นิพนธ์ต้นฉบับ

การประมาณแก่นและการกักเก็บคาร์บอนของไม้พะยูง ณ สถานีวนวัฒนวิจัยหมูสี จังหวัดนครราชสีมา

Estimation of Heartwood and Carbon Storage of *Dalbergia cochinchinensis* Pierre at Mu Si Silvicultural Research Station, Nakhon Ratchasima Province

อังสุมา พิณทอง[1,2*]
ธิติ วิสารัตน์[2]
ชุติกานต์ หุตะแสงชัย[2]
พรเทพ เหมือนพงษ์[1]
สาพิศ ดิลกสัมพันธ์[1]

Angsuma Pinthong[1,2*]
Thiti Visaratana[2]
Chutikan Hutasangchai[2]
Ponthep Meunpong[1]
Sapit Diloksumpun[1]

[1] คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand
[2]สำนักวิจัย และพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้
Forest Research and Development Bureau, Royal Forest Department
[*]Corresponding Author, E-mail: angsuma.paw@hotmail.com

รับต้นฉบับ 1 สิงหาคม 2560 รับลงพิมพ์ 14 กันยายน 2560

ABSTRACT

Estimation of heartwood and carbon storage from 5 provenances of *Dalbergia cochinchinensis* Pierre was conducted at Mu Si silvicultural research station, Nakhon Ratchasima province which 4×4 m. spacing objected to estimate heartwood quantity by established allometric equations between heartwood and any given dimension of trees. In addition, carbon was studied by analyzed carbon concentration in all part of tree. Results found that survival rate from KH, MS, ML, SK and DL provenance were 49.33, 24.21, 58.93, 49.45 and 60.60 percent, respectively. DBH were 21.89, 21.64, 21.08, 21.72 and 23.40 cm., respectively and MAI were 0.70-0.78 cm.year^{-1}, total height were 20.82, 20.61, 20.35, 20.67 and 21.67 m., respectively which MAI between 0.68-0.72 m.year^{-1}. Basal area were 12.33, 5.99, 13.60, 12.24 and 17.32 m^{3}ha^{-1}, respectively. Quantity of heartwood from KH, MS, ML, SK and DL provenances were 17.77, 9.34, 17.94, 18.49 and 31.07 tonha^{-1}, respectively. Heartwood quantity of 5 provenances were significance different ($P<0.05$). Heartwood trended to increase when increasing DBH. For aboveground biomass from KH, MS, ML, SK and DL were 113.93, 56.59, 120.28, 114.39 and 174.78 tonha^{-1}, respectively and aboveground carbon content were 54.39, 27.05, 57.39, 54.65 and 83.64 tonCha^{-1}, respectively. DL was the best provenance in term of heartwood volume, and also aboveground biomass and carbon storage.

Keywords: *Dalbergia cochinchinensis* Pierre, Heartwood, Carbon storage

บทคัดย่อ

การประมาณแก่นและการกักเก็บคาร์บอนของไม้พะยูง 5 ถิ่นกำเนิด ที่อายุ 30 ปี ที่สถานีวนวัฒนวิจัยหมูสี จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งปลูกด้วยระยะปลูก 4×4 เมตร เพื่อศึกษาปริมาณแก่น โดยการสร้างสมการแอลโลเมตริกจากความสัมพันธ์ของมิติของต้นไม้กับมวลชีวภาพแก่น และศึกษาการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของไม้พะยูง 5 ถิ่นกำเนิด ผลการศึกษาพบว่า ไม้พะยูงถิ่นกำเนิดเขาใหญ่ มหาสารคาม มวกเหล็ก ศรีสะเกษ และดงลาน มีอัตราการรอดตาย 49.33, 24.21, 58.93, 49.45 และ 60.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ยเท่ากับ 21.89, 21.64, 21.08, 21.72 และ 23.40 เซนติเมตร ตามลำดับ คิดเป็นความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปี 0.70-0.78 เซนติเมตรต่อปี มีความสูงทั้งหมดเฉลี่ย เท่ากับ 20.82, 20.61, 20.35, 20.67 และ 21.67 เมตร ตามลำดับ คิดเป็นความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปี 0.68-0.72 เมตรต่อปี มีพื้นที่หน้าตัดเท่ากับ 12.33, 5.99, 13.60, 12.24 และ 17.32 ตารางเมตรต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ มีปริมาณแก่น เท่ากับ 17.77, 9.34, 17.94, 18.49 และ 31.07 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ โดยปริมาณแก่นทั้ง 5 ถิ่นกำเนิด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเพิ่มขึ้น สำหรับมวลชีวภาพเหนือพื้นดินมีค่าเท่ากับ 113.93, 56.59, 120.28, 114.39 และ 174.78 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ มีการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดิน เท่ากับ 54.39, 27.05, 57.39, 54.65 และ 83.64 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ ทั้งนี้ถิ่นกำเนิดดงลานเป็นถิ่นกำเนิดที่มีปริมาณแก่นมากที่สุด มีมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินมากที่สุด

คำสำคัญ: พะยูง แก่น การกักเก็บคาร์บอน

คำนำ

ในช่วงระยะเวลาหลายปีที่ผ่านมา เกิดกระแสนิยมใช้ประโยชน์แก่นไม้พะยูงเป็นอย่างมาก เนื่องจากแก่นมีลวดลายและสีสวยงาม เนื้อไม้มีความละเอียด แข็งแรง ทนทาน จึงมีการนำมาทำเครื่องเรือน เครื่องใช้ การก่อสร้าง การแกะสลัก ตลอดจนด้วยชื่อที่เป็นมงคล ทำให้แก่นไม้พะยูงมีราคาสูงมาก โดยสีสันและลวดลายของไม้พะยูงนั้นแตกต่างกันออกไปในแต่ละท้องที่ เช่น สีส้ม แดงเลือดหมู แดงอมม่วง ม่วงอมน้ำตาลดำ หรือน้ำตาลดำ (วิชาญ และคณะ, 2557) อย่างไรก็ตามในประเทศไทยยังไม่มีการปลูกไม้พะยูงในรูปแบบสวนป่าเหมือนกับไม้สัก หรือยูคาลิปตัส จึงทำให้เกิดการลักลอบตัดไม้พะยูงในป่าธรรมชาติโดยเฉพาะทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย ไม้พะยูงจึงถูกจัดให้เป็นชนิดไม้ที่มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ตามบัญชีแดงของสหภาพเพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติ (IUCN, 2009) ทั้งนี้กรมป่าไม้ได้มีการวิจัยและดำเนินการอนุรักษ์ไม้พะยูง โดยมีการจัดสร้างแปลงทดสอบถิ่นกำเนิด (provenance trials) และแปลงอนุรักษ์พันธุ์ (gene conservation plot) ตลอดจนดำเนินการสร้างแปลงอนุรักษ์พันธุกรรม (gene bank) ด้วย (สุวรรณ, 2556) ดังนั้นการศึกษาปริมาณแก่นไม้พะยูงที่ปลูกในรูปแบบสวนป่า จะเป็นประโยชน์ต่อการส่งเสริมการปลูกสร้างสวนป่าไม้พะยูง จากแม่ไม้ที่มีลักษณะดี ให้ปลูกได้ โตดี มีปริมาณแก่นสูง เมื่อถึงช่วงเวลาการใช้ประโยชน์ที่เหมาะสม ซึ่งการเติบโตของไม้พะยูงที่ปลูกในรูปแบบสวนป่ามีการเติบโตทางด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 0.94 เซนติเมตรต่อปี และความสูงเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 0.76 เมตรต่อปี จัดได้ว่าเป็นไม้ที่มีอัตราการเติบโตปานกลาง (พรเทพ, 2559) จึงสามารถส่งเสริมปลูกเป็นไม้เศรษฐกิจได้ จะทำให้การใช้ประโยชน์ไม้มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น ลดการนำเข้าไม้ และเพิ่มการส่งออกไม้พะยูง ก่อให้เกิดการสร้างรายได้ ตลอดจนยังเป็นการทดแทนไม้ชนิดอื่นๆ ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน และลดปัญหาการบุกรุกในพื้นที่ป่าธรรมชาติ

นอกจากประโยชน์ในเชิงเศรษฐกิจของการใช้ประโยชน์เนื้อไม้แล้วนั้น ในด้านนิเวศวิทยา การศึกษาปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอน ยังช่วยให้ทราบถึงประสิทธิภาพในการกักเก็บคาร์บอนของไม้พะยูงด้วย เนื่องด้วยมวลชีวภาพทำให้เกิดการไหลเวียนของพลังงาน และการหมุนเวียนของธาตุอาหาร ในกระบวนการของระบบนิเวศ และสายใยอาหาร ตลอดจนกระบวนการสร้างมวลชีวภาพช่วยให้เกิดดุลยภาพระหว่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจน ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับสิ่งมีชีวิต และมวลชีวภาพยังเป็นตัวควบคุมความมั่นคงของสิ่งแวดล้อมและลดมลภาวะ (พงษ์ศักดิ์, 2552) โดยปริมาณการกักเก็บคาร์บอนขึ้นอยู่กับปริมาณมวลชีวภาพของต้นไม้ (เสริมพงศ์และจงรัก, 2543) ดังนั้นการศึกษาการประมาณแก่นและการกักเก็บคาร์บอนของไม้พะยูง เพื่อเป็นแนวทางในการส่งเสริมการปลูกสร้างสวนป่าไม้พะยูงให้มีปริมาณแก่นมากตามความต้องการของตลาด ตลอดจนเป็นแนวทางในการดูดซับปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกที่ส่งผลให้เกิดภาวะโลกร้อนที่กำลังเผชิญอยู่ในปัจจุบัน

อุปกรณ์ และวิธีการ

ดำเนินการวัดการเติบโตของไม้พะยูง 5 ถิ่นกำเนิด ได้แก่ ถิ่นกำเนิดเขาใหญ่ (KH) จำนวน 222 ต้น มหาสารคาม (MS) จำนวน 230 ต้น มวกเหล็ก (ML) จำนวน 442 ต้น ศรีสะเกษ (SK) จำนวน 544 ต้น และดงลาน (DL) จำนวน 606 ต้น ที่ปลูกด้วยระยะปลูก 4×4 เมตร รูปแบบการปลูกแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ในแปลงทดลองพื้นที่ 42.5 ไร่ จำนวนทั้งสิ้น 2,044 ต้น โดยวัดการเติบโตทางด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และความสูงทั้งหมดของไม้พะยูง 5 ถิ่นกำเนิด จากนั้นคัดเลือกต้นไม้ตัวอย่างจากการจัดอันตรภาคชั้นตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก ครอบคลุม 5 ถิ่นกำเนิด ได้ต้นไม้ตัวอย่างจำนวน 8 ต้น ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก 12.20, 15.00, 16.80, 20.96, 25.00, 27.90, 30.00 และ 36.60 เซนติเมตร นำมาศึกษามวลชีวภาพ เพื่อสร้างสมการประมาณมวลชีวภาพ

โดยทำการเก็บข้อมูลต้นไม้ตัวอย่าง ได้แก่ วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก วัดความสูงทั้งหมดของต้นไม้แยกส่วนที่เป็นลำต้น กิ่ง และใบ ในส่วนที่เป็นลำต้น ตัดทอนเป็นท่อนๆ ละ 1 เมตร ชั่งน้ำหนักสดลำต้น และแยกส่วนที่เป็นเปลือก กระพี้ และแก่น แล้วชั่งน้ำหนักสดของแต่ละส่วน สำหรับส่วนที่เป็นใบและกิ่ง ชั่งน้ำหนักสดทั้งหมด จากนั้นเก็บตัวอย่างส่วนที่เป็นเปลือก กระพี้ แก่น กิ่ง และใบนำไปวิเคราะห์มวลชีวภาพ โดยนำตัวอย่างไปอบด้วยตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 80-85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักคงที่ จากนั้นทำการชั่งน้ำหนักแห้งของตัวอย่างทั้งหมด นำค่าน้ำหนักแห้งจากตัวอย่าง คำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น ดังสมการที่ (1) (ชิงชัย, 2546 อ้างถึง ก้องเกียรติ และคณะ, 2530) และนำข้อมูลไปวิเคราะห์มวลชีวภาพทั้งหมดในแต่ละส่วนของต้นไม้ตัวอย่าง ดังสมการที่ (2) (ชิงชัย, 2546 อ้างถึง ก้องเกียรติ และคณะ, 2530)

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักสดตัวอย่าง}-\text{น้ำหนักแห้งตัวอย่าง}}{\text{น้ำหนักแห้งตัวอย่าง}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{น้ำหนักแห้ง} = \frac{100 \times \text{น้ำหนักสดทั้งหมด}}{100+\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น}} \quad (2)$$

สร้างสมการประมาณมวลชีวภาพและแก่นไม้พะยูง โดยนำค่ามวลชีวภาพส่วนที่เป็นเปลือก กระพี้ แก่น กิ่ง และใบ ของต้นไม้ตัวอย่าง มาสร้างสมการรูปแบบแอลโลเมตริก (allometric equation) ในรูปของสมการยกกำลัง (power equation) ของมวลชีวภาพกับขนาดของต้นไม้ ดังสมการที่ (3) (Satoo and Senda, 1958) และทำการประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและแก่นไม้พะยูงทั้ง 5 ถิ่นกำเนิด

$$Y = aX^b \quad (3)$$

เมื่อ Y = มวลชีวภาพเปลือก (W_{Bark}), กระพี้ (W_S), แก่น (W_H), กิ่ง (W_B) และใบ (W_L)

X = มิติของต้นไม้ (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และความสูง)

a และ b เป็นค่าคงที่ของสมการ

สำหรับการวิเคราะห์คาร์บอนนำตัวอย่างส่วนของเปลือก กระพี้ แก่น กิ่ง และใบ บดหรือสับให้ละเอียดไปวิเคราะห์คาร์บอนในห้องปฏิบัติการ ด้วยเครื่อง 2400 Series II CHNS/O Analyzer (Perkin Elmer) เพื่อหาความเข้มข้นของคาร์บอน (carbon concentration) ที่สะสมในมวลชีวภาพ จากนั้นนำค่าความเข้มข้นคาร์บอนมาคูณค่ามวลชีวภาพในแต่ละส่วนของไม้พะยูงทั้ง 5 ถิ่นกำเนิด

ผลและวิจารณ์

1. การเติบโตของไม้พะยูง 5 ถิ่นกำเนิด

ไม้พะยูง ในแปลงทดลองที่สถานีวนวัฒนวิจัยหมูสี จังหวัดนครราชสีมา ปลูกด้วยระยะปลูก 4×4 เมตร ได้แก่ ถิ่นกำเนิดเขาใหญ่ มหาสารคาม มวกเหล็ก ศรีสะเกษ และดงลาน พบว่า มีอัตราการรอดตาย 49.33, 24.21, 58.93, 49.45 และ 60.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีพื้นที่หน้าตัดเท่ากับ 12.33, 5.99, 13.60, 12.24 และ 17.32 ตารางเมตรต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ โดยถิ่นกำเนิดดงลาน มีอัตราการรอดตายมากที่สุด การเติบโตทางด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของไม้พะยูง 5 ถิ่นกำเนิด พบว่า ถิ่นกำเนิดดงลานมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 23.40 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่ ถิ่นกำเนิดเขาใหญ่ ศรีสะเกษ มหาสารคาม และมวกเหล็ก มีค่าเท่ากับ 21.89, 21.72, 21.64 และ 21.08 เซนติเมตร ตามลำดับ คิดเป็นความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 0.78, 0.73, 0.72, 0.72 และ 0.70 เซนติเมตรต่อปี ตามลำดับ (Table 1) การเติบโตทางด้านความสูง พบว่า ถิ่นกำเนิดดงลานมีความสูงทั้งหมดเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 21.67 เมตร รองลงมาได้แก่ ถิ่นกำเนิดเขาใหญ่ ศรีสะเกษ มหาสารคาม และมวกเหล็ก มีค่าเท่ากับ 20.82, 20.67, 20.61 และ 20.35 เมตร ตามลำดับ คิดเป็นความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 0.72, 0.69, 0.69, 0.69 และ 0.68 เมตรต่อปี ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ ธิติ และเกรียงไกร (2556ก) พบว่า การเติบโตของไม้พะยูง อายุ 25 ปี ระยะปลูก 2×3 เมตร ที่สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ยเพียง 12.23 เซนติเมตร ซึ่งน้อยกว่าการเติบโตถิ่นกำเนิดมวกเหล็ก และเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ ชัชรินทร์ และพรเทพ (2558) พบว่า การเติบโตของไม้พะยูง อายุ 26 ปี ระยะปลูก 3×3 เมตร ที่สถานีวนวัฒนวิจัยทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 24.55 เซนติเมตร มีค่าสูงกว่าการศึกษาในครั้งนี้ และเมื่อเปรียบเทียบการเติบโตทางด้านความสูงของไม้พะยูง อายุ 25 ปี มีค่าเท่ากับ 16.47 เมตร (ธิติ และเกรียงไกร, 2556ก) พบว่า น้อยกว่าถิ่นกำเนิดมวกเหล็ก และเมื่อเปรียบเทียบกับไม้พะยูง อายุ 26 ปี ที่มีความสูง ทั้งหมดเฉลี่ย เท่ากับ 20.14 เมตร (ชัชรินทร์ และพรเทพ, 2558) พบว่ามีค่าใกล้เคียงกับผลการศึกษาครั้งนี้ ทั้งนี้สาเหตุที่ทำให้แต่ละพื้นที่มีการเติบโตที่แตกต่างกันมาก อาจเนื่องมาจากความแตกต่างกันของระยะปลูก คุณภาพของพื้นที่ สภาพภูมิอากาศ ในแต่ละแปลงทดลอง ซึ่งส่งผลต่อการเติบโตของต้นไม้ในแต่ละพื้นที่ ดังนั้นไม้พะยูงที่เติบโตในพื้นที่ต่างกัน ในช่วงอายุที่ต่างกัน จึงทำให้การเติบโตแตกต่างกันได้ ดังเช่นการศึกษาการเติบโตและผลผลิตของสวนป่ากรมป่าไม้และสวนป่าเอกชน ในพื้นที่ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง โดยทศพร และคณะ (2553) กล่าวว่า ค่าเฉลี่ยของการเติบโตในแต่ละชั้นอายุของสวนป่า ขึ้นอยู่กับความผันแปรของคุณภาพพื้นที่ของสวนป่าที่ทำการศึกษาในแต่ละชั้นอายุ

2. มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้พะยูง 5 ถิ่นกำเนิด

จากการสร้างสมการเพื่อประมาณมวลชีวภาพส่วนที่เป็นเปลือก กระพี้ แก่น กิ่ง และใบ ของพะยูงทั้ง 5 ถิ่นกำเนิด ดังแสดงใน Table 2 นำมาประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมดของไม้พะยูง 5 ถิ่นกำเนิด พบว่า ถิ่นกำเนิดดงลาน มีมวลชีวภาพเหนือพื้นดินมาก

ที่สุด เท่ากับ 174.78 ต้นต่อเฮกตาร์ รองลงมาได้แก่ ถิ่นกำเนิดมวกเหล็ก ศรีสะเกษ เขาใหญ่ และมหาสารคาม เท่ากับ 120.28, 114.39, 113.93 และ 56.59 ต้นต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ (Table 3) เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาไม้พะยูงอายุ 25 ปี ระยะปลูก 2×3 เมตร ที่สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา มีค่าเท่ากับ 209.90 ต้นต่อเฮกตาร์ (ธิติ และเกรียงไกร, 2556ก) เห็นได้ว่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้พะยูงที่สถานีวนวัฒนวิจัยหมูสี จังหวัดนครราชสีมา มีมวลชีวภาพเหนือพื้นดินน้อยกว่าค่าจากการศึกษาของธิติ และเกรียงไกร (2556ก) ที่มีอัตราการรอดตายของไม้พะยูงถึง 90 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากปัจจัยทางด้านสภาพพื้นที่ และความหนาแน่นของหมู่ไม้ที่แตกต่างกัน เพราะปัจจัยที่ควบคุมผลผลิต ได้แก่ สภาพอากาศ ลักษณะภูมิประเทศ คุณสมบัติของพื้นที่ ธรณีวิทยา อายุ และชีววิทยา รวมทั้งมนุษย์ พืช และสัตว์ (ชิงชัย, 2546 อ้างถึง Gessel, 1967)

มวลชีวภาพส่วนที่เป็นลำต้น ถิ่นกำเนิดดงลานมีค่ามากที่สุด เท่ากับ 124.63 ต้นต่อเฮกตาร์ รองลงมาได้แก่ ถิ่นกำเนิดมวกเหล็ก ศรีสะเกษ เขาใหญ่ และมหาสารคาม เท่ากับ 86.67, 82.04, 81.68 และ 40.56 ต้นต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ มวลชีวภาพส่วนที่เป็นกิ่ง ถิ่นกำเนิดดงลานมีค่ามากที่สุด เท่ากับ 47.36 ต้นต่อเฮกตาร์ รองลงมาได้แก่ ถิ่นกำเนิดมวกเหล็ก ศรีสะเกษ เขาใหญ่ และมหาสารคาม เท่ากับ 31.46, 30.40, 30.29 และ 15.08 ต้นต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ มวลชีวภาพส่วนที่เป็นใบ ถิ่นกำเนิดดงลานมีค่ามากที่สุด เท่ากับ 2.78 ต้นต่อเฮกตาร์ รองลงมาได้แก่ ถิ่นกำเนิดมวกเหล็ก เขาใหญ่ ศรีสะเกษ และมหาสารคาม เท่ากับ 2.14, 1.96, 1.94 และ 0.95 ต้นต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ (Table 3)

Table 1 Average growth of 5 provenances of *Dalbergia cochinchinensis* Pierre.

Provenance	Diameter at breast height					Total height					Survival rate (%)	Total basal area (m^2 ha^{-1})
	Max (cm)	Min (cm)	Mean (cm)	SD	MAI (cm $year^{-1}$)	Max (m)	Min (m)	Mean (m)	SD	MAI (m $year^{-1}$)		
KH	35.50	11.20	21.89[b]	5.49	0.73	28.07	13.95	20.82[b]	3.27	0.69	49.33	12.33
MS	39.90	10.20	21.64[b]	5.95	0.72	30.13	13.18	20.61[b]	3.47	0.69	24.21	5.99
ML	39.80	10.60	21.08[b]	5.08	0.70	30.08	13.49	20.35[b]	2.99	0.68	58.93	13.60
SK	39.50	10.40	21.72[b]	5.67	0.72	29.95	13.34	20.67[b]	3.30	0.69	49.45	12.24
DL	38.90	10.40	23.40[a]	5.88	0.78	29.67	13.34	21.67[a]	3.43	0.72	60.60	17.32
Average	**38.72**	**10.56**	**21.95**	**5.61**	**0.74**	**29.58**	**13.46**	**20.82**	**3.29**	**0.70**	**48.50**	
significant			*					*				

Remark: ANOVA analysis, * when $P<0.05$

Table 2 Allometric equation for estimating aboveground biomass of *Dalbergia cochinchinensis* Pierre in different tree parts (number: 8 tree)

Tree parts	Allometric equation	R^2
Bark	$0.0065(DBH^2H)^{0.8839}$	0.9678
Sapwood	$0.0130(DBH^2H)^{1.0225}$	0.9816
Heartwood	$0.0000002(DBH^2H)^{2.0490}$	0.9510
Branch	$0.0002(DBH^2H)^{1.3932}$	0.9806
Leaf	$0.0028(DBH^2H)^{0.8304}$	0.9724

Table 3 Aboveground biomass of 5 provenances of *Dalbergia cochinchinensis* Pierre.

Provenance	Aboveground biomass (ton ha^{-1})						
	Stem	Bark	Sapwood	Heart-wood	Branch	Leaf	Total
KH	81.68	7.55	56.37	17.77^{bc}	30.29	1.96	113.93
MS	40.56	3.67	27.55	9.34^{ab}	15.08	0.95	56.59
ML	86.67	8.22	60.51	17.94^{c}	31.46	2.14	120.28
SK	82.04	7.49	56.05	18.49^{abc}	30.40	1.94	114.39
DL	124.63	10.82	82.75	31.07^{a}	47.36	2.78	174.78
Average	**83.12**	**7.55**	**56.65**	**18.92**	**30.90**	**1.96**	**115.99**
significant				*			

Remark: ANOVA analysis, * when $P<0.05$

3. ปริมาณแก่น และอัตราส่วนแก่นของไม้พะยูง 5 ถิ่นกำเนิด

ไม้พะยูงถิ่นกำเนิดดงลาน มีปริมาณแก่นมากที่สุด เท่ากับ 31.07 ตันต่อเฮกตาร์ รองลงมาได้แก่ ถิ่นกำเนิดศรีสะเกษ มวกเหล็ก เขาใหญ่ และมหาสารคาม เท่ากับ 18.48, 17.94. 17.77 และ 9.34 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ (Table 3) เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่า ปริมาณแก่นทั้ง 5 ถิ่นกำเนิด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P< 0.05$) และเมื่อพิจารณาแยกตามชั้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกดัง Table 4 พบว่า ปริมาณแก่นไม้พะยูงเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกที่เพิ่มขึ้น โดยไม้พะยูงที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก 21-25 เซนติเมตร มีปริมาณแก่นเฉลี่ย 38.39 กิโลกรัมต่อต้น คิดเป็นอัตราส่วนของแก่นต่อน้ำหนักมวลชีวภาพลำต้น 15.79 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาของ ชัชรินทร์ และพรเทพ (2558) ที่ประมาณอัตราส่วนของแก่นโดยสร้างสมการรีเกรสชั่นเส้นตรงจากความสัมพันธ์ของอัตราส่วนของแก่นกับเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก พบว่า ไม้พะยูงอายุ 26 ปี มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 24.55 เซนติเมตร มีอัตราส่วนของแก่นต่อลำต้น เท่ากับ 33.39 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่ามากกว่าการศึกษาครั้งนี้ ที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก 21-25 เซนติเมตร และเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ นวพงษ์ และพรเทพ (2558) ที่ศึกษาปริมาณแก่น โดยการเจาะลำต้น และวัดขนาดความยาวของส่วนเปลือก กระพี้ แก่น และประเมินอัตราส่วนของแก่นทั้งลำต้น พบว่า แก่นไม้พะยูงที่อายุ 27 ปี ที่สถานีวนวัฒนวิจัยหมูสี มีอัตราส่วนของแก่นสูงถึง 68 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าสูงมากกว่าการศึกษาครั้งนี้เป็นอย่างมาก ทั้งนี้อาจด้วยวิธีการศึกษาที่แตกต่างกัน ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการชั่งน้ำหนักของแก่นโดยตรง และหาค่ามวลชีวภาพเป็นการประมาณแก่น ตลอดจน

เรื่องของปัจจัยสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ สภาพภูมิอากาศ การจัดการ รวมถึงระยะปลูกที่ใช้ ส่งผลต่อการเติบโตของต้นไม้ได้เช่นกัน

Table 4 Heartwood biomass of 5 provenances of *Dalbergia cochinchinensis* Pierre.

Diameter at breast height (cm)	Biomass (kg tree^{-1})		Heartwood/Stem (%)
	Stem	Heartwood	
10-15	51.22	2.29	4.19
16-20	119.54	11.33	9.09
21-25	236.86	38.39	15.79
26-30	433.95	105.93	23.98
31-35	739.50	243.78	32.61
36-40	1,206.05	509.42	41.06

4. การกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของไม้พะยูง 5 ถิ่นกำเนิด

เมื่อนำส่วนที่เป็นเปลือก กระพี้ แก่น กิ่ง และใบ ของไม้พะยูงไปวิเคราะห์หาค่าความเข้มข้นคาร์บอนจากห้องปฏิบัติการ พบว่า แก่นมีความเข้มข้นคาร์บอนมากที่สุด เท่ากับ 52.74 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ใบ เท่ากับ 49.13 เปอร์เซ็นต์ กระพี้ เท่ากับ 47.37 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเปลือก และกิ่ง มีค่าใกล้เคียงกัน เท่ากับ 45.93 และ 45.87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 5)

Table 5 Carbon content of *Dalbergia cochinchinensis* Pierre in different parts.

Part of tree	Carbon content (%)
Bark	45.93
Sapwood	47.37
Heartwood	52.74
Branch	45.87
Leaf	49.13
Average	**48.21**

ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินทั้งหมดของไม้พะยูง 5 ถิ่นกำเนิด พบว่า ถิ่นกำเนิดดงลาน มีการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินมากที่สุด เท่ากับ 83.64 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ รองลงมาได้แก่ ถิ่นกำเนิดมวกเหล็ก ศรีสะเกษ เขาใหญ่ และมหาสารคาม เท่ากับ 57.39, 54.65, 54.39 และ 27.05 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ (Table 6) ซึ่งมีการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินน้อยกว่าการศึกษาของธิติ และเกรียงไกร (2556ข) อายุ 25 ปี ที่สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช ที่มีค่า 101.70 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ ทั้งนี้ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนมีความสัมพันธ์กับมวลชีวภาพ กล่าวคือ ในการวิเคราะห์หาปริมาณของคาร์บอนที่เก็บสะสมในแหล่งกักเก็บคาร์บอนแหล่งใดแหล่งหนึ่งของต้นไม้ ทำการวิเคราะห์จากค่ามวลชีวภาพและปริมาณความเข้มข้นของธาตุคาร์บอนที่สะสมอยู่ในเนื้อไม้ ซึ่งค่าความเข้มข้นของธาตุคาร์บอนที่สะสมในเนื้อไม้จะมีค่าสัมพันธ์โดยตรงกับมวลชีวภาพ (IPCC, 2006) ดังนั้นต้นไม้ที่มีการสะสมมวลชีวภาพมาก และมีประสิทธิภาพสูงในการกักเก็บคาร์บอน ย่อมส่งผลต่อปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในแต่ละส่วน จึงต้องมีการจัดการต้นไม้ให้มีการเติบโตที่ดี จะส่งผลต่อประสิทธิภาพในการกักเก็บคาร์บอนของไม้ในแต่ละพื้นที่ด้วย อย่างเช่นการศึกษา

ครั้งนี้ถิ่นกำเนิดดงลานมีปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินมาก จึงมีการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินมากที่สุด

เมื่อพิจารณาการกักเก็บคาร์บอนส่วนที่เป็นลำต้น กิ่ง และใบ ของไม้พะยูงทั้ง 5 ถิ่นกำเนิด พบว่า ถิ่นกำเนิดดงลาน มีการกักเก็บคาร์บอนส่วนที่เป็นลำต้นมากที่สุด เท่ากับ 60.55 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ รองลงมาได้แก่ ถิ่นกำเนิดมวกเหล็ก ศรีสะเกษ เขาใหญ่ และมหาสารคาม เท่ากับ 41.90, 39.75, 39.54 และ 19.66 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ สำหรับการกักเก็บคาร์บอนส่วนที่เป็นกิ่ง พบว่า ถิ่นกำเนิดดงลาน ยังคงมีการกักเก็บคาร์บอนมากที่สุด เท่ากับ 21.73 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ รองลงมาได้แก่ ถิ่นกำเนิดมวกเหล็ก ศรีสะเกษ เขาใหญ่ และมหาสารคาม เท่ากับ 14.43, 13.94, 13.89 และ 6.91 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ และการกักเก็บคาร์บอนส่วนที่เป็นใบ พบว่า ถิ่นกำเนิดดงลานมีค่ามากที่สุด เท่ากับ 1.37 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ รองลงมาได้แก่ ถิ่นกำเนิดมวกเหล็ก เขาใหญ่ ศรีสะเกษ และมหาสารคาม เท่ากับ 1.05, 0.96, 0.95 และ 0.47 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ (Table 6)

Table 6 Aboveground carbon stock of 5 provenances of *Dalbergia cochinchinensis* Pierre.

Provenance	Aboveground carbon storage (ton ha^{-1})						
	Stem	**Bark**	**Sapwood**	**Heartwood**	**Branch**	**Leaf**	**Total**
KH	39.54	3.47	26.70	9.37	13.89	0.96	54.39
MS	19.66	1.69	13.05	4.93	6.91	0.47	27.05
ML	41.90	3.77	28.66	9.46	14.43	1.05	57.39
SK	39.75	3.44	26.55	9.75	13.94	0.95	54.65
DL	60.55	4.97	39.20	16.38	21.73	1.37	83.64
Average	**40.28**	**3.47**	**26.83**	**9.98**	**14.18**	**0.96**	**55.42**

สรุป

ไม้พะยูง 5 ถิ่นกำเนิด ได้แก่ ถิ่นกำเนิดเขาใหญ่ มหาสารคาม มวกเหล็ก ศรีสะเกษ และดงลาน ที่ปลูกด้วยระยะปลูก 4×4 เมตร ที่สถานีวนวัฒนวิจัยหมูสี จังหวัดนครราชสีมา มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย เท่ากับ 21.89, 21.64, 21.08, 21.72 และ 23.40 เซนติเมตร ตามลำดับ คิดเป็นความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 0.73, 0.72, 0.70, 0.72 และ 0.78 เซนติเมตรต่อปี ตามลำดับ มีความสูงทั้งหมดเฉลี่ย เท่ากับ 20.82, 20.61, 20.35, 20.67 และ 21.67 เมตร ตามลำดับ และมีความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปี เท่ากับ 0.69, 0.69, 0.68, 0.69 และ 0.72 เมตรต่อปี ตามลำดับ โดยมีมวลชีวภาพเหนือพื้นดินเท่ากับ 113.93, 56.59, 120.28, 114.39 และ 174.78 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ มีการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินเท่ากับ 54.39, 27.05, 57.39, 54.65 และ 83.64 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ และไม้พะยูงทั้ง 5 ถิ่นกำเนิด มีปริมาณแก่น เท่ากับ 17.77, 9.34, 17.94, 18.49 และ 31.07 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ โดยมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเมื่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ถิ่นกำเนิดดงลานมีความเหมาะสมในการส่งเสริมการปลูกไม้พะยูง และหากมีการศึกษาเพิ่มเติม ควรเพิ่มจำนวนตัวอย่างแยกออกเป็นแต่ละถิ่นกำเนิด และศึกษาเพิ่มเติมในพื้นที่อื่นที่มีการปลูกไม้พะยูงด้วยถิ่นกำเนิดเดียวกัน

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ชัชรินทร์ เป็นบุญ และพรเทพ เหมือนพงษ์. 2558. ความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตและขนาดแก่นของไม้พะยูง อายุ 26 ปี ณ สถานีวนวัฒนวิจัยทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี, น. 145-153. *ใน* **การประชุมการป่าไม้ประจำปี พ.ศ. 2558 ป่าไม้ไทยใครกำหนด**. 22-26 เมษายน 2558. คณะวนศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชิงชัย วิริยะบัญชา. 2546. **คู่มือการประมาณมวลชีวภาพของหมู่ไม้**. ฝ่ายวนวัฒนวิจัยและพฤกษศาสตร์ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

ทศพร วัชรางกูร, จตุพร มังคลารัตน์, ประพาย แก่นนาค, สาโรจน์ วัฒนสุขสกุล, สมชาย นองเนือง และวิโรจน์ ครองกิจศิริ. 2553. **รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัย การคาดคะเนการเจริญเติบโตและผลผลิตของสวนป่าไม้เศรษฐกิจ ภายใต้แผนงานวิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์ไม้สวนป่าเชิงพาณิชย์และอุตสาหกรรม**. กลุ่มงานวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการ ป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

ธิติ วิสารัตน์ และเกรียงไกร โพธิงาม. 2556ก. การเปลี่ยนแปลงมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของสวนป่ากระถินณรงค์ กระถินเทพา ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส และพะยูง, น.164-178. *ใน* **ผลงานวิชาการป่าไม้ การประชุมการป่าไม้ประจำปี พ.ศ. 2556 “ผลผลิตและงานวิจัยป่าไม้ สู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน”**. 5-9 สิงหาคม 2556.กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

ธิติ วิสารัตน์ และเกรียงไกร โพธิงาม. 2556ข. การกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของสวนป่ากระถินณรงค์ กระถินเทพา ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส และพะยูง อายุ 25 ปี, น. 179-190. *ใน* **ผลงานวิชาการป่าไม้ การประชุมการป่าไม้ประจำปี พ.ศ. 2556 “ผลผลิตและงานวิจัยป่าไม้ สู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน”**. 5-9 สิงหาคม 2556. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

นวพงษ์ เกื้อสกุล และพรเทพ เหมือนพงษ์. 2558. ความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีและสมการเพื่อประเมินอัตราส่วนแก่นของไม้พะยูงในประเทศไทย, น. 150-154. *ใน* **รายงานการประชุมวิชาการเครือข่ายวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ประเทศไทย.** คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พงษ์ศักดิ์ สหุนาพุ. 2552. การประมาณมวลชีวภาพของพืชและของป่าไม้. **วารสารการจัดการป่าไม้** 3 (5): 63–88.

พรเทพ เหมือนพงษ์. 2559. ไม้พะยูง: จากเสาล้อมคอกวัวถึงพระราชวังต้องห้าม, น. 188-189. *ใน* **8 ทศวรรษ วนศาสตร์ ศาสตร์แห่งชีวิต**. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วิชาญ เอียดทอง, อรพรรณ จันทร์แก้ว, สุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ และกุศล ตั้งใจพิทักษ์. 2557. บันทึกถึงความผันแปรสีและลวดลายแก่นไม้พะยูง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. **วารสารการจัดการป่าไม้** 8 (15): 23-36.

สุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ. 2556. พะยูง: แนวทางการอนุรักษ์และจัดการทรัพยากรพันธุกรรม, น. 427-438. *ใน* **ผลงานวิชาการป่าไม้ การประชุมการป่าไม้ประจำปี พ.ศ. 2556 “ผลผลิตและงานวิจัยป่าไม้ สู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน”**. 5-9 สิงหาคม 2556. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

เสริมพงศ์ นวลงาม และจงรัก วัชรินทร์รัตน์. 2543. บทบาทของการปลูกสร้างสวนป่าต่อการกักเก็บคาร์บอนที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมการปลูกสร้างสวนป่า จังหวัดนครราชสีมา. **วารสารวนศาสตร์** 19 (21): 96-103.

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

IUCN. 2009. **IUCN red list of threatened species (version 2009.1)** IUCN. Available source: http://www.iucnreslist.org, August 14, 2009.

Satoo, T. and M. Senda. 1958. Meterials for the studies of growth in stand. IV. Amount of leaves and production of wood in young plantation of *Chameacyparis obtusa*. Bull. **Tokyo University.For.** 54: 7-100.