

การสะสมคาร์บอนของพรรณไม้ป่าผลัดใบ บริเวณสวนพฤกษศาสตร์
สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่



นางสาวนพวรรณ หรั่งหมอยา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา)

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2548

ISBN 974-14-2337-3

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I ๑๑๓ 610 ๗๓

CARBON ACCUMULATION OF TREES IN DECIDUOUS FORESTS
AT QUEEN SIRIKIT BOTANIC GARDEN, CHIANG MAI PROVINCE

Miss Noppawan Rangmorya

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Environmental Science

(Inter-Department)

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 2005

ISBN 974-14-2337-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การสะสมคาร์บอนของพรรณไม้ป่าผลัดใบ บริเวณ
	สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่
โดย	นางสาวนพวรรณ หรั่งหมอยา
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิพัฒน์ พัฒนผลไพบุลย์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ดร. วีระชัย ณ นคร

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

.....*ดร. ม.ร.ว. กัลยา ดิงสภักดิ์*.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ม.ร.ว. กัลยา ดิงสภักดิ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

อ. อัจฉรา.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร. อัจฉรา ประทีตสุนทรสาร)

ดร. พิพัฒน์.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิพัฒน์ พัฒนผลไพบุลย์)

ดร. วีระชัย.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ดร. วีระชัย ณ นคร)

ดร. ธวัชชัย.....กรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. ธวัชชัย สันติสุข)

ดร. นัยนันทน์.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร. นัยนันทน์ อริยกานนท์)

นพวรรณ หรั่งหมอยา : การสะสมคาร์บอนของพรรณไม้ป่าผลัดใบ บริเวณสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่. (CARBON ACCUMULATION OF TREES IN DECIDUOUS FORESTS AT QUEEN SIRIKIT BOTANIC GARDEN, CHIANG MAI PROVINCE) อ. ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. พิพัฒน์ พัฒนผลไพบูลย์, อ. ที่ปรึกษา
ร่วม : ดร. วีระชัย ฒ นกร, 120 หน้า. ISBN 974-14-2337-3.

จากการศึกษาการสะสมคาร์บอนของพรรณไม้ป่าผลัดใบ บริเวณสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่ โดยทำการวางแปลงศึกษาถาวร ขนาด 100x100 ตารางเมตร ที่ระดับความสูง 700 800 900 และ 1,000 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง พรรณไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นระดับอก ตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไป มี 140 ชนิด 47 วงศ์ ในจำนวนนี้มีสัก (*Tectona grandis*) พลวง (*Dipterocarpus tuberculatus*) เต็ง (*Shorea obtusa*) ก่อแดง (*Quercus kingiana*) กว้าว (*Tristanopsis burmanica*) แข็งกวาง (*Wendlandia paniculata*) และรัง (*S. siamensis*) เป็นพรรณไม้เด่น ลักษณะพรรณไม้ในแปลงศึกษาที่ระดับความสูง 700 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง เป็นสังคมพืชป่าเบญจพรรณ ส่วนแปลงศึกษาที่ระดับความสูง 800 900 และ 1,000 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง เป็นสังคมพืชป่าเต็งรัง การศึกษาการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยใช้เครื่อง LCA4 ของพรรณไม้เด่น กว้าว มีอัตราการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยสูงสุด คือ $2.86 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ รองลงมา ได้แก่ สัก แข็งกวาง เต็ง และพลวง มีอัตราการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย 1.50, 1.02, 0.33 และ $0.28 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ตามลำดับ ปริมาณการสะสมคาร์บอนมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับอัตราการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) การวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอน โดยใช้เครื่อง CHNO analyzer มีปริมาณการสะสมคาร์บอนเฉลี่ย 47.50, 46.85, 46.77, 45.85 และ 45.87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สังคมพืชป่าเบญจพรรณ มีมวลชีวภาพรวม 166.42 ตัน/เฮกเตอร์ สังคมพืชป่าเต็งรัง ที่ระดับความสูง 800 900 และ 1,000 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง มีมวลชีวภาพรวม 148.76, 252.46 และ 234.95 ตัน/เฮกเตอร์ ตามลำดับ การเพิ่มพูนของมวลชีวภาพเท่ากับ 2.73, 1.62, 1.83 และ 1.96 ตันคาร์บอน/เฮกเตอร์/ปี ตามลำดับ ปริมาณคาร์บอนของซากพืชมีค่าเท่ากับ 4.34, 1.55, 2.60 และ 3.81 ตันคาร์บอน/เฮกเตอร์/ปี ตามลำดับ ปริมาณคาร์บอนในดินมีค่าเท่ากับ 206.36, 96.93, 97.44 และ 140.66 ตันคาร์บอน/เฮกเตอร์*เมตร ตามลำดับ ดังนั้น ผลผลิตสุทธิขั้นปฐมภูมิของสังคมพืชป่าผลัดใบ มีค่าเท่ากับ 15.25, 6.91, 9.28 และ 12.52 ตัน/เฮกเตอร์/ปี หรือ 7.07, 3.17, 4.43 และ 5.77 ตันคาร์บอน/เฮกเตอร์/ปี ตามลำดับ สังคมพืชป่าเบญจพรรณมีปริมาณการสะสมคาร์บอนมากกว่าสังคมพืชป่าเต็งรัง

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา) ลายมือชื่อนิสิต.....*พชช.ค. หรั่งหมอยา*.....

ปีการศึกษา 2548 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....*E. S.*.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....*Dr. Aum*.....

4589090820 : MAJOR INTER-DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL SCIENCE

KEY WORD : CARBON ACCUMULATION / DECIDUOUS FOREST / CARBON DIOXIDE
ABSORPTION / BIOMASS.

NOPPAWAN RANGMORYA : CARBON ACCUMULATION OF TREES IN DECIDUOUS
FORESTS AT QUEEN SIRIKIT BOTANIC GARDEN, CHIANG MAI PROVINCE. THESIS
ADVISOR : ASST.PROF.PIPAT PATANAPONPAIBOON Ph.D., THESIS CO-ADVISOR :
WEERACHAI NA NAKORN Ph.D., 120 pp. ISBN 974-14-2337-3.

The study on carbon accumulation of deciduous forest was carried out at Queen Sirikit Botanic garden, Chiang Mai province by the establishment of 100x100 m² permanent plots at the altitude 700, 800, 900 and 1,000 m above mean sea level. There are 140 species belonging to 47 families of trees which possess stem diameter at breast height more than 4.5 cm. Among these, *Tectona grandis*, *Dipterocarpus tuberculatus*, *Shorea obtusa*, *Quercus kingiana*, *Tristaniopsis burmanica*, *Wendlandia paniculata* and *S. siamensis* are the most dominant species. The species composition at permanent plot of 700 MSL shows a mixed deciduous forest, while the other plots are dry dipterocarp forest. The average of carbon dioxide absorption of the dominant species, *Tristaniopsis burmanica* showed the maximum value by means of LCA4 machine was recorded at 2.86 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. The following were *Tectona grandis*, *Wendlandia paniculata*, *Shorea obtusa* and *Dipterocarpus tuberculatus*. The carbon dioxide absorption was recorded at 1.50, 1.02, 0.33 and 0.28 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, respectively. The carbon accumulation was positively and significantly correlated with the carbon dioxide absorption ($p < 0.01$). The carbon accumulation of those dominant species was analyzed by means of CHNO analyzer with the average recorded of 47.50, 46.85, 46.77, 45.85 and 45.87%, respectively. The mixed deciduous forest yield biomass of 166.42 t/ha. The dry dipterocarp forest at 800, 900 and 1,000 MSL yield biomass of 148.76, 252.46 and 234.95 t/ha, respectively. The biomass increment of the 4 permanent plots were recorded at 2.73, 1.62, 1.83 and 1.96 t/ha/yr, respectively. The carbon accumulation of litter in the 4 permanent plots were recorded at 4.34, 1.55, 2.60 and 3.81 tC/ha/yr, respectively. And the carbon accumulation of soil in the 4 permanent plots were recorded at 206.36, 96.93, 97.44 and 140.66 tC/ha*m, respectively. Therefore, net primary productivity of these deciduous forests were calculated as 15.25, 6.91, 9.28 and 12.52 t/ha/yr or 7.07, 3.17, 4.43 and 5.77 tC/ha/yr, respectively. The mixed deciduous forest had amount of carbon accumulation more than that of dry dipterocarp forests.

Field of study Environmental Science (Inter-Department) Student's signature Noppawan Rangmorya
Academic year 2005 Advisor's signature Pipat Patanaponpaiboon
Co-advisor's signature Weerachai Narakorn

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากความกรุณาของผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่าย ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิพัฒน์ พัฒนผลไพบูลย์ อาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ และ ดร. วีระชัย ฌ นคร อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ สั่งสอนตลอดจนความคิดเห็นต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อวิทยานิพนธ์ และขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.อาจอง ประทีตสุนทรสาร ศาสตราจารย์ ดร.ธวัชชัย สันติสุข และอาจารย์ ดร. นัยนันท์ อริยกานนท์ ที่ได้กรุณาเสียสละเวลาเพื่อเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ พร้อมทั้งให้ คำแนะนำและช่วยแก้ไขให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ บัณฑิตวิทยาลัย และทบวงมหาวิทยาลัย ที่สนับสนุนเงินทุนวิจัยบางส่วน ขอขอบพระคุณ สวทช. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลและพลังงาน เจ้าสัวศิริกิติ จังหวัดเชียงใหม่ ที่เอื้อเฟื้อ สถานที่ในการเก็บข้อมูลภาคสนาม

ขอขอบพระคุณ หน่วยปฏิบัติการวิจัยพฤษนิเวศวิทยา ที่อำนวยความสะดวกเกี่ยวกับ เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการและในการเก็บตัวอย่างภาคสนาม

ขอขอบพระคุณ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย และภาควิชา พฤษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และ เอื้อเฟื้อเครื่องมือเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. ศศิธร พ่วงปาน อาจารย์ชนิดา ปาลียะวุฒิ คุณวัชระ บุญชัย และคุณเมธิ วงศ์หนัก ที่ได้กรุณาเสียสละเวลาให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลภาคสนามและ คำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ และขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ ทุกคนที่ทำให้กำลังใจและให้ ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่เสียสละกำลังกายและคอยให้กำลังใจ สนับสนุนเรื่องการเรียนมาโดยตลอด

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 วัตถุประสงค์.....	1
1.2 สมมติฐาน.....	1
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
2 การตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ลักษณะพื้นที่ที่ทำการศึกษา.....	3
2.2 ความหมายและความสำคัญของป่าผลัดใบ.....	6
2.3 มวลชีวภาพของพรรณไม้ป่าผลัดใบ.....	11
2.4 การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และการสะสมคาร์บอน.....	13
3 วิธีดำเนินการศึกษา.....	16
3.1 การศึกษาโครงสร้างป่า.....	16
3.2 การศึกษาอัตราการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของพรรณไม้เด่น.....	20
3.3 การหามวลชีวภาพของพรรณไม้เด่น.....	20
3.4 การศึกษาปัจจัยแวดล้อมอื่นที่มีอิทธิพลต่อการสะสมคาร์บอนของพรรณไม้ป่าผลัดใบ.....	22
3.5 การศึกษาการสะสมคาร์บอนของสังคมพืชป่าผลัดใบ.....	23
3.6 การศึกษาผลผลิตสุทธิขั้นปฐมภูมิของสังคมพืชป่าผลัดใบ.....	24
4 ผลการศึกษา.....	30
4.1 โครงสร้างป่า.....	30
4.2 อัตราการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของพรรณไม้เด่น.....	57
4.3 มวลชีวภาพของพรรณไม้เด่น.....	62
4.4 ปัจจัยแวดล้อมอื่นที่มีอิทธิพลต่อการสะสมคาร์บอนของพรรณไม้ป่าผลัดใบ.....	73

4.5 การสะสมคาร์บอนของสังคมพืชป่าผลัดใบ.....	84
4.6 ผลผลิตสุทธิขั้นปฐมภูมิของสังคมพืชป่าผลัดใบ.....	90
5 อภิปรายผลการศึกษา.....	92
5.1 โครงสร้างป่า.....	92
5.2 อัตราการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของพรรณไม้เด่น.....	93
5.3 มวลชีวภาพของพรรณไม้เด่น.....	94
5.4 ปัจจัยแวดล้อมอื่นที่มีอิทธิพลต่อการสะสมคาร์บอนของพรรณไม้ป่าผลัดใบ.....	96
5.5 การสะสมคาร์บอนของสังคมพืชป่าผลัดใบ.....	98
5.6 ผลผลิตสุทธิขั้นปฐมภูมิของสังคมพืชป่าผลัดใบ.....	101
6 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ.....	102
สรุปผลการศึกษา.....	102
ข้อเสนอแนะ.....	106
รายการอ้างอิง.....	105
ภาคผนวก.....	110
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	120

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 วิธีวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินบางประการ.....	23
4.1 แสดงค่าความถี่สัมพัทธ์ (RF) ค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD) ค่าความเค้นสัมพัทธ์ (RDo) ค่าดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยา (IVI) ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (H) ที่ระดับความสูง 700 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง.....	34
4.2 แสดงค่าความถี่สัมพัทธ์ (RF) ค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD) ค่าความเค้นสัมพัทธ์ (RDo) ค่าดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยา (IVI) ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (H) ที่ระดับความสูง 800 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง.....	39
4.3 แสดงค่าความถี่สัมพัทธ์ (RF) ค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD) ค่าความเค้นสัมพัทธ์ (RDo) ค่าดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยา (IVI) ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (H) ที่ระดับความสูง 900 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง.....	44
4.4 แสดงค่าความถี่สัมพัทธ์ (RF) ค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD) ค่าความเค้นสัมพัทธ์ (RDo) ค่าดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยา (IVI) ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (H) ที่ระดับความสูง 1,000 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง.....	50
4.5 แสดงรายชื่อพรรณไม้ยืนต้นที่มี DBH ตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตร ขึ้นไป ในแปลงศึกษา ทั้ง 4 แปลงศึกษา.....	52
4.6 แสดงค่าเปรียบเทียบลักษณะเชิงปริมาณระหว่าง 4 แปลงศึกษา.....	57
4.7 แสดงสมการแอลโลเมตรีของน้ำหนักลำต้น กิ่ง ใบ และน้ำหนักรวมเหนือพื้นดินของพรรณไม้ป่าผลัดใบ บริเวณสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่..	71
4.8 แสดงสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินบางประการในพื้นที่แปลงศึกษาทั้ง 4 แปลง บริเวณสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่.....	77
4.9 แสดงปริมาณคาร์บอนของพรรณไม้เด่น.....	85
4.10 แสดงเปอร์เซ็นต์คาร์บอนเฉลี่ยและปริมาณคาร์บอนของตัวอย่างพรรณไม้เด่น.....	86
4.11 แสดงปริมาณคาร์บอนของซากพืชทั้ง 4 แปลง บริเวณสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่.....	87
4.12 แสดงมวลชีวภาพของป่าผลัดใบบริเวณสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่.....	90
4.13 แสดงผลผลิตสุทธิขั้นปฐมภูมิของป่าผลัดใบ บริเวณสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่.....	91

5.1 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณการการสะสมคาร์บอนของป่าประเภทต่าง ๆ.....	100
ผ.1 แสดงสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินบางประการในพื้นที่แปลงศึกษาทั้ง 4 แปลง บริเวณสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่.....	111
ผ.2 แสดงสถิติสภาพภูมิอากาศบริเวณจังหวัดเชียงใหม่ ในรอบ 30 ปี พ.ศ. 2519-2548.....	114
ผ.3 แสดงสถิติสภาพภูมิอากาศบริเวณจังหวัดเชียงใหม่ ในรอบปี พ.ศ. 2548.....	115
ผ.4 แสดงเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความสูง และน้ำหนักของตัวอย่างพรรณไม้.....	116
ผ.5 แสดงเปอร์เซ็นต์คาร์บอนเฉลี่ยและปริมาณคาร์บอนของตัวอย่างพรรณไม้เด่น.....	118

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่.....	4
2.2 แสดงข้อมูลสภาพภูมิอากาศของจังหวัดเชียงใหม่ ในรอบ 30 ปี พ.ศ. 2519-2548.....	5
2.3 แสดงความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ.....	13
3.1 แสดงแปลงศึกษาป่าผลัดใบ บริเวณสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่.....	18
3.2 แสดงการวางแผนศึกษา และการเก็บข้อมูลภาคสนาม.....	19
3.3 แสดงการวัดอัตราการดูดซึบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของพรรณไม้เด่น.....	25
3.4 แสดงการหามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของพรรณไม้เด่น.....	26
3.5 แสดงการหามวลชีวภาพใต้ดินของพรรณไม้เด่น.....	27
3.6 แสดงการศึกษามวลชีวภาพพืชพื้นล่าง.....	28
3.7 แสดงการเก็บรวบรวมซากพืช และการวิเคราะห์สมบัติของดินบางประการ.....	29
4.1 แสดงโครงสร้างป่าในแนวราบของพรรณไม้ยืนต้นที่มี DBH ตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตร ขึ้นไป ที่ระดับความสูง 700 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง.....	32
4.2 แสดงโครงสร้างป่าในแนวตั้งของพรรณไม้ยืนต้นที่มี DBH ตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตร ขึ้นไป ที่ระดับความสูง 700 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง.....	33
4.3 แสดงโครงสร้างป่าในแนวราบของพรรณไม้ยืนต้นที่มี DBH ตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตร ขึ้นไป ที่ระดับความสูง 800 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง.....	37
4.4 แสดงโครงสร้างป่าในแนวตั้งของพรรณไม้ยืนต้นที่มี DBH ตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตร ขึ้นไป ที่ระดับความสูง 800 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง.....	38
4.5 แสดงโครงสร้างป่าในแนวราบของพรรณไม้ยืนต้นที่มี DBH ตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตร ขึ้นไป ที่ระดับความสูง 900 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง.....	42
4.6 แสดงโครงสร้างป่าในแนวตั้งของพรรณไม้ยืนต้นที่มี DBH ตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตร ขึ้นไป ที่ระดับความสูง 900 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง.....	43
4.7 แสดงโครงสร้างป่าในแนวราบของพรรณไม้ยืนต้นที่มี DBH ตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตร ขึ้นไป ที่ระดับความสูง 1,000 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง.....	48
4.8 แสดงโครงสร้างป่าในแนวตั้งของพรรณไม้ยืนต้นที่มี DBH ตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตร ขึ้นไป ที่ระดับความสูง 1,000 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง.....	49

4.9 แสดงการกระจายเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นและความสูงของพรรณไม้ยืนต้นที่มี DBH ตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตร ขึ้นไป ทั้ง 4 แปลงศึกษา.....	56
4.10 แสดงการเปลี่ยนแปลงการดูดซึบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรอบวันของพรรณไม้ ป่าผลัดใบ บริเวณสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จ.เชียงใหม่.....	58
4.11 แสดงการเปลี่ยนแปลงการดูดซึบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรอบวันของพรรณไม้ ป่าผลัดใบ บริเวณสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จ.เชียงใหม่.....	59
4.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการดูดซึบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับความเข้มแสง..	60
4.13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการดูดซึบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับความเข้มแสง..	61
4.14 แสดงความสัมพันธ์แอลโลเมตรีของน้ำหนักลำต้น กิ่ง ใบ และน้ำหนักรวมเหนือพื้นดิน ของพลวง (<i>Dipterocarpus tuberculatus</i>).....	63
4.15 แสดงความสัมพันธ์แอลโลเมตรีของน้ำหนักลำต้น กิ่ง ใบ และน้ำหนักรวมเหนือพื้นดิน ของเหียง (<i>Dipterocarpus obtusifolius</i>).....	64
4.16 แสดงความสัมพันธ์แอลโลเมตรีของน้ำหนักลำต้น กิ่ง ใบ และน้ำหนักรวมเหนือพื้นดิน ของเต็ง (<i>Shorea obtusa</i>).....	65
4.17 แสดงความสัมพันธ์แอลโลเมตรีของน้ำหนักลำต้น กิ่ง ใบ และน้ำหนักรวมเหนือพื้นดิน ของพืชวงศ์ยาง (<i>Dipterocarpaceae</i>).....	66
4.18 แสดงความสัมพันธ์แอลโลเมตรีของน้ำหนักลำต้น กิ่ง ใบ และน้ำหนักรวมเหนือพื้นดิน ของพืชวงศ์ก่อ (<i>Fagaceae</i>).....	67
4.19 แสดงความสัมพันธ์แอลโลเมตรีของน้ำหนักลำต้น กิ่ง ใบ และน้ำหนักรวมเหนือพื้นดิน ของสัก (<i>Tectona grandis</i>).....	68
4.20 แสดงความสัมพันธ์แอลโลเมตรีของน้ำหนักลำต้น กิ่ง ใบ และน้ำหนักรวมเหนือพื้นดิน ของกุ่ม (<i>Tristaniaopsis burmanica</i>).....	69
4.21 แสดงความสัมพันธ์แอลโลเมตรีของน้ำหนักลำต้น กิ่ง ใบ และน้ำหนักรวมเหนือพื้นดิน ของแข่งกวาง (<i>Wendlandia paniculata</i>).....	70
4.22 แสดงปริมาณการร่วงหล่นของซากพืช ปี พ.ศ. 2547 และปี พ.ศ. 2548.....	75
4.23 แสดงส่วนประกอบของซากพืชของแปลงศึกษาถาวร บริเวณสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระ พระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่.....	76
4.24 แสดงสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินบางประการในพื้นที่แปลงศึกษาทั้ง 4 แปลง บริเวณสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่.....	78

4.25 แสดงสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินบางประการในพื้นที่แปลงศึกษาทั้ง 4 แปลง บริเวณสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่.....	79
4.26 แสดงสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินบางประการในพื้นที่แปลงศึกษาทั้ง 4 แปลง บริเวณสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่.....	80
4.27 แสดงข้อมูลสภาพภูมิอากาศของจังหวัดเชียงใหม่ ในรอบปี พ.ศ. 2548.....	83
4.28 แสดงปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดินของแปลงศึกษาทั้ง 4 แปลง บริเวณสวน พฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่.....	88
4.29 แสดงวัฏจักรคาร์บอนของป่าผลัดใบ.....	89
5.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับปริมาณการ สะสมคาร์บอน.....	99