	13.7
	50	50	3.6 , 2.6	6.1
	51	51	18.5	20.6
	52	52	13.4	13.1
	53	53	6.8	21.2
	54	54	14.3	12
	55	55	12.9 , 12.3	15.4
	56	56	15.7	17.6

ตาราง ข.2 ความสูงและDBH ของต้นพะยูงอายุ 26 ปี เก็บข้อมูลเมื่อวันที่ 17 ตุลาคม 2556 (ต่อ)

แถวที่	ต้นที่	เบอร์	DBH (cm.)	ความสูง (m.)
	57	57	5.1	6.7
	58	58	8.6	16.1
	59	59	6.5	10.4
6	60	60	8.1	8.5
	61	61	13.2	15.8
	62	62	7.3	15.1
	63	63	8.7	13.4
	64	64	6.8	11.5
	65	65	7.5	13.6
	66	66	6.7	11.7
	67	67	20	19.2
	68	68	10	13.8
	69	69	10.5	12.4
	70	70	19.5	16.3
	71	71	6.2	8.6
	72	72	15.9	21.1
	73	73	15.3	19.9
	74	74	18.2	20.5
7	75	75	26.9	24.6
	76	76	6.6	10.9
	77	77	16.5	21.8
	78	78	14.8	23.5
	79	79	14	18.9
	80	80	7.7	17.7
	81	81	11.4	13.6
	82	82	9.2	15.2
	83	83	12.9	13.1
	84	84	10.1 , 11.9	14.5

ตาราง ข.2 ความสูงและDBH ของต้นพะยูงอายุ 26 ปี เก็บข้อมูลเมื่อวันที่ 17 ตุลาคม 2556 (ต่อ)

แถวที่	ต้นที่	เบอร์	DBH (cm.)	ความสูง (m.)
	86	86	25	22.3
	87	87	12	15.4
	88	88	8.3	11
8	89	89	7.6	9.5
	90	90	19.5	20.8
	91	91	15.4	21.9
	92	92	16.9	21.2
	93	93	15.9	19.6
	94	94	13	17.2
	95	95	18.2	21.2
	96	96	11.2	11.3
	97	97	6.9	6
	98	98	14.6	14.9
	99	99	16.2	18.1
	100	100	26.9	28.7
9	101	101	8.5	6.6
	102	102	19.5	23.8
	103	103	23.4	23.7
	104	104	10.2	13.9
	105	105	4.4	4.3
	106	106	16.9	19.8
	107	107	18.9	19
	108	108	10.1	14.1
	109	109	8.5	14.6
	110	110	12	16.8
	111	111	11.2	13.1
10	112	112	9.0 , 10.6	13.8
	113	113	17.3	22.4

ตาราง ข.2 ความสูงและDBH ของต้นพะยูงอายุ 26 ปี เก็บข้อมูลเมื่อวันที่ 17 ตุลาคม 2556 (ต่อ)

แถวที่	ต้นที่	เบอร์	DBH (cm.)	ความสูง (m.)
	114	114	14.3	18.5
	115	115	7.7	10.5
	116	116	5.8	10.4
	117	117	18.8	17.2
	118	118	12.1	10.7
	119	119	11	15.3
	120	120	10.8	11.8

หมายเหตุ

DBH หมายถึง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับอก(เหนือจากพื้นดิน 1.30 เมตร)

ตาราง ข.3 น้ำหนักสด น้ำหนักแห้งของกิ่งต้นพะยูงตัวอย่างแยกตามขนาด

ต้นที่	กิ่งน้อยกว่า 2		กิ่ง2-5		กิ่งมากกว่า 5		กิ่งแห้ง	
	น้ำหนักสด (g)	น้ำหนักแห้ง (g)	น้ำหนักสด (g)	น้ำหนักแห้ง (g)	น้ำหนักสด (g)	น้ำหนักแห้ง (g)	น้ำหนักสด (g)	น้ำหนักแห้ง (g)
T1	200.00	113.75	-	-	-	-	-	-
T2	200.00	123.12	310	187.89	-	-	-	-
T3	200.00	113.42	350	197.44	350	211.26	280	240.85
T4	200.00	116.41	340	194.90	430	264.31	330.5	276.03
T5	200.00	127.44	350	211.95	370	250.14	200	181.08
T6	200.00	117.36	275	152.87	-	-	-	-
T7	200.00	118.99	310	182.37	-	-	-	-
T8	200.00	123.29	345	207.34	555	345.27	200	172.46
T9	200.00	116.62	355	198.89	475	307.86	200	180.72
T10	200.00	106.62	300	181.75	415	263.76	300	248.17
	2000.00	1177	2935	1715.40	2595	1642.6	1510.5	1299.3

หมายเหตุ

T หมายถึง ตัวอย่างต้นพะยูงที่สุ่มได้

T1-T5 หมายถึง ต้นพะยูงอายุ 28 ปี

T6-T10 หมายถึง ต้นพะยูงอายุ 26 ปี

- หมายถึง ไม่มีกิ่งขนาดตามที่กำหนด

ตาราง ข.4 ความเข้มข้นคาร์บอนที่กักเก็บไว้ในส่วนลำต้นของต้นพะยูง

ลำต้น	ท่อนที่	TC		IC	
		น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	%คาร์บอน	น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	%คาร์บอน
T1	D1	50.10	51.02	50.10	0.00
	D1	50.20	52.46	50.10	0.00
	D1	50.20	51.61	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.17	51.70	50.13	0.00
	D3	50.10	50.88	50.10	0.00
	D3	50.10	50.05	50.20	0.00
	D3	50.10	51.41	50.10	0.00
	เฉลี่ย	50.10	50.78	50.13	0.00
	D5	50.10	51.29	50.10	0.00
	D5	50.10	51.18	50.10	0.00
	D5	50.10	50.64	50.10	0.00
	เฉลี่ย	50.10	51.04	50.10	0.00
	D7	50.10	50.47	50.10	0.00
	D7	50.20	50.21	50.20	0.00
	D7	50.10	50.49	50.10	0.00
	เฉลี่ย	50.13	50.39	50.13	0.00
T2	D1	50.00	51.55	50.20	0.00
	D1	50.10	50.81	50.10	0.00
	D1	50.20	51.36	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.10	51.24	50.17	0.00
	D3	50.20	50.61	50.10	0.00
	D3	50.10	50.12	50.10	0.00
	D3	50.20	51.20	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.17	50.64	50.13	0.00
	D5	50.00	52.12	50.10	0.00
	D5	50.00	51.03	50.00	0.00
	D5	50.20	50.33	50.20	0.00

ตาราง ข.4 ความเข้มข้นคาร์บอนที่กักเก็บไว้ในส่วนลำต้นของต้นพะยูง (ต่อ)

ลำต้น	ท่อนที่	TC		IC	
		น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	%คาร์บอน	น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	%คาร์บอน
	เฉลี่ย	50.10	51.16	50.10	0.00
	D7	50.20	49.98	50.10	0.00
	D7	50.20	50.71	50.20	0.00
	D7	50.20	50.68	50.10	0.00
	เฉลี่ย	50.20	50.46	50.13	0.00
	D9	50.10	50.35	50.20	0.00
	D9	50.00	51.26	50.10	0.00
	D9	50.20	51.36	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.10	50.99	50.17	0.00
	D11	50.10	51.87	50.10	0.00
	D11	50.10	51.69	50.10	0.00
	D11	50.10	50.36	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.10	51.31	50.13	0.00
	D13	50.10	51.23	50.20	0.00
	D13	50.20	50.13	50.20	0.00
	D13	50.10	50.15	50.00	0.00
	เฉลี่ย	50.13	50.50	50.13	0.00
T3	D1	50.20	51.71	50.20	0.00
	D1	50.00	51.41	50.10	0.00
	D1	50.20	50.98	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.13	51.37	50.17	0.00
	D3	50.20	51.37	50.20	0.00
	D3	50.10	51.67	50.00	0.00
	D3	50.20	51.39	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.17	51.48	50.13	0.00
	D5	50.00	51.73	50.00	0.00
	D5	50.00	50.78	50.00	0.00

ตาราง ข.4 ความเข้มข้นคาร์บอนที่กักเก็บไว้ในส่วนลำต้นของต้นพะยูง (ต่อ)

ลำต้น	ท่อนที่	TC		IC	
		น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	%คาร์บอน	น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	%คาร์บอน
	D5	50.20	50.56	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.20	50.56	50.20	0.00
	D7	50.20	52.67	50.10	0.00
	D7	50.20	50.23	50.20	0.00
	D7	50.10	51.47	50.10	0.00
	เฉลี่ย	50.17	51.46	50.13	0.00
	D9	50.20	51.41	50.20	0.00
	D9	50.20	52.05	50.20	0.00
	D9	50.10	50.57	50.10	0.00
	เฉลี่ย	50.17	51.34	50.17	0.00
	D11	50.10	51.00	50.10	0.00
	D11	50.10	51.83	50.20	0.00
	D11	50.20	51.77	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.13	51.53	50.17	0.00
	D13	50.20	51.47	50.20	0.00
	D13	50.20	52.28	50.10	0.00
	D13	50.10	51.63	50.10	0.00
	เฉลี่ย	50.17	51.79	50.13	0.00
	D15	50.00	51.57	50.00	0.00
	D15	50.20	51.45	50.10	0.00
	D15	50.00	51.51	50.00	0.00
	เฉลี่ย	50.07	51.51	50.03	0.00
	D17	50.00	51.45	50.00	0.00
	D17	50.20	52.22	50.20	0.00
	D17	50.20	49.56	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.13	51.08	50.13	0.00
	D19	50.00	51.33	50.00	0.00

ตาราง ข.4 ความเข้มข้นคาร์บอนที่กักเก็บไว้ในส่วนลำต้นของต้นพะยูง (ต่อ)

ลำต้น	ท่อนที่	TC		IC	
		น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	%คาร์บอน	น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	%คาร์บอน
	D19	50.10	51.10	50.00	0.00
	D19	50.20	51.24	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.10	51.17	50.10	0.00
T4	D1	50.00	50.21	50.20	0.00
	D1	50.20	49.89	50.10	0.00
	D1	50.20	51.85	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.13	50.65	50.17	0.00
	D3	50.10	50.86	50.20	0.00
	D3	50.20	48.35	50.10	0.00
	D3	50.20	50.92	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.17	50.04	50.17	0.00
	D5	50.20	51.69	50.00	0.00
	D5	50.10	51.26	50.20	0.00
	D5	50.20	51.20	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.17	51.38	50.10	0.00
	D7	50.00	51.20	50.10	0.00
	D7	50.10	51.55	50.10	0.00
	D7	50.20	52.70	50.10	0.00
	เฉลี่ย	50.10	51.82	50.10	0.00
	D9	50.10	51.65	50.10	0.00
	D9	50.20	52.14	50.20	0.00
	D9	50.20	52.14	50.10	0.00
	เฉลี่ย	50.20	51.98	50.13	0.00
	D11	50.00	51.38	50.20	0.00
	D11	50.20	50.94	50.20	0.00
	D11	50.00	51.27	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.07	51.20	50.20	0.00

ตาราง ข.4 ความเข้มข้นคาร์บอนที่กักเก็บไว้ในส่วนลำต้นของต้นพะยูง (ต่อ)

ลำต้น	ท่อนที่	TC		IC	
		น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	% คาร์บอน	น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	% คาร์บอน
	D13	50.10	50.64	50.2	0.00
	D13	50.10	51.59	50.0000	0.00
	D13	50.20	50.72	50.1	0.00
	เฉลี่ย	50.13	50.98	50.10	0.00
	D15	50.00	51.28	50.10	0.00
	D15	50.20	50.07	50.00	0.00
	D15	50.10	50.25	50.00	0.00
	เฉลี่ย	50.10	50.98	50.03	0.00
	D17	50.20	50.92	50.10	0.00
	D17	50.10	51.16	50.20	0.00
	D17	50.00	50.48	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.10	50.85	50.17	0.00
	D19	50.10	50.53	50.10	0.00
	D19	50.00	50.74	50.00	0.00
	D19	50.20	49.89	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.10	50.39	50.10	0.00
T5	D1	50.00	50.21	50.20	0.00
	D1	50.20	51.30	50.10	0.00
	D1	50.20	51.85	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.13	51.12	50.17	0.00
	D3	50.10	50.86	50.20	0.00
	D3	50.10	50.76	50.10	0.00
	D3	50.20	50.92	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.13	50.85	50.17	0.00
	D5	50.20	51.69	50.00	0.00
	D5	50.10	50.80	50.00	0.00
	D5	50.20	51.20	50.20	0.00

ตาราง ข.4 ความเข้มข้นคาร์บอนที่กักเก็บไว้ในส่วนลำต้นของต้นพะยูง (ต่อ)

ลำต้น	ท่อนที่	TC		IC	
		น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	% คาร์บอน	น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	% คาร์บอน
	เฉลี่ย	50.20	51.23	50.1	0.00
T5	D7	50.00	52.06	50.1	0.00
	D7	50.00	51.55	50.2000	0.00
	D7	50.20	52.70	50.10	0.00
	เฉลี่ย	50.07	52.10	50.13	0.00
	D9	50.10	51.83	50.10	0.00
	D9	50.00	52.14	50.20	0.00
	D9	50.20	52.14	50.10	0.00
	เฉลี่ย	50.10	52.04	50.13	0.00
	D11	50.00	51.25	50.20	0.00
	D11	50.20	50.94	50.20	0.00
	D11	50.00	51.27	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.07	51.15	50.20	0.00
	D13	50.10	50.64	50.20	0.00
	D13	50.10	50.49	50.10	0.00
	D13	50.20	50.72	50.10	0.00
	เฉลี่ย	50.13	50.62	50.13	0.00
	D15	50.00	50.35	50.10	0.00
	D15	50.10	50.07	50.10	0.00
	D15	50.10	50.25	50.00	0.00
	เฉลี่ย	50.07	50.22	50.07	0.00
	D17	50.00	50.92	50.10	0.00
	D17	50.10	51.16	50.20	0.00
	D17	50.00	50.90	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.03	50.99	50.17	0.00
	D19	50.20	50.53	50.20	0.00
	D19	50.00	50.74	50.00	0.00

ตาราง ข.4 ความเข้มข้นคาร์บอนที่กักเก็บไว้ในส่วนลำต้นของต้นพะยูง (ต่อ)

ลำต้น	ท่อนที่	TC		IC	
		น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	% คาร์บอน	น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	% คาร์บอน
	D15	50.10	50.25	50.00	0.00
	เฉลี่ย	50.10	50.22	50.10	0.00
	D17	50.00	50.92	50.10	0.00
	D17	50.10	51.16	50.20	0.00
	D17	50.00	50.90	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.03	50.99	50.17	0.00
	D19	50.20	50.53	50.20	0.00
	D19	50.00	50.74	50.00	0.00
	D19	50.20	50.90	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.13	50.72	50.13	0.00
	D21	50.10	50.37	50.10	0.00
	D21	50.00	50.43	50.00	0.00
	D21	50.20	49.83	50.00	0.00
	เฉลี่ย	50.10	50.21	50.03	0.00
	D23	50.00	50.09	50.00	0.00
	D23	50.20	49.79	50.10	0.00
	D23	50.00	49.82	50.00	0.00
	เฉลี่ย	50.07	49.90	50.03	0.00
T6	D1	50.00	51.48	50.20	0.00
	D1	50.10	50.26	50.1	0.00
	D1	50.20	51.28	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.10	51.01	50.17	0.00
	D3	50.10	50.86	50.20	0.00
	D3	50.00	51.69	50.00	0.00
	D3	50.20	51.26	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.10	51.27	50.13	0.00
	D5	50.20	51.69	50.00	0.00

ตาราง ข.4 ความเข้มข้นคาร์บอนที่กักเก็บไว้ในส่วนลำต้นของต้นพะยูง (ต่อ)

ลำต้น	ท่อนที่	TC		IC	
		น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	% คาร์บอน	น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	% คาร์บอน
	D5	50.20	51.48	50.10	0.00
	D5	50.20	49.99	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.20	51.05	50.10	0.00
	D7	50.00	51.20	50.20	0.00
	D7	50.10	51.55	50.10	0.00
	D7	50.20	51.58	50.10	0.00
	เฉลี่ย	50.10	51.44	50.13	0.00
	D9	50.10	51.65	50.10	0.00
	D9	50.10	51.48	50.20	0.00
	D9	50.20	52.14	50.10	0.00
	เฉลี่ย	50.13	51.76	50.13	0.00
T7	D1	50.00	50.31	50.20	0.00
	D1	50.10	50.07	50.10	0.00
	D1	50.20	50.19	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.10	50.19	50.17	0.00
	D3	50.20	50.29	50.10	0.00
	D3	50.10	50.72	50.20	0.00
	D3	50.20	50.80	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.17	50.60	50.17	0.00
	D5	50.00	50.57	50.10	0.00
	D5	50.00	50.43	50.20	0.00
	D5	50.20	49.48	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.07	50.16	50.17	0.00
	D7	50.20	47.79	50.10	0.00
	D7	50.00	50.88	50.10	0.00
	D7	50.20	50.94	50.10	0.00
	เฉลี่ย	50.13	49.87	50.10	0.00

ตาราง ข.4 ความเข้มข้นคาร์บอนที่กักเก็บไว้ในส่วนลำต้นของต้นพะยูง (ต่อ)

ลำต้น	ท่อนที่	TC		IC	
		น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	% คาร์บอน	น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	% คาร์บอน
	D9	50.10	45.77	50.20	0.00
	D9	50.00	50.49	50.10	0.00
	D9	50.20	50.82	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.10	49.03	50.17	0.00
	D11	50.10	49.38	50.10	0.00
	D11	50.20	49.42	50.00	0.00
	D11	50.10	48.99	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.13	49.26	50.10	0.00
	D13	50.10	50.41	50.20	0.00
	D13	50.10	50.23	50.00	0.00
	D13	50.10	50.15	50.00	0.00
	เฉลี่ย	50.10	50.26	50.07	0.00
	D15	50.10	50.39	50.00	0.00
	D15	50.00	50.37	50.00	0.00
	D15	50.00	50.41	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.03	50.39	50.07	0.00
T8	D1	50.20	50.20	50.20	0.00
	D1	50.20	50.20	50.20	0.00
	D1	50.20	50.20	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.20	50.20	50.20	0.00
	D3	50.00	50.00	50.00	0.00
	D3	50.20	50.20	50.20	0.00
	D3	50.20	50.20	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.13	50.13	50.13	0.00
	D5	50.10	50.10	50.10	0.00
	D5	50.00	50.00	50.00	0.00
	D5	50.20	50.20	50.20	0.00

ตาราง ข.4 ความเข้มข้นคาร์บอนที่กักเก็บไว้ในส่วนลำต้นของต้นพะยูง (ต่อ)

ลำต้น	ท่อนที่	TC		IC	
		น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	% คาร์บอน	น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	% คาร์บอน
	เฉลี่ย	50.10	50.10	50.10	0.00
	D7	50.20	50.20	50.20	0.00
	D7	50.10	50.10	50.10	0.00
	D7	50.10	50.10	50.10	0.00
	เฉลี่ย	50.13	50.13	50.13	0.00
	D9	50.00	50.00	50.00	0.00
	D9	50.10	50.10	50.10	0.00
	D9	50.20	50.20	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.10	50.10	50.10	0.00
	D11	50.20	50.20	50.20	0.00
	D11	50.00	50.00	50.00	0.00
	D11	50.20	50.20	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.13	50.13	50.13	0.00
	D13	50.20	50.20	50.20	0.00
	D13	50.20	50.20	50.20	0.00
	D13	50.10	50.10	50.10	0.00
	เฉลี่ย	50.17	50.17	50.17	0.00
	D15	50.00	50.00	50.00	0.00
	D15	50.00	50.00	50.00	0.00
	D15	50.20	50.20	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.07	50.07	50.07	0.00
	D17	50.00	50.00	50.00	0.00
	D17	50.00	50.00	50.00	0.00
	D17	50.00	50.00	50.00	0.00
	เฉลี่ย	50.00	50.00	50.00	0.00
T9	D1	50.20	51.26	50.20	0.00
	D1	50.20	49.98	50.20	0.00

ตาราง ข.4 ความเข้มข้นคาร์บอนที่กักเก็บไว้ในส่วนลำต้นของต้นพะยูง (ต่อ)

ต้นที่	ท่อนที่	TC		IC	
		น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	% คาร์บอน	น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	% คาร์บอน
	D1	50.20	49.96	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.20	50.40	50.20	0.00
	D3	50.00	48.37	50.00	0.00
	D3	50.20	50.89	50.20	0.00
	D3	50.20	51.14	50.10	0.00
	เฉลี่ย	50.13	50.13	50.10	0.00
	D5	50.10	50.48	50.10	0.00
	D5	50.00	50.89	50.00	0.00
	D5	50.20	51.22	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.14	50.34	50.12	0.00
	D7	50.20	50.26	50.00	0.00
	D7	50.10	51.25	50.10	0.00
	D7	50.10	49.98	50.00	0.00
	เฉลี่ย	50.13	50.50	50.03	0.00
	D9	50.00	50.98	50.00	0.00
	D9	50.10	51.25	50.00	0.00
	D9	50.20	50.12	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.10	50.78	50.07	0.00
	D11	50.20	50.22	50.20	0.00
	D11	50.00	49.99	50.10	0.00
	D11	50.20	50.58	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.13	50.26	50.17	0.00
	D13	50.20	51.26	50.00	0.00
	D13	50.20	51.48	50.20	0.00
	D13	50.10	49.64	50.10	0.00
	เฉลี่ย	50.17	50.79	50.10	0.00
	D15	50.00	51.48	50.00	0.00

ตาราง ข.4 ความเข้มข้นคาร์บอนที่กักเก็บไว้ในส่วนลำต้นของต้นพะยูง (ต่อ)

ต้นที่	ท่อนที่	TC		IC	
		น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	% คาร์บอน	น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	% คาร์บอน
	D15	50.00	51.59	50.00	0.00
	D15	50.20	49.23	50.00	0.00
	เฉลี่ย	50.07	50.77	50.00	0.00
	D17	50.00	51.26	50.00	0.00
	D17	50.00	50.25	50.00	0.00
	D17	50.00	50.89	50.10	0.00
	เฉลี่ย	50.00	50.8	50.03	0.00
T10	D1	50.00	49.79	50.20	0.00
	D1	50.10	50.25	50.10	0.00
	D1	50.20	50.48	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.10	50.17	50.17	0.00
	D3	50.20	50.61	50.10	0.00
	D3	50.10	50.12	50.10	0.00
	D3	50.10	51.45	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.10	50.73	50.13	0.00
	D5	50.00	52.12	50.10	0.00
	D5	50.20	51.48	50.00	0.00
	D5	50.20	51.98	50.10	0.00
	เฉลี่ย	50.10	51.86	50.13	0.00
	D7	50.20	49.98	50.10	0.00
	D7	50.10	50.89	50.20	0.00
	D7	50.20	50.79	50.10	0.00
	เฉลี่ย	50.20	50.55	50.13	0.00
	D9	50.10	50.35	50.20	0.00
	D9	50.00	51.26	50.00	0.00
	D9	50.20	51.36	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.10	50.99	50.13	0.00

ตาราง ข.4 ความเข้มข้นคาร์บอนที่กักเก็บไว้ในส่วนลำต้นของต้นพะยูง (ต่อ)

ต้นที่	ท่อนที่	TC		IC	
		น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	% คาร์บอน	น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	% คาร์บอน
	D11	50.20	51.87	50.10	0.00
	D11	50.10	50.48	50.00	0.00
	D11	50.10	50.36	50.20	0.00
	เฉลี่ย	50.10	50.90	50.10	0.00
	D13	50.10	51.11	50.20	0.00
	D13	50.20	50.13	50.00	0.00
	D13	50.10	50.15	50.00	0.00
	เฉลี่ย	50.10	50.46	50.07	0.00

หมายเหตุ

T หมายถึง ตัวอย่างต้นพะยูงที่สุ่มได้

T1-T5 หมายถึง ต้นพะยูงอายุ 28 ปี

T6-T10 หมายถึง ต้นพะยูงอายุ 26 ปี

D หมายถึง ลำดับท่อนการตัดจากโคนถึงปลาย

TC หมายถึง Total Carbon

IC หมายถึง Inorganic Carbon

TOC หมายถึง TC-IC

ตาราง ข.4 ความเข้มข้นคาร์บอนที่กักเก็บไว้ในส่วนกิ่งของต้นพะยูง

กิ่งน้อยกว่า2				
ต้นที่	TC		IC	
	น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	% คาร์บอน	น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	% คาร์บอน
T1	50.00	49.29	50.20	0.00
T1	50.10	48.77	50.10	0.00
T1	50.10	49.46	50.20	0.00
เฉลี่ย	50.07	49.17	50.17	0.00
T2	50.20	50.09	50.00	0.00
T2	50.00	49.19	50.10	0.00
T2	50.10	49.72	50.00	0.00
เฉลี่ย	50.10	49.67	50.03	0.00
T3	50.10	49.78	50.10	0.00
T3	50.20	49.60	50.00	0.00
T3	50.20	48.89	50.20	0.00
เฉลี่ย	50.17	49.42	50.10	0.00
T4	50.00	48.42	50.00	0.00
T4	50.20	48.70	50.00	0.00
T4	50.00	48.73	50.00	0.00
เฉลี่ย	50.07	48.62	50.00	0.00
T5	50.10	48.93	50.20	0.00
T5	50.00	48.99	50.20	0.00
T5	50.00	48.87	50.00	0.00
เฉลี่ย	50.03	48.93	50.13	0.00
T6	50.00	49.21	50.10	0.00
T6	50.00	49.62	50.20	0.00
T6	50.10	48.95	50.00	0.00
เฉลี่ย	50.03	49.26	50.10	0.00
T7	50.00	49.86	50.20	0.00
T7	50.00	49.92	50.20	0.00

ตาราง ข.4 ความเข้มข้นคาร์บอนที่กักเก็บไว้ในส่วนกิ่งของต้นพะยูง (ต่อ)

กิ่งน้อยกว่า2				
ต้นที่	TC		IC	
	น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	% คาร์บอน	น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	% คาร์บอน
T7	50.10	49.89	50.20	0.00
เฉลี่ย	50.10	49.89	50.20	0.00
T8	50.20	50.35	50.20	0.00
T8	50.10	50.33	50.20	0.00
T8	50.10	49.91	50.20	0.00
เฉลี่ย	50.13	50.20	50.20	0.00
T9	50.00	45.33	50.00	0.00
T9	50.00	49.21	50.00	0.00
T9	50.10	49.15	50.10	0.00
เฉลี่ย	50.03	47.90	50.03	0.00
T10	50.00	49.21	50.10	0.00
T10	50.10	49.28	50.10	0.00
T10	50.10	49.05	50.00	0.00
เฉลี่ย	50.07	49.18	50.07	0.00

หมายเหตุ

T หมายถึง ตัวอย่างตันพะยูงที่สุ่มได้

T1-T5 หมายถึง ตันพะยูงอายุ 28 ปี

T6-T10 หมายถึง ต้นพะยูงอายุ 26 ปี

D หมายถึง ลำดับท่อนการตัดจากโคนถึงปลาย

TC หมายถึง Total Carbon

IC หมายถึง Inorganic Carbon

TOC หมายถึง TC-IC

ตาราง ข.4 ความเข้มข้นคาร์บอนที่กักเก็บไว้ในส่วนกิ่งของต้นพะยูง (ต่อ)

กิ่ง2-5				
ต้นที่	TC		IC	
	น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	% คาร์บอน	น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	% คาร์บอน
T2	50.10	48.58	50.00	0.00
T2	50.00	49.51	50.10	0.00
T2	50.00	49.69	50.00	0.00
เฉลี่ย	50.03	49.26	50.03	0.00
T4	50.20	48.48	50.00	0.00
T4	50.10	49.58	50.00	0.00
T4	50.10	49.25	50.00	0.00
เฉลี่ย	50.13	49.10	50.00	0.00
T5	50.10	48.36	50.20	0.00
T5	50.00	49.25	50.20	0.00
T5	50.10	49.14	50.00	0.00
เฉลี่ย	50.07	48.92	50.13	0.00
T6	50.00	48.96	50.10	0.00
T6	50.10	49.15	50.20	0.00
T6	50.20	48.96	50.00	0.00
เฉลี่ย	50.10	49.02	50.10	0.00
T7	50.10	48.75	50.20	0.00
T7	50.00	49.69	50.20	0.00
T7	50.20	49.20	50.20	0.00
เฉลี่ย	50.10	49.21	50.20	0.00
T8	50.20	49.69	50.20	0.00
T8	50.00	48.59	50.20	0.00
T8	50.20	48.47	50.20	0.00
เฉลี่ย	50.13	48.92	50.20	0.00
T9	50.10	48.65	50.00	0.00
T9	50.20	49.58	50.00	0.00

ตาราง ข.4 ความเข้มข้นคาร์บอนที่กักเก็บไว้ในส่วนกิ่งของต้นพะยูง (ต่อ)

กิ่ง2-5				
ต้นที่	TC		IC	
	น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	% คาร์บอน	น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	% คาร์บอน
T9	50.20	48.57	50.10	0.00
เฉลี่ย	50.17	48.93	50.03	0.00
T10	50.20	48.32	50.10	0.00
T10	50.10	49.15	50.10	0.00
T10	50.00	48.48	50.00	0.00
เฉลี่ย	50.10	48.65	50.07	0.00

หมายเหตุ

T หมายถึง ตัวอย่างต้นพะยูงที่สุ่มได้

T1-T5 หมายถึง ต้นพะยูงอายุ 28 ปี

T6-T10 หมายถึง ต้นพะยูงอายุ 26 ปี

D หมายถึง ลำดับท่อนการตัดจากโคนถึงปลาย

TC หมายถึง Total Carbon

IC หมายถึง Inorganic Carbon

TOC หมายถึง TC-IC

ตาราง ข.4 ความเข้มข้นคาร์บอนที่กักเก็บไว้ในส่วนกิ่งของต้นพะยูง (ต่อ)

กิ่งมากกว่า5				
ต้นที่	TC		IC	
	น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	% คาร์บอน	น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	% คาร์บอน
T3	50.10	49.69	50.00	0.00
T3	50.00	49.58	50.10	0.00
T3	50.00	50.01	50.00	0.00
เฉลี่ย	50.03	49.76	50.03	0.00
T4	50.20	49.58	50.00	0.00
T4	50.10	49.23	50.00	0.00
T4	50.10	49.24	50.00	0.00
เฉลี่ย	50.13	49.35	50.00	0.00
T5	50.10	49.53	50.20	0.00
T5	50.10	49.12	50.20	0.00
T5	50.10	50.04	50.00	0.00
เฉลี่ย	50.10	49.56	50.13	0.00
T8	50.20	49.25	50.20	0.00
T8	50.10	48.2	50.20	0.00
T8	50.20	49.25	50.20	0.00
เฉลี่ย	50.17	48.9	50.20	0.00
T9	50.10	49.69	50.00	0.00
T9	50.00	48.48	50.00	0.00
T9	50.20	49.63	50.10	0.00
เฉลี่ย	50.10	49.27	50.03	0.00
T10	50.20	49.03	50.10	0.00
T10	50.10	49.25	50.10	0.00
T10	50.00	49.14	50.00	0.00
เฉลี่ย	50.10	49.14	50.07	0.00

หมายเหตุ

T	หมายถึง	ตัวอย่างต้นพะยูงที่สุ่มได้
T1-T5	หมายถึง	ต้นพะยูงอายุ 28 ปี
T6-T10	หมายถึง	ต้นพะยูงอายุ 26 ปี
D	หมายถึง	ลำดับท่อนการตัดจากโคนถึงปลาย
TC	หมายถึง	Total Carbon
IC	หมายถึง	Inorganic Carbon
TOC	หมายถึง	TC-IC

ตาราง ข.4 ความเข้มข้นคาร์บอนที่กักเก็บไว้ในส่วนกิ่งของต้นพะยูง (ต่อ)

กิ่งแห้ง				
ต้นที่	TC		IC	
	น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	% คาร์บอน	น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	% คาร์บอน
T5	50.20	49.87	50.20	0.00
T5	50.00	50.43	50.00	0.00
T5	50.00	50.25	50.20	0.00
เฉลี่ย	50.07	50.18	50.13	0.00
T8	50.00	49.64	50.00	0.00
T8	50.10	46.90	50.20	0.00
T8	50.10	49.28	50.20	0.00
เฉลี่ย	50.07	48.61	50.13	0.00
T9	50.00	49.62	50.20	0.00
T9	50.20	48.94	50.10	0.00
T9	50.00	46.49	50.10	0.00
เฉลี่ย	50.07	48.35	50.13	0.00

หมายเหตุ

T หมายถึง ตัวอย่างต้นพะยูงที่สุ่มได้

T1-T5 หมายถึง ต้นพะยูงอายุ 28 ปี

T6-T10 หมายถึง ต้นพะยูงอายุ 26 ปี

D หมายถึง ลำดับท่อนการตัดจากโคนถึงปลาย

TC หมายถึง Total Carbon

IC หมายถึง Inorganic Carbon

TOC หมายถึง TC-IC

ตาราง ข.4 ความเข้มข้นคาร์บอนที่กักเก็บไว้ในส่วนใบของต้นพะยูง

ต้นที่	TC		IC	
	น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	% คาร์บอน	น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	% คาร์บอน
T1	50.00	49.50	50.00	0.00
T1	50.10	50.48	50.10	0.00
T1	50.00	50.79	50.00	0.00
เฉลี่ย	50.03	50.26	50.03	0.00
T2	50.20	51.00	50.20	0.00
T2	50.20	51.20	50.10	0.00
T2	50.20	52.52	50.20	0.00
เฉลี่ย	50.20	51.57	50.17	0.00
T3	50.00	49.89	50.00	0.00
T3	50.20	51.29	50.00	0.00
T3	50.10	51.01	50.00	0.00
เฉลี่ย	50.10	50.73	50.00	0.00
T4	50.20	52.42	50.00	0.00
T4	50.10	51.89	50.10	0.00
T4	50.10	51.32	50.10	0.00
เฉลี่ย	50.13	51.88	50.07	0.00
T5	50.00	51.49	50.10	0.00
T5	50.10	49.02	50.00	0.00
T5	50.00	49.56	50.10	0.00
เฉลี่ย	50.03	50.02	50.07	0.00
T6	50.10	52.67	50.00	0.00
T6	50.10	51.89	50.00	0.00
T6	50.20	51.78	50.20	0.00
เฉลี่ย	50.13	52.11	50.07	0.00
T7	50.20	51.23	50.00	0.00
T7	50.00	51.84	50.20	0.00

ตาราง ข.4 ความเข้มข้นคาร์บอนที่กักเก็บไว้ในส่วนใบของต้นพะยูง (ต่อ)

ต้นที่	TC		IC	
	น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	% คาร์บอน	น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	% คาร์บอน
T7	50.10	50.62	50.00	0.00
เฉลี่ย	50.10	50.62	50.07	0.00
T8	50.00	52.48	50.20	0.00
T8	50.10	51.25	50.20	0.00
T8	50.10	51.76	50.20	0.00
เฉลี่ย	50.07	51.83	50.20	0.00
T9	50.10	50.89	50.00	0.00
T9	50.20	50.21	50.20	0.00
T9	50.20	50.23	50.00	0.00
เฉลี่ย	50.17	50.44	50.07	0.00
T10	50.10	50.96	50.10	0.00
T10	50.10	51.18	50.00	0.00
T10	50.00	51.12	50.00	0.00
เฉลี่ย	50.07	51.09	50.03	0.00

หมายเหตุ

T หมายถึง ตัวอย่างต้นพะยูงที่สุ่มได้

T1-T5 หมายถึง ต้นพะยูงอายุ 28 ปี

T6-T10 หมายถึง ต้นพะยูงอายุ 26 ปี

D หมายถึง ลำดับท่อนการตัดจากโคนถึงปลาย

TC หมายถึง Total Carbon

IC หมายถึง Inorganic Carbon

TOC หมายถึง TC-IC

ภาคผนวก ค

ข้อมูลสำหรับการคำนวณสมการ Allometic model

ภาคผนวก ค

ตารางผนวก ค.1 ข้อมูลสำหรับการคำนวณสมการ Allometic model ของลำต้น

ต้นที่	น้ำหนักสดของลำต้น (g.)	น้ำหนักแห้งของลำต้น (g.)	น้ำหนักแห้งของลำต้นทั้งหมด (kg.)	% ความชื้น	H (m.)	DBH (cm.)	DBH^2H (cm.m.)
T1	8754	519	5.19	68.48	8.58	4.80	197.68
T2	47127	3060	30.6	53.95	14.00	8.70	1059.66
T3	177520	11704	117.04	51.66	20.03	13.70	3759.43
T4	211280	13082	130.82	61.49	20.20	16.80	5701.24
T5	386440	27945	279.45	38.28	22.60	20.80	9777.66
T6	11955	743	7.43	60.88	9.50	5.10	247.09
T7	85000	5499	54.99	54.56	16.05	10.70	1837.56
T8	209900	14142	141.42	48.41	17.25	16.70	4810.85
T9	338585	21747	217.47	55.69	17.70	22.40	8881.15
T10	273000	19306	193.06	51.4	14.16	26.50	9943.86

หมายเหตุ

T หมายถึง ตัวอย่างต้นพะยูง

T1-T5 หมายถึง ตัวอย่างต้นพะยูงอายุ 28 ปี

T6-T10 หมายถึง ตัวอย่างต้นพะยูงอายุ 26 ปี

H หมายถึง ความสูง

DBH หมายถึง เส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับอก (เหนือจากพื้นดิน 1.30 เมตร)

การคำนวณหาค่าประมาณมวลชีวภาพ

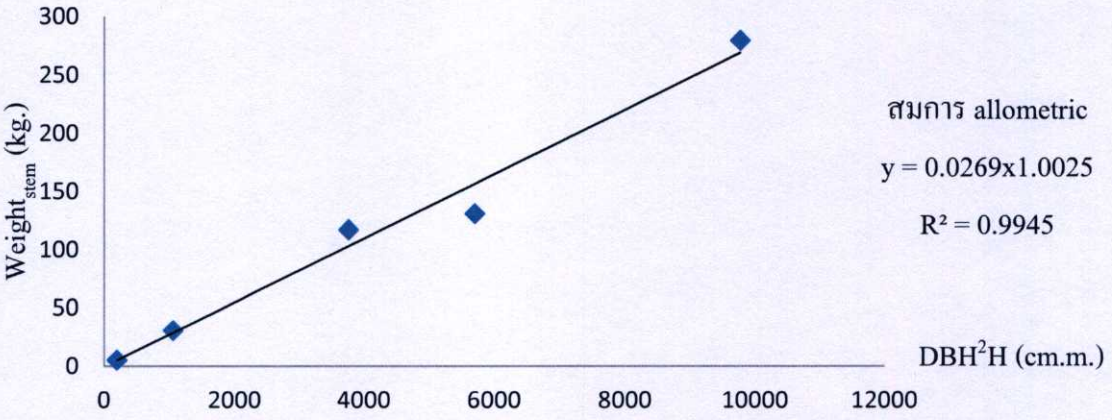
นำสมการที่ได้จากการพลอตกราฟระหว่างน้ำหนักแห้ง (kg) กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) ยกกำลังสองคูณด้วยความสูงทั้งหมด (H) ของไม้พะยูงอายุ 26 ปีจะได้สมการข้างต้น

$$W_{stem} = 0.0516 (DBH^2H)^{0.9154}$$

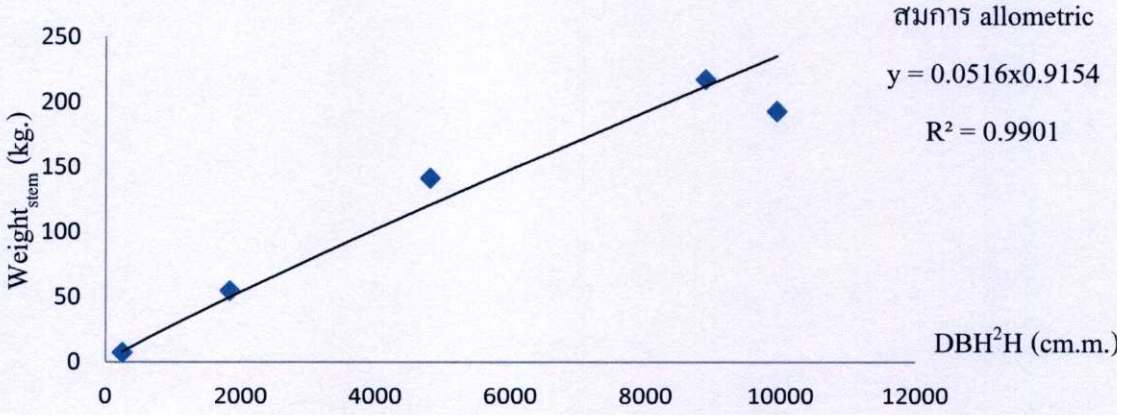
$$W_{stem} = 0.0516 (247.09)^{0.9154}$$

$$W_{stem} = 8.0 \text{ kg}$$

ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพของลำต้น ($Weight_{stem}$) กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) ยกกำลังสองคูณด้วยความสูงทั้งหมด (H) ของไม้พะยูงอายุ 28 ปีต้นที่ T1- T5 ของสถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา



ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพของลำต้น ($Weight_{stem}$) กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) ยกกำลังสองคูณด้วยความสูงทั้งหมด (H) ของไม้พะยูงอายุ 26 ปีต้นที่ T6- T10 ของสถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา



ตารางผนวก ค.2 ข้อมูลสำหรับการคำนวณสมการAllometic model ของกิ่ง

ต้นที่	น้ำหนักสดของกิ่ง (g.)	น้ำหนักแห้งของกิ่ง (g.)	น้ำหนักแห้งของกิ่งทั้งหมด (kg.)	% ความชื้น	H (m.)	DBH (cm.)	DBH^2H (cm.m)
T1	1000	568.75	0.5688	75.82	8.58	4.80	197.68
T2	8450	5153.01	5.1530	63.98	14.00	8.70	1059.66
T3	33510	21667.05	21.6671	54.66	20.03	13.70	3759.43
T4	39930.5	26149.03	26.1490	52.70	20.20	16.80	5701.25
T5	116410	80095.28	80.0953	45.34	22.60	20.80	9777.66
T6	3570	2030.99	2.0310	75.78	9.50	5.10	247.10
T7	10500	6204.47	6.2045	69.23	16.05	10.70	1837.56
T8	46400	30279.93	30.2799	53.24	17.25	16.70	4810.85
T9	250100	163498.30	163.4983	52.97	17.70	22.40	8881.15
T10	125600	82730.60	82.7306	51.82	14.16	26.50	9943.86

หมายเหตุ

T หมายถึง ตัวอย่างต้นพะยูง

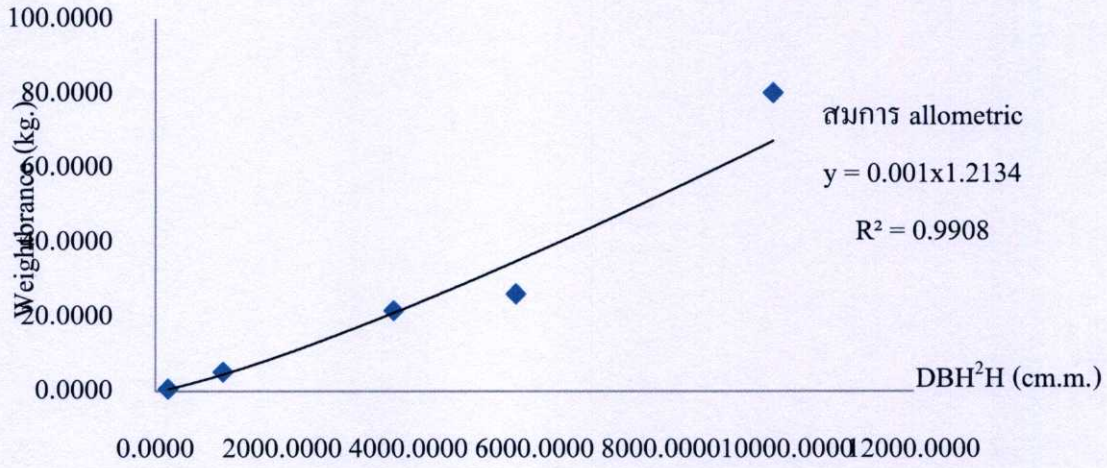
T1-T5 หมายถึง ตัวอย่างต้นพะยูงอายุ 28 ปี

T6-T10 หมายถึง ตัวอย่างต้นพะยูงอายุ 26 ปี

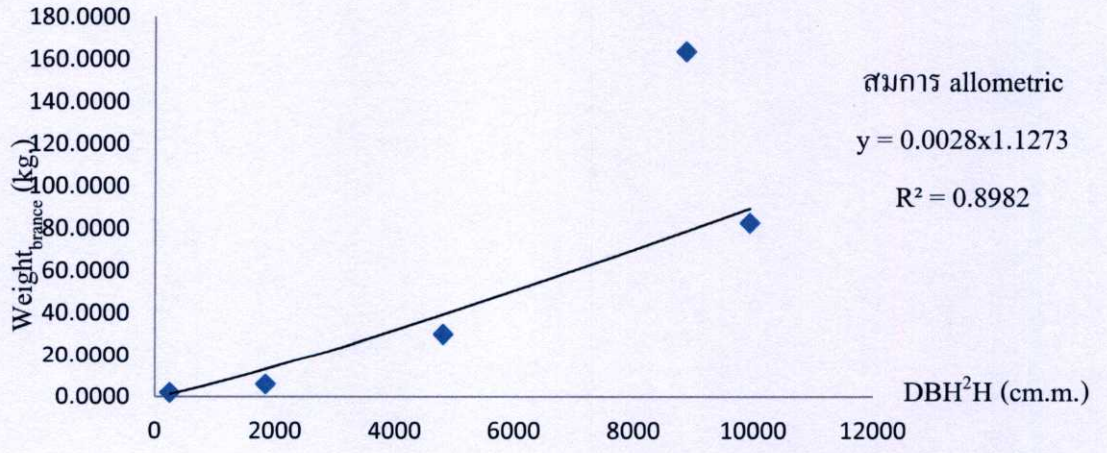
H หมายถึง ความสูง

DBH หมายถึง เส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับอก (เหนือจากพื้นดิน 1.30 เมตร)

ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพของกิ่ง ($Weight_{brance}$) กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) ยกกำลังสองคูณด้วยความสูงทั้งหมด (H) ของไม้พะยูงอายุ 28 ปีต้นที่ T1-T5 ของสถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา



ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพของกิ่ง ($Weight_{brance}$) กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) ยกกำลังสองคูณด้วยความสูงทั้งหมด (H) ของไม้พะยูงอายุ 26 ปีต้นที่ T6- T10 ของสถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา



ตารางผนวก ค.3 ข้อมูลสำหรับการคำนวณสมการ Allometic model ของใบ

ต้นที่	น้ำหนักสดของใบทั้งหมด (g.)	น้ำหนักแห้งของใบ ทั้งหมด (g.)	น้ำหนักแห้งของใบ ทั้งหมด (kg.)	% ความชื้น	H (m.)	DBH (cm.)	DBH^2H (cm.m.)
T1	500	201.04	0.2010	148.71	8.58	4.80	197.68
T2	2200	989.69	0.9897	122.30	14.00	8.70	1059.66
T3	4000	1705.76	1.7058	134.50	20.03	13.70	3759.43
T4	2400	1097.76	1.0978	118.63	20.20	16.80	5701.25
T5	11200	5425.18	5.4252	106.44	22.60	20.80	9777.66
T6	400	172.13	0.1721	132.38	9.50	5.10	247.10
T7	2950	1083.00	1.0830	172.39	16.05	10.70	1837.56
T8	2700	1126.24	1.1262	139.74	17.25	16.70	4810.85
T9	21000	8873.76	8.8738	136.65	17.70	22.40	8881.15
T10	6600	2907.85	2.9078	126.97	14.16	26.50	9943.86

หมายเหตุ

T หมายถึง ตัวอย่างต้นพะยูง

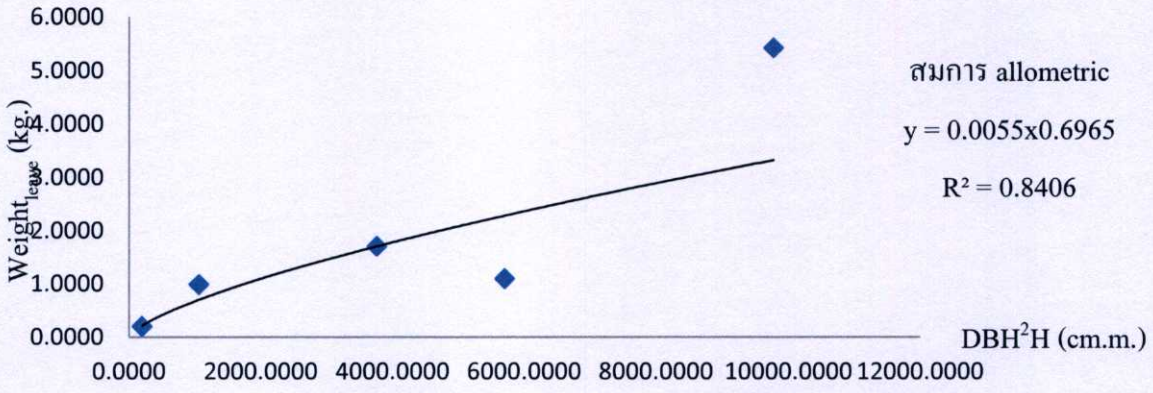
T1-T5 หมายถึง ตัวอย่างต้นพะยูงอายุ 28 ปี

T6-T10 หมายถึง ตัวอย่างต้นพะยูงอายุ 26 ปี

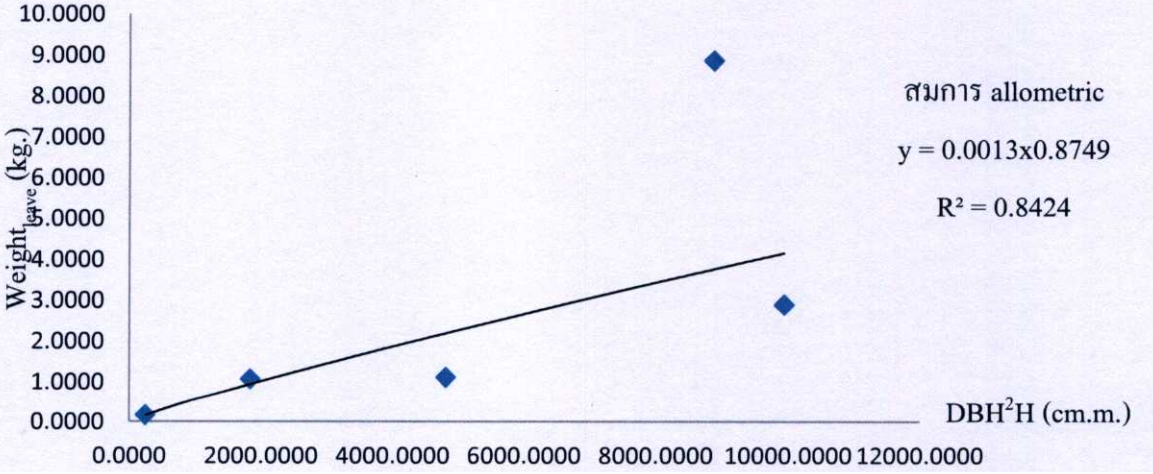
H หมายถึง ความสูง

DBH หมายถึง เส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับอก (เหนือจากพื้นดิน 1.30 เมตร)

ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพของใบ ($Weight_{leaf}$) กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) ยกกำลังสองคูณด้วยความสูงทั้งหมด (H) ของไม้พะยูงอายุ 28 ปีต้นที่ T1- T5 ของสถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา



ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพของใบ ($Weight_{leaf}$) กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) ยกกำลังสองคูณด้วยความสูงทั้งหมด (H) ของไม้พะยูงอายุ 26 ปีต้นที่ T6- T10 ของสถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา



ตารางผนวก ค.4 ข้อมูลสำหรับการคำนวณสมการ Allometic model ของมวลชีวภาพ

ต้นที่	น้ำหนักแห้งทั้งหมดลำต้น (kg.)	น้ำหนักแห้งทั้งหมดกิ่ง (kg.)	น้ำหนักแห้งทั้งหมดใบ (kg.)	น้ำหนักแห้งรวมส่วนเหนือพื้นดิน (kg.)	H (m.)	DBH (cm.)	DBH^2H (cm.m.)
T1	5.16	0.57	0.20	5.96	8.58	4.80	197.68
T2	30.61	5.15	0.99	36.75	14.00	8.70	1059.66
T3	117.05	21.67	1.71	140.42	20.03	13.70	3759.43
T4	130.83	26.15	1.10	158.07	20.20	16.80	5701.29
T5	279.46	80.10	5.43	364.98	22.60	20.80	9777.66
T6	7.43	2.03	0.17	9.63	9.50	5.10	247.10
T7	55.00	6.20	1.08	62.28	16.05	10.70	1837.56
T8	141.42	30.28	1.13	172.83	17.25	16.70	4810.85
T9	217.47	163.50	8.87	389.84	17.70	22.40	8881.15
T10	193.07	82.73	2.91	278.71	14.16	26.50	9943.86

หมายเหตุ

T หมายถึง ตัวอย่างต้นพะยูง

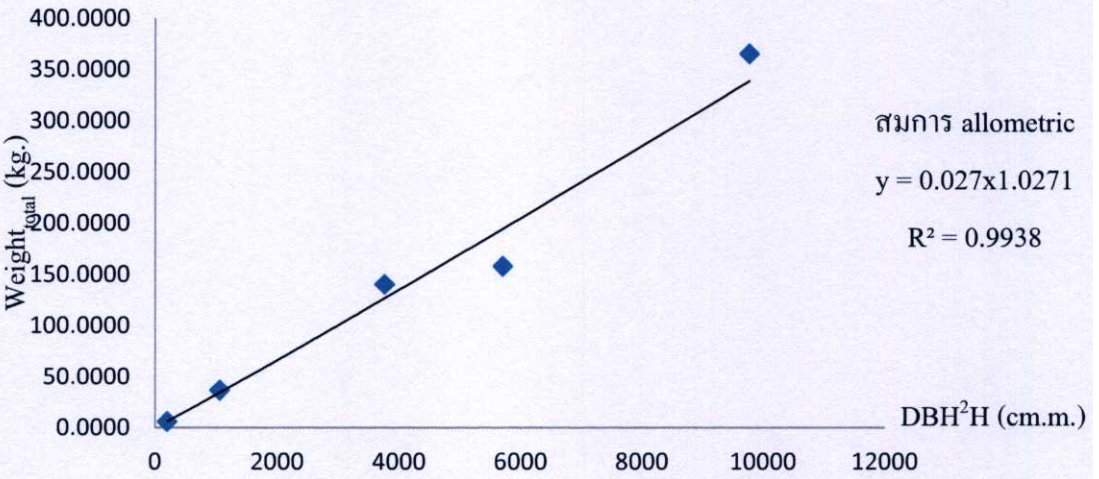
T1-T5 หมายถึง ตัวอย่างต้นพะยูงอายุ 28 ปี

T6-T10 หมายถึง ตัวอย่างต้นพะยูงอายุ 26 ปี

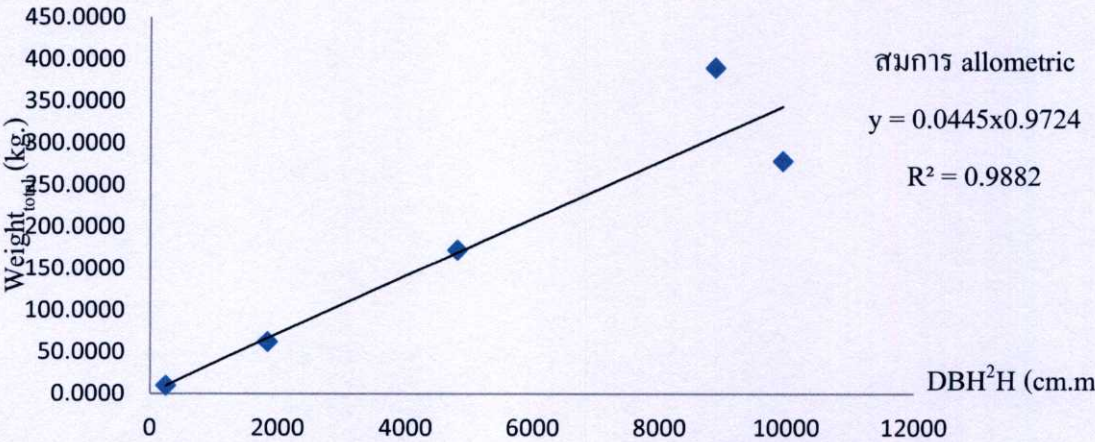
H หมายถึง ความสูง

DBH หมายถึง เส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับอก (เหนือจากพื้นดิน 1.30 เมตร)

ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพทั้งหมด ($Weight_{total}$) กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) ยกกำลังสองคูณด้วยความสูงทั้งหมด (H) ของไม้พะยูงอายุ 28 ปีต้นที่ T1- T5 ของสถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา



ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพของทั้งหมด ($Weight_{total}$) กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) ยกกำลังสองคูณด้วยความสูงทั้งหมด (H) ของไม้พะยูงอายุ 26 ปีต้นที่ T6- T10 ของสถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา



ตารางผนวก ค.5 ปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บในลำต้นของต้นพะยูง (กิโลกรัม / ต้น)

ต้นที่	ความเข้มข้นคาร์บอน (ร้อยละ/น้ำหนักแห้ง)	ปริมาณมวลชีวภาพ (kg.)	DBH^2H (cm.m.)	ปริมาณคาร์บอน (kg.)
T1	50.98	4.57	197.68	2.33
T2	50.9	29.01	1059.66	14.77
T3	51.37	103.23	3759.43	53.03
T4	51.03	156.72	5701.24	79.97
T5	50.93	269.13	9777.66	137.07
T6	51.31	7.99	247.09	4.10
T7	49.59	50.20	1837.56	24.89
T8	47.91	121.16	4810.85	58.05
T9	50.54	212.36	8881.15	107.32
T10	50.81	235.51	9943.86	119.66

หมายเหตุ

T หมายถึง ตัวอย่างต้นพะยูง

T1-T5 หมายถึง ตัวอย่างต้นพะยูงอายุ 28 ปี

T6-T10 หมายถึง ตัวอย่างต้นพะยูงอายุ 26 ปี

<u>การคำนวณหาปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บในลำต้นของต้นพะยูง</u>

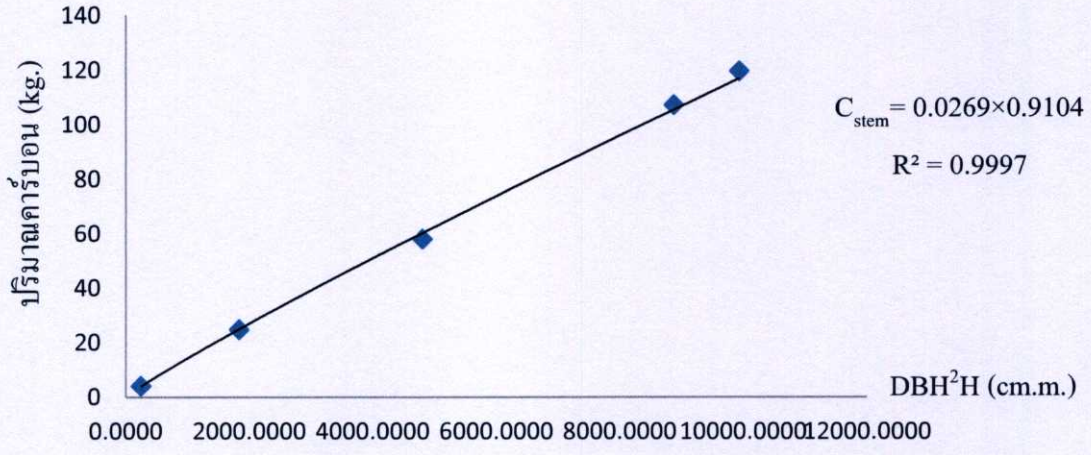
นำสมการที่ได้จากการพลอตกราฟระหว่างปริมาณคาร์บอนของลำต้นกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอกยกกำลังสองคูณกับความสูงทั้งหมด (DBH^2H) ของไม้พะยูงอายุ 26 ปีจะได้สมการข้างต้น

$$C_{stem} = 0.0269 (DBH^2H)^{0.9104}$$

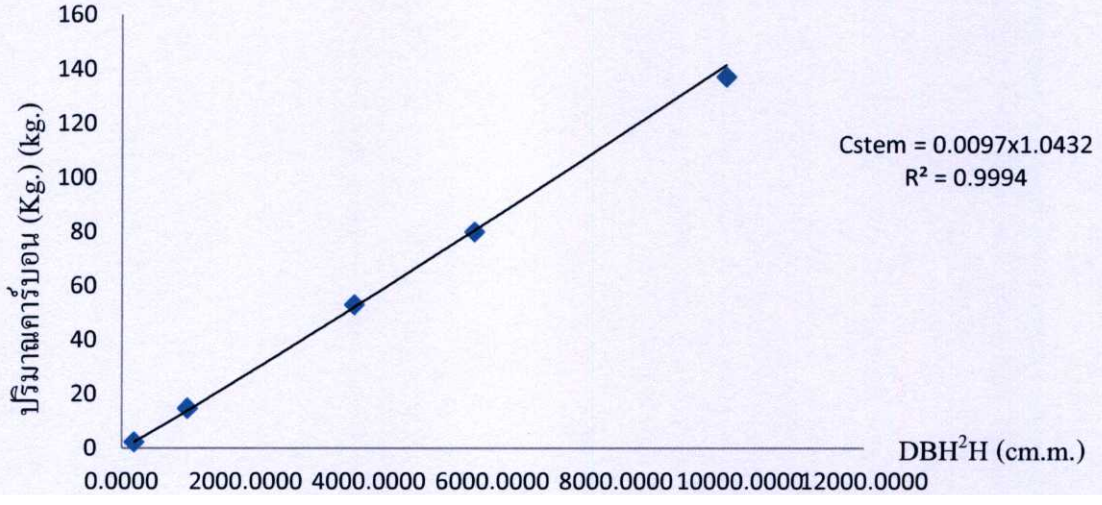
$$C_{stem} = 0.0269 (247.09)^{0.9104}$$

$$C_{stem} = 4.01 \text{ kg}$$

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนของลำต้นกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) ยกกำลังสองคูณกับความสูงทั้งหมด (DBH^2H) ของไม้พะยูงอายุ 28 ปีของต้น T1-T5 สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา



ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนของลำต้นกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) ยกกำลังสองคูณกับความสูงทั้งหมด (DBH^2H) ของไม้พะยูงอายุ 26 ปีของต้น T6-T10 สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา



ตารางผนวก ค.6 ปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บในกิ่งขนาด < 2 ของต้นพะยูง (กิโลกรัม / ต้น)

ต้นที่	ความเข้มข้นคาร์บอน (ร้อยละ/น้ำหนักแห้ง)	ปริมาณมวลชีวภาพ (kg.)	DBH^2H (cm.m.)	ปริมาณคาร์บอน (kg.)
T1	49.17	0.50	197.68	0.25
T2	49.67	4.69	1059.66	2.33
T3	49.42	21.78	3759.43	10.76
T4	48.62	36.10	5701.25	17.55
T5	48.93	69.46	9777.66	33.99
T6	49.26	1.40	247.10	0.69
T7	49.89	13.39	1837.56	6.68
T8	50.2	39.64	4810.85	19.90
T9	47.9	79.12	8881.15	37.90
T10	49.18	89.87	9943.86	44.20

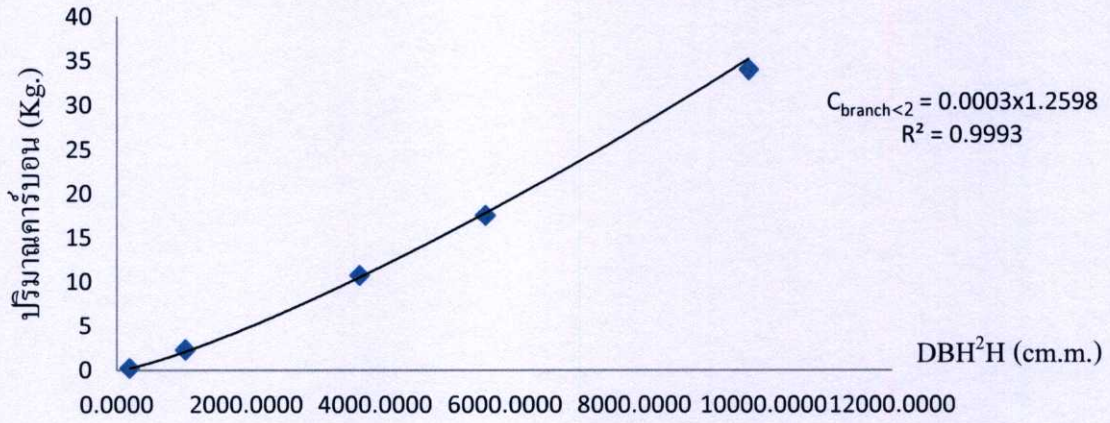
หมายเหตุ

T หมายถึง ตัวอย่างต้นพะยูง

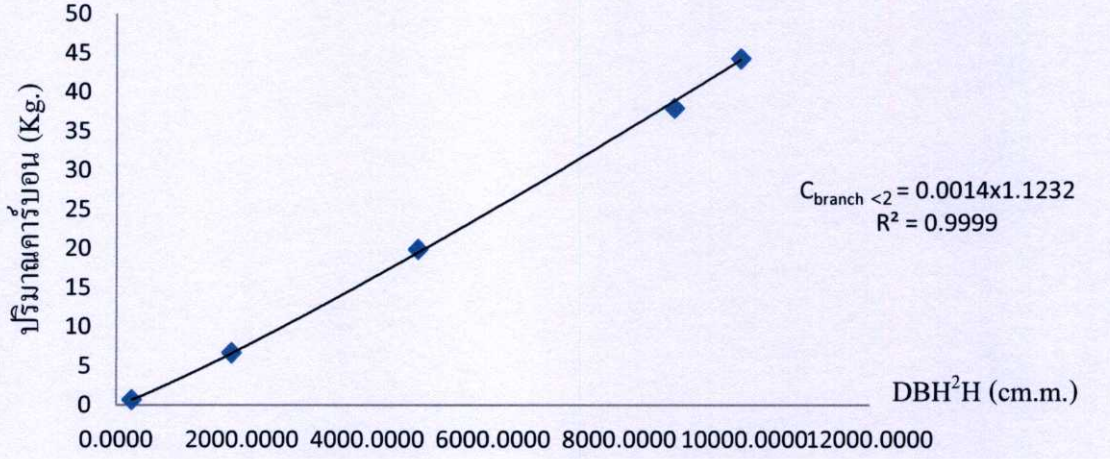
T1-T5 หมายถึง ตัวอย่างต้นพะยูงอายุ 28 ปี

T6-T10 หมายถึง ตัวอย่างต้นพะยูงอายุ 26 ปี

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนของกิ่งขนาด < 2 กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) ยกกำลังสองคูณกับความสูงทั้งหมด (DBH^2H) ของไม้พะยูงอายุ 28 ปีของต้น T1-T5 สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา



ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนของกิ่งขนาด < 2 กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) ยกกำลังสองคูณกับความสูงทั้งหมด (DBH^2H) ของไม้พะยูงอายุ 26 ปีของงต้น T6-T10 สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา



ตารางผนวก ค.7 ปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บในกิ่งขนาด 2-5 ของต้นพะยูง (กิโลกรัม / ต้น)

ต้นที่	ความเข้มข้นคาร์บอน (ร้อยละ/น้ำหนักแห้ง)	ปริมาณมวลชีวภาพ (kg.)	DBH^2H (cm.m.)	ปริมาณคาร์บอน(kg.)
T2	49.26	4.69	1059.66	2.31
T4	49.1	36.10	5701.25	17.73
T5	48.92	69.46	9777.66	33.98
T6	49.02	1.40	247.10	0.69
T7	49.21	13.39	1837.56	6.59
T8	48.92	36.64	4810.85	17.92
T9	48.93	79.12	8881.15	38.71
T10	48.65	89.87	9943.86	43.72

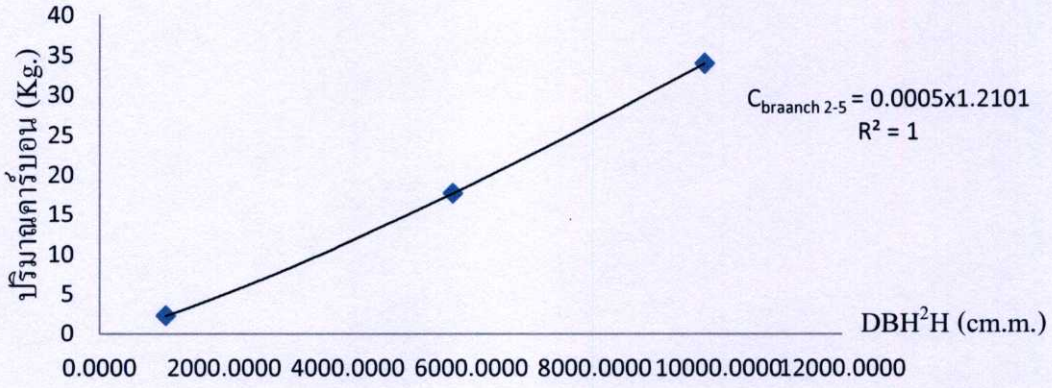
หมายเหตุ

T หมายถึง ตัวอย่างต้นพะยูง

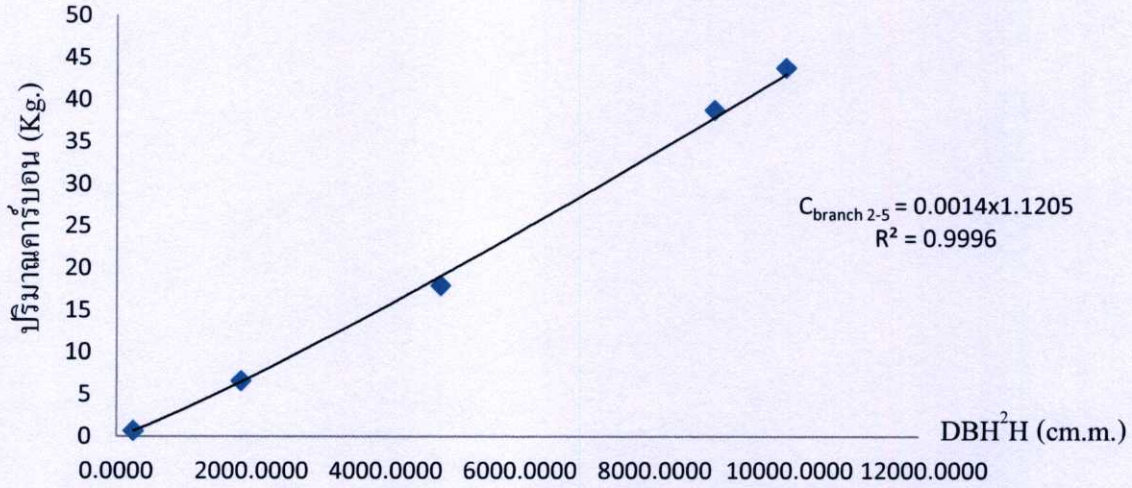
T1-T5 หมายถึง ตัวอย่างต้นพะยูงอายุ 28 ปี

T6-T10 หมายถึง ตัวอย่างต้นพะยูงอายุ 26 ปี

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนของกิ่งขนาด 2-5 กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) ยกกำลังสองคูณกับความสูงทั้งหมด (DBH^2H) ของไม้พะยูงอายุ 28 ปีของต้น T2 T4 และT5 สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา



ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนของกิ่งขนาด 2-5 กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) ยกกำลังสองคูณกับความสูงทั้งหมด (DBH^2H) ของไม้พะยูงอายุ 26 ปีของต้น T6-T10 สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา



ตารางผนวก ค.8 ปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บในกิ่งขนาด > 5 ของต้นพะยูง(กิโลกรัม/ต้น)

ต้นที่	ความเข้มข้นคาร์บอน (ร้อยละ/น้ำหนักแห้ง)	ปริมาณมวลชีวภาพ (kg.)	DBH^2H (cm.m.)	ปริมาณคาร์บอน(kg.)
T3	49.76	21.78	3759.43	10.84
T4	49.35	36.10	5701.25	17.82
T5	49.56	69.46	9777.66	34.42
T8	48.9	39.64	4810.85	19.38
T9	49.27	79.12	8881.15	38.98
T10	49.14	89.87	9943.86	44.16

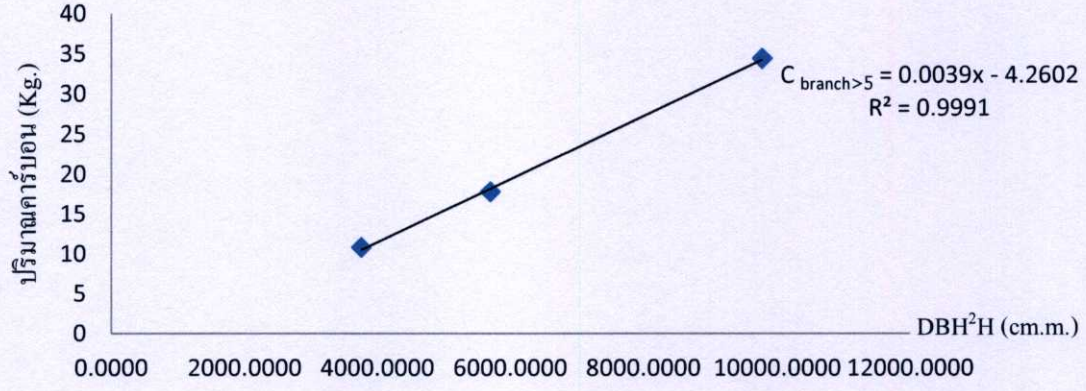
หมายเหตุ

T หมายถึง ตัวอย่างต้นพะยูง

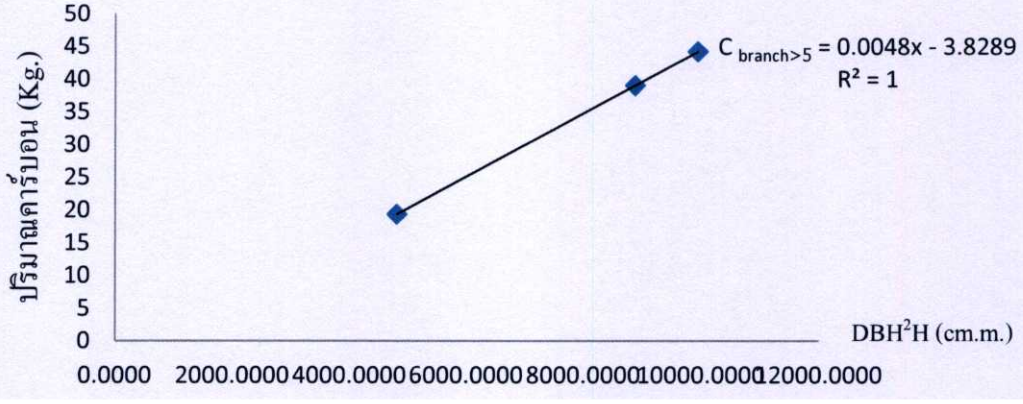
T1-T5 หมายถึง ตัวอย่างต้นพะยูงอายุ 28 ปี

T6-T10 หมายถึง ตัวอย่างต้นพะยูงอายุ 26 ปี

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนของกิ่งขนาด >5 กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) ยกกำลังสองคูณกับความสูงทั้งหมด (DBH^2H) ของไม้พะยูงอายุ 28 ปีของต้น T3 T4 และT5 สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา



ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนของกิ่งขนาด >5 กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) ยกกำลังสองคูณกับความสูงทั้งหมด (DBH^2H) ของไม้พะยูงอายุ 26 ปีของต้น T8 T9 และT10 สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา



ตารางผนวก ค.9 ปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บในกิ่งแห้งของต้นพะยูง (กิโลกรัม / ต้น)

ต้นที่	ความเข้มข้นคาร์บอน (ร้อยละ/น้ำหนักแห้ง)	ปริมาณมวลชีวภาพ (kg.)	DBH^2H (cm.m.)	ปริมาณคาร์บอน (kg.)
T3	50.25	21.78	3759.43	10.94
T4	50.02	36.10	5701.25	18.06
T5	49.72	69.46	9777.66	34.54
T8	48.61	39.64	4810.85	19.27
T9	48.35	79.12	8881.15	38.25
T10	48.65	89.87	9943.86	43.72

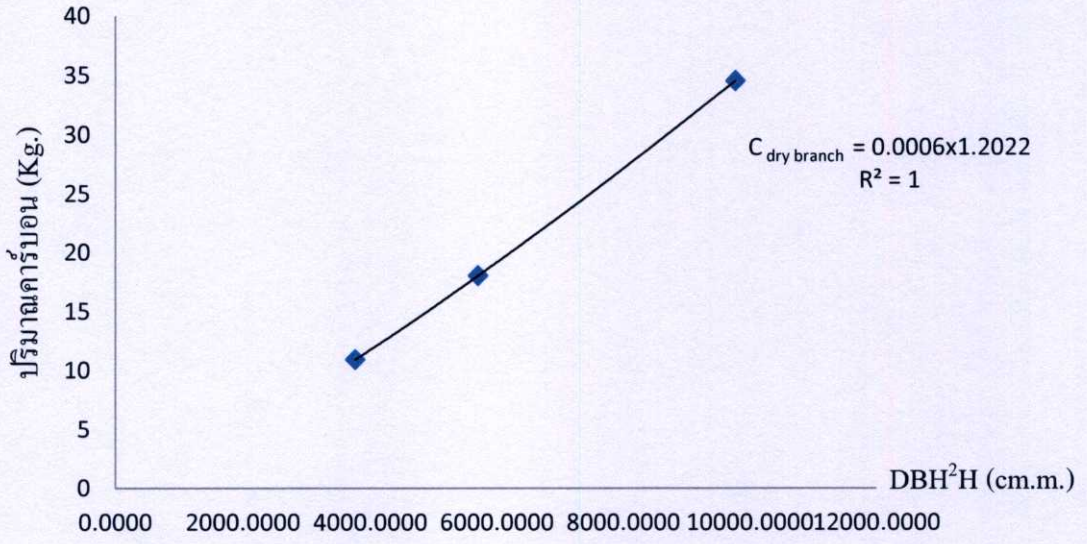
หมายเหตุ

T หมายถึง ตัวอย่างต้นพะยูง

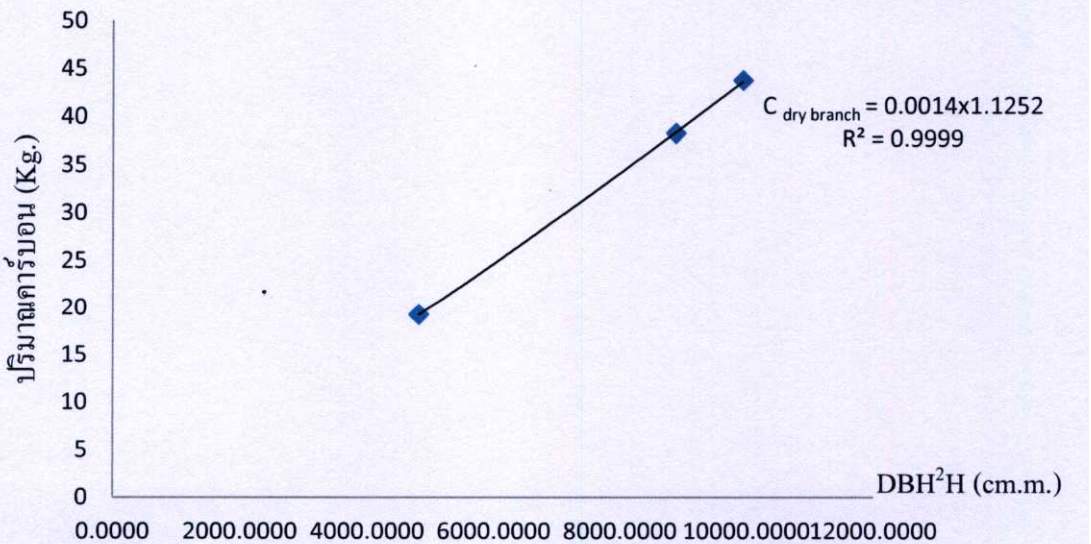
T1-T5 หมายถึง ตัวอย่างต้นพะยูงอายุ 28 ปี

T6-T10 หมายถึง ตัวอย่างต้นพะยูงอายุ 26 ปี

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนของกิ่งแห้งกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) ยกกำลังสองคูณกับความสูงทั้งหมด (DBH^2H) ของไม้พะยูงอายุ 28 ปีของต้น T3 T4 และ T5 สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา



ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนของกิ่งขนาด >5 กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) ยกกำลังสองคูณกับความสูงทั้งหมด (DBH^2H) ของไม้พะยูงอายุ 26 ปีของต้น T8 T9 และT10 สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา



ตารางผนวก ค.10 ปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บใบของต้นพะยูง (กิโลกรัม / ต้น)

ต้นที่	ความเข้มข้นคาร์บอน (ร้อยละ/น้ำหนักแห้ง)	ปริมาณมวลชีวภาพ (kg.)	DBH^2H (cm.m.)	ปริมาณคาร์บอน (kg.)
T1	50.03	0.19	197.68	0.10
T2	50.20	0.70	1059.66	0.35
T3	50.10	1.70	3759.43	0.85
T4	50.13	2.27	5701.25	1.14
T5	50.00	3.31	9777.66	1.66
T6	50.13	0.16	247.10	0.08
T7	50.10	0.93	1837.56	0.47
T8	50.07	2.17	4810.85	1.09
T9	50.17	3.70	8881.15	1.86
T10	50.07	4.09	9943.86	2.05

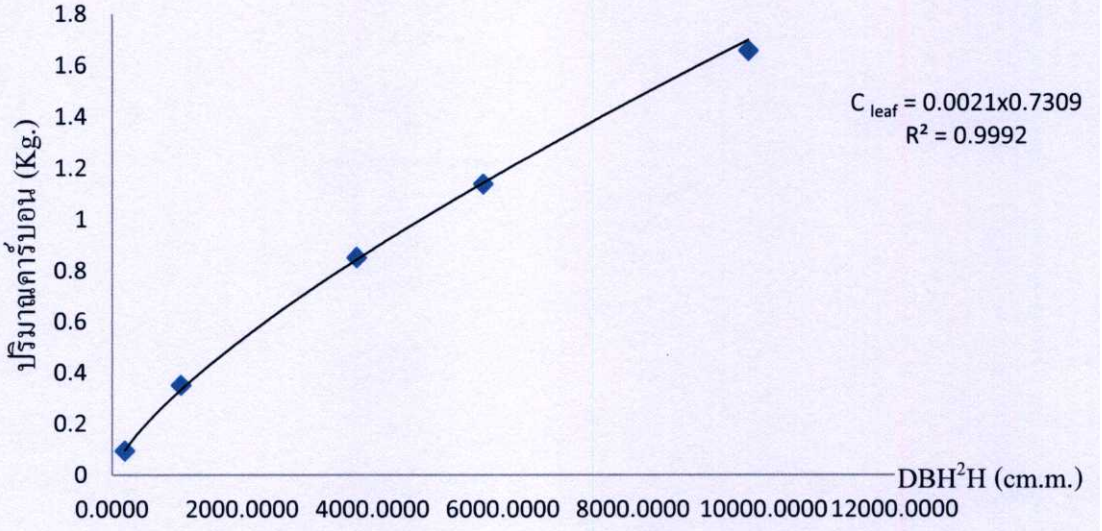
หมายเหตุ

T หมายถึง ตัวอย่างต้นพะยูง

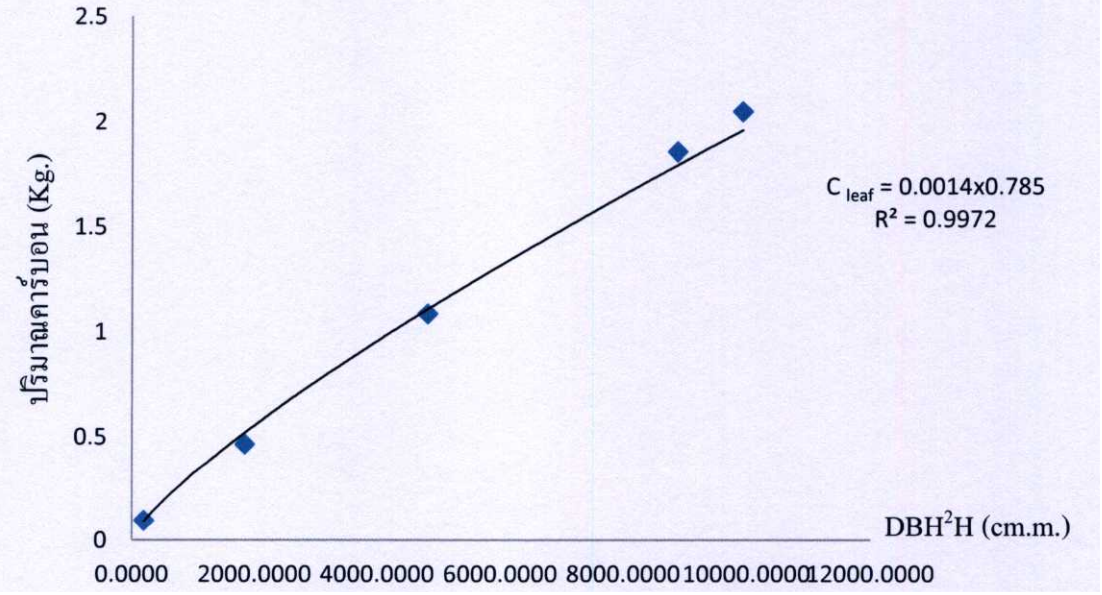
T1-T5 หมายถึง ตัวอย่างต้นพะยูงอายุ 28 ปี

T6-T10 หมายถึง ตัวอย่างต้นพะยูงอายุ 26 ปี

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนของใบกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) ยกกำลังสองคูณกับความสูงทั้งหมด (DBH^2H) ของไม้พะยูงอายุ 28 ปีของต้น T1-T5 สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา



ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนของกิ่งขนาด >5 กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) ยกกำลังสองคูณกับความสูงทั้งหมด (DBH^2H) ของไม้พะยูงอายุ 26 ปีของต้น T6-T10 สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา



สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินงานโครงการวิจัย

รายการ	จำนวนเงิน (บาท)
1. งบดำเนินงาน (ค่าใช้สอย ค่าวัสดุ ค่าสาธารณูปโภค)	
1.1 ค่าใช้สอย	
1) ค่าจ้างเหมาบริการ	3,000
2) ค่าจ้างวิเคราะห์	14,000
3) ค่าจ้างพิมพ์รายงาน	4,000
4) ค่าจัดทำรูปเล่มรายงาน	1,000
1.2 ค่าวัสดุ	
1) วัสดุการศึกษา (ค่าสารเคมี อุปกรณ์ และค่าถ่ายเอกสาร)	22,230.96
2) วัสดุสำนักงาน	1,510.04
3) วัสดุคอมพิวเตอร์	4,259
รวมงบดำเนินงาน	50,000
รวมงบประมาณที่เสนอขอ	50,000

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-สกุล นางสาวกลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สจล.

ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
วทบ. (ศึกษาศาสตร์)	วิทยาศาสตร์ทั่วไป	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2534
วทม. (การจัดการสิ่งแวดล้อม)	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2537
ปรด. (ชีววิทยาสิ่งแวดล้อม)	ชีววิทยาสิ่งแวดล้อม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	2555

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) การจัดการคุณภาพน้ำ การนำของเสียกลับมาใช้ประโยชน์ และการเก็บกักคาร์บอน

รางวัลด้านวิชาการ/ด้านวิจัย/งานสร้างสรรค์ (ด้านศิลปะ หรืออื่นๆ) ที่ได้รับ -

ทุนการศึกษาและทุนวิจัยที่เคยได้รับ

ปี พ.ศ.	ทุนการศึกษาและทุนวิจัย	สถาบันที่ให้
2551	แนวโน้มการเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชั่นในพื้นที่ลุ่มน้ำลำตะคอง จังหวัดนครราชสีมา	สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
2553	การจัดการคุณภาพน้ำบึงละหาน จังหวัดชัยภูมิ	สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
2556	การตรึงโลหะหนักและการลดก๊าซเรือนกระจกด้วยป่าชายเลน	บริษัทบริการเชื้อเพลิงการบินกรุงเทพ จำกัด (มหาชน

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่ (ระดับชาติและนานาชาติ)

1. **กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์** และพงศ์เทพ สุวรรณวารี 2553. "คุณภาพน้ำและแนวทางการจัดการคุณภาพน้ำลุ่มน้ำลำตะคองจังหวัดนครราชสีมา" การประชุมวิชาการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ครั้งที่ 3 วันที่ 21-22 กรกฎาคม 2553 ณ **ศูนย์แสดงสินค้าและการประชุมอิมแพ็ค เมืองทองธานี จังหวัดนนทบุรี**. 105 หน้า.
2. **Suwannarat G.** and Suwanwaree P. 2010. "The Assessment of Water Quality of Lam Takong River and Tributaries in Nakhon Ratchasima, Thailand" in The 2010 International Conference on Environmental Science and Development (CESD 2010), Singapore (26 Feb.- 1 Mar. 2010). p. 351-356.
3. **กรองแก้ว ทิพยศักดิ์,** กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์, ธนิดา กมุทชาติ, ศิวิมล เชียร์ประเสริฐ และ อริศรา ปัญญายุทธศักดิ์ **ประโยชน์ของป่าชายเลนต่อการตรึงโลหะหนัก Beneficial of Mangrove to Heavy Metal Immobilization** การประชุมวิชาการระดับชาติ IAMBEST ครั้งที่ 1 The 1st National Conference on Informatics, Agriculture, Management, Business Administration, Engineering, Sciences and Technology. ระหว่างวันที่ 19 – 21 พฤษภาคม 2559.

4. **กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์**, พล งามสวัสดิ์วงศ์, เมธาวดี เข็มทอง, หทัยรัตน์ ชนะขำ. การใช้ไลเคนเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพอากาศบริเวณท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ. การประชุมวิชาการระดับชาติ IAMBEST ครั้งที่ 1 The 1st National Conference on Informatics, Agriculture, Management, Business Administration, Engineering, Sciences and Technology. ระหว่างวันที่ 19 – 21 พฤษภาคม 2559.
5. **กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์**, ภูริสา สถิตภูมิ, มินตรา ตุ้มทอง, อรวรรณ์ โภชธิหรรษา. **ปริมาณมวลชีวภาพและศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในส่วนเหนือพื้นดินของต้นพะยูงโดยใช้หลักการของแอลโลเมตรี.** การประชุมวิชาการระดับชาติ IAMBEST ครั้งที่ 1 The 1st National Conference on Informatics, Agriculture, Management, Business Administration, Engineering, Sciences and Technology. ระหว่างวันที่ 19 – 21 พฤษภาคม 2559.