

นิพนธ์ต้นฉบับ

รูปแบบการเติบโตของพรรณไม้เด่นบางชนิดในป่าเต็งรังภายใต้การแปรผัน
ของสภาพภูมิอากาศ ในบริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา

**Growth Patterns of some Dominant Tree Species in Dry Dipterocarp Forest
under Climate Variability in Sakaerat Environmental Research Station,
Nakhon Ratchasima Province**

พิชิต ลำไย

ขวัญชัย ดวงสถาพร*

กฤษฎาพันธุ์ ผลากิจ

Pichit Lumyai

Kwanchai Duangsataporn*

Kritsadapan Palakit

คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok, 10900 Thailand

*Corresponding Author, Email: fforked@ku.ac.th

รับต้นฉบับ 1 สิงหาคม 2562

รับแก้ไข 17 กันยายน 2562

รับลงพิมพ์ 19 กันยายน 2562

ABSTRACT

This study aimed at investigating the growth patterns of some dominant tree species in a dry dipterocarp forest under climate variability. The study site was located at Sakaerat Environmental Research Station in the Nakhon Ratchasima province, with the growth patterns recorded every 2 months for a year by using the cambial marking technique. The correlation between the increment data and climate data was determined to explain the effect of climate variability on tree growth. The two major species found were *Shorea obtusa* Wall. Ex Blume and *S. siamensis* Miq., as indicated by the value of importance value index (IVI), were selected for a total of 30 trees which included dominant, codominant and suppressed crown covers (5 trees/canopy layer/species).

The results indicated that the annual growths of *S. obtusa* and *S. siamensis* were 3.304 ± 0.67 and 2.210 ± 0.49 mm, respectively, with quiescence in December 2014 until May 2015. There was active growth during the months between June and November 2015, with an insignificant difference in growth rates among the canopy layers. A study of the relationship between periodic tree growth and climate variability indicated that the total rainfall every 2 months induced growth in *S. obtusa* in the dominant, codominant and suppressed crown covers with an average growth of 89.6, 93.5, 77.9 and 88.9%, respectively. Climate variability was not significantly related to wood increments of *S. siamensis* in any of the canopy layers. When compared with the climate variability every 2 months of the previous period (t-1), the extreme minimum temperature was significantly

correlated with the wood increments of *S. obtusa* in dominant, codominant, suppressed covers with an average growth of 74.7, 70.0, 67.2 and 70.5%, respectively. Total rainfall measured every 2 months during the previous period also induced wood increments in *S. siamensis* in dominant, codominant, suppressed covers with an average growth of 68.0, 69.3, 67.2 and 68.6%, respectively.

Keywords: Tree growth, Tree growth measurement, Climate variability, Cambial marking technique

บทคัดย่อ

การศึกษารูปแบบการเติบโตของพรรณไม้เด่นบางชนิดในป่าเต็งรังภายใต้การแปรผันของสภาพภูมิอากาศในจังหวัดนครราชสีมา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบการเติบโตราย 2 เดือน ของพรรณไม้เด่นในป่าเต็งรัง บริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการทำเครื่องหมายบนแคมเบีย (cambial marking technique) มาศึกษาความเพิ่มพูนของเนื้อไม้ทางเส้นผ่านศูนย์กลาง นำไปสู่การหาความสัมพันธ์กับการแปรผันของสภาพภูมิอากาศ (Climate variability) ซึ่งสามารถอธิบายผลของการแปรผันสภาพภูมิอากาศต่อการเติบโตของต้นไม้ได้โดยละเอียดในระดับราย 2 เดือน โดยทำการคัดเลือกชนิดไม้หลักเพื่อใช้ในการศึกษาจากตารางชนิดพรรณไม้เด่น โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสำคัญของพรรณไม้ (importance value index, IVI) ที่มีการศึกษาวิจัยในพื้นที่ป่าเต็งรัง บริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช ซึ่งคัดเลือกจำนวน 2 ชนิด คือ เต็ง (*Shorea obtusa* Wall. Ex Blume) และรัง (*S. siamensis* Miq) ทำการคัดเลือกต้นไม้ตัวอย่างในเรือนยอดชั้นบนสุด (dominant) ชั้นรอง (codominant) และชั้นถูกปกคลุม (suppressed) ชนิดละ 5 ต้นต่อชั้นเรือนยอด รวมต้นไม้ตัวอย่างทั้งสิ้นจำนวน 30 ต้น

ผลการศึกษาพบว่า เต็ง และรัง มีการเติบโตเฉลี่ยเท่ากับ 3.304 ± 0.67 และ 2.210 ± 0.49 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ โดยในช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558 มีอัตราการเติบโตหยุดนิ่ง และมีอัตราการเติบโตเพิ่มขึ้นในช่วงเดือนมิถุนายน ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558 ส่วนการศึกษาความแตกต่างการเติบโตระหว่างชั้นเรือนยอด พบว่าการเติบโตไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสองชนิด ในส่วนการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตของพรรณไม้ทั้งสองชนิดกับการแปรผันของสภาพภูมิอากาศ พบว่า ปริมาณน้ำฝนรวมรายสองเดือนมีอิทธิพลต่อการเติบโตของต้นไม้ทั้งสองชนิดกับการแปรผันของสภาพภูมิอากาศ พบว่า ปริมาณน้ำฝนรวมรายสองเดือนมีอิทธิพลต่อการเติบโตของต้นไม้ทั้งสามชั้นเรือนยอด ในชั้นเรือนยอดถูกปกคลุม เรือนยอดรอง เรือนยอดเด่น และค่าเฉลี่ยการเติบโตรายสองเดือน ร้อยละ 89.6, 93.5, 77.9 และ 88.9 ตามลำดับ ส่วนค้นพบว่า ปัจจัยด้านภูมิอากาศไม่มีอิทธิพลต่อการเติบโตของใน 3 ชั้นเรือนยอด อย่างไรก็ตาม พบว่า สภาพภูมิอากาศในช่วงเดือนก่อนทำการวัดการเติบโต 2 เดือน ($t-1$) ค่าอุณหภูมิต่ำสุดรายวันมีอิทธิพลต่อการเติบโตของทั้งสองชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้นเต็ง ในชั้นเรือนยอดเด่น ร้อยละ 74.7 รองลงมาได้แก่ ค่าเฉลี่ยการเติบโตรายสองเดือน ต้นเต็งในชั้นเรือนยอดถูกปกคลุม และเรือนยอดรอง ร้อยละ 70.5, 70.0 และ 67.2 ตามลำดับ ส่วนค้นพบว่า ปริมาณน้ำฝนรวมรายสองเดือนมีอิทธิพลต่อการเติบโตในชั้นเรือนยอดรอง มากที่สุด ร้อยละ 69.3 รองลงมาได้แก่ ค่าเฉลี่ยการเติบโตรายสองเดือน ต้นรังในชั้นเรือนยอดเด่น และเรือนยอดถูกปกคลุม ร้อยละ 68.6, 68, และ 67.2 ตามลำดับ

คำสำคัญ: การเติบโตของต้นไม้ การวัดการเติบโตของต้นไม้ การแปรผันของสภาพภูมิอากาศ เทคนิคการสร้างเครื่องหมายบนแคมเบีย

คำนำ

ผลของการแปรผันของภูมิอากาศทำให้เกิดผลกระทบหลายประการต่อสิ่งมีชีวิตทั้งมนุษย์และทรัพยากรธรรมชาติ โดยเฉพาะทรัพยากรป่าไม้ ซึ่งเป็นทรัพยากรสำคัญที่อำนวยประโยชน์ต่อมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม อีกทั้งยังเป็นแหล่งกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็นสาเหตุหลักต่อการเกิดสภาวะโลกร้อนอีกด้วย เนื่องจากปัจจัยด้านภูมิอากาศ มีการเปลี่ยนแปลงและมีการแปรผันสูง จึงเป็นปัจจัยหนึ่งในปัจจัยแวดล้อมที่มีความสำคัญต่อการเติบโตและการกระจายตัวของต้นไม้ โดยในเบื้องต้นควรมีการศึกษาผลของปัจจัยด้านภูมิอากาศต่อการเติบโตของต้นไม้ ซึ่งเป็นตัวชี้วัดที่สำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพป่าไม้ (Sikareepaisarn, 2015; Lumyai and Duangsathaporn, 2017a, 2017b)

การเติบโตของต้นไม้มีการศึกษาอย่างต่อเนื่องในปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตศูนย์สูตรในบางประเทศ พบว่า ต้นไม้ในบางพื้นที่มีการปรับตัวให้อัตราการเติบโตเพิ่มสูงขึ้นกว่าในอดีต (Laurance *et al.*, 2004; Lewis *et al.*, 2004) ในขณะที่บางพื้นที่มีอัตราการเติบโตที่ลดลง (Clark *et al.*, 2003) แต่สำหรับการศึกษาในประเทศไทย พบว่า การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตของต้นไม้กับสภาพภูมิอากาศในเชิงลึกเพื่อใช้เป็นข้อมูลตัดสินใจในการจัดการทรัพยากรป่าไม้อย่างยั่งยืน และส่วนใหญ่เป็นการศึกษาเฉพาะรูปแบบการเติบโตของต้นไม้ที่มีวงปี (annual ring) ชัดเจน เช่น ไม้สัก (*Tectona grandis*) และไม้สน (*Pinus spp.*) เพื่อหาความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศรายปีเท่านั้น (Pumijumngong *et al.*, 1995; Buckley *et al.*, 1995, 2001, 2007a, 2007b; D' Arrigo *et al.*, 1997; Duangsathaporn, 2000; Pumijumngong and Wanyaphet, 2006; Palakit *et al.*, 2012, 2015a, 2015b, 2018; Buajan *et al.*, 2016; Muangsong *et al.*, 2016; Sangram *et al.*, 2016; Auykim *et al.*, 2017; Lumyai and Duangsathaporn, 2017a, 2017b) ซึ่งยังไม่

ครอบคลุมถึงการศึกษาการเติบโตของต้นไม้รายเดือนหรือรายฤดูกาลที่ได้รับผลกระทบจากการแปรผันของสภาพภูมิอากาศที่มีแนวโน้มทวีความรุนแรงขึ้นจากปัญหาและข้อจำกัดของการวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น การวิจัยนี้จึงมีความมุ่งหมายศึกษารูปแบบการเติบโตรายเดือนและรายฤดูกาลของพรรณไม้เด่นในพื้นที่ป่าเต็งรัง บริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งสังคมพืชป่าเต็งรังบริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราชมีความสำคัญทั้งทางด้านนิเวศวิทยา เศรษฐกิจและความเป็นอยู่ของประชากรประกอบไปด้วยพรรณไม้ที่มีคุณค่าหลายชนิด ในทางนิเวศนั้นชนิดพรรณไม้จะมีการเปลี่ยนแปลงต่อเนื่องกันไปตามการเติบโต (Chalaem, 1997) ดังนั้นการจัดการและฟื้นฟูทรัพยากรป่าไม้ภายใต้การแปรผันของสภาพภูมิอากาศในปัจจุบัน จำเป็นต้องทราบขีดความสามารถของป่าไม้ในด้านการเติบโตและการให้ผลผลิตจากป่าเพื่อรักษาไว้ซึ่งโครงสร้างและหน้าที่ของระบบนิเวศป่าไม้อย่างยั่งยืน (Montagnini and Jordan, 2005) โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการสร้างเครื่องหมายบนชั้นแคมเบียม (cambial wounding) (Nobuchi *et al.*, 1995; Veenin *et al.*, 2006; Palakit, 2013) มาศึกษาการเพิ่มพูนของเนื้อไม้ทางเส้นผ่านศูนย์กลาง และนำข้อมูลที่ได้มาหาความสัมพันธ์กับการแปรผันของสภาพภูมิอากาศ (climate variability) ซึ่งสามารถอธิบายผลของการแปรผันของสภาพภูมิอากาศต่อการเติบโตของต้นไม้ได้อย่างละเอียดในระดับรายเดือนและรายฤดูกาล

อุปกรณ์และวิธีการ

การคัดเลือกชนิดพรรณไม้เด่นในพื้นที่ป่าเต็งรังบริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช

ทำการคัดเลือกชนิดพรรณไม้เด่น (dominant tree species) จากตารางค่าดัชนีความสำคัญของไม้ (Importance Value Index: IVD) ที่ได้มีการศึกษาในพื้นที่คือพื้นที่สังคมพืชป่าเต็งรัง บริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช ตำบลอุดมทรัพย์ อำเภอด่านช้าง จังหวัด

นครราชสีมา (Sampanpanish, 2000) โดยคัดเลือกชนิดไม้เด่นที่สำคัญจำนวน 2 ชนิด คือ เต็ง (*Shorea obtusa*) และรัง (*Shorea siamensis*) โดยมีหลักในการคัดเลือกต้นไม้ตัวอย่าง คือ เป็นต้นไม้ตัวอย่างในเรือนยอดชั้นบนสุด (dominant) ชั้นรอง (codominant) และชั้นถูกปกคลุม (suppressed) จำนวนชนิดละ 5 ต้นต่อชั้นเรือนยอด มีเรือนยอดที่สมบูรณ์ หรือไม่บิดเบี้ยวมากนัก มีลำต้นที่เปล่าตรงไม่มีร่องรอยการผุพัง หรือร่องรอยของการเกิดโรคต่างๆ หลังจากนั้นบันทึกข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่สำรวจ เช่น ข้อมูลด้านภูมิอากาศจากสถานีตรวจวัดอากาศ 5 สถานี ในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา ประกอบไปด้วย ปริมาณน้ำฝนรวมราย 2 เดือน (total rainfall in each 2 month: RF) อุณหภูมิสูงสุด (extreme maximum temperature: EMxT) และต่ำสุดรายวัน (extreme minimum temperature: EMnT) อุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน (average temperature: AvgT) อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายวัน (average maximum temperature: AMxT) และต่ำสุดเฉลี่ยรายวัน (average minimum temperature: AMnT) และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายวัน (average Humidity: AvgH) ระหว่างเดือนตุลาคม 2557 ถึง เดือนพฤศจิกายน 2558 ความลาดชันและทิศด้านลาด โดยใช้ Suunto PM-5 วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกโดยใช้เครื่องมือเทปวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และความสูงทั้งหมดของต้นไม้โดยใช้เครื่องมือวัดความสูงของต้นไม้แบบ Vertex (IV) Hypsometer

การสร้างเครื่องหมายบนแคมเปียมและการเก็บตัวอย่างชิ้นไม้

การสร้างเครื่องหมายบนแคมเปียมเพื่อวัตถุประสงค์ในการทำสัญลักษณ์ระบุขอบเขตการเพิ่มพูนของเนื้อไม้ทางด้านเส้นผ่านศูนย์กลางและนำไปใช้วัดการเติบโตภายใต้เปลือกแบบรายเดือนและรายฤดูกาล โดยใช้หลักเกณฑ์ที่มีความหนา 1 มิลลิเมตร และกว้าง 5 มิลลิเมตร ตอกผ่านเปลือกไม้ที่ระดับความสูง 130 ซม. จนถึงชั้นแคมเปียมทุก ๆ เดือน รวมไม่น้อยกว่า 1 ปี เพื่อให้ทราบรูปแบบการเติบโตทางด้านเส้น

ผ่านศูนย์กลางของต้นไม้ในระยะเวลา 1 ปี โดยมีระยะห่างระหว่างแผล 2 เซนติเมตร ในแต่ละเดือน เริ่มทำการวัดการเติบโตตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2557 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2558 เมื่อครบกำหนดระยะเวลาให้นำชิ้นไม้ตัวอย่างที่สร้างเครื่องหมายบนชั้นแคมเปียมไว้ ออกจากลำต้นด้วยสิ่วและเลื่อยมือ โดยไม่ตัดพื้นต้นไม้ ทำให้ต้นไม้สามารถเติบโตต่อไปได้ และทำการตัดแต่งเครื่องหมายที่เกิดจากการนำชิ้นตัวอย่างไม้ออกจากลำต้นให้เรียบเพื่อให้ต้นไม้สามารถฟื้นฟูและพัฒนาเนื้อเยื่อเคลือบชั้นมาซ่อมแซมเครื่องหมายได้อย่างรวดเร็ว จากนั้นนำตัวอย่างชิ้นไม้แช่ไว้ใน formalin-aceto-alcohol (FAA) ความเข้มข้นร้อยละ 50 เพื่อป้องกันเชื้อราและแบคทีเรียทำลายเนื้อไม้ก่อนการนำไปวิเคราะห์ต่อในห้องปฏิบัติการรุกขกาลวิทยาเขตร้อน (Laboratory of Tropical Dendrochronology, LTD) คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การเตรียมชิ้นไม้ตัวอย่างสำหรับวัดการเติบโตภายใต้เปลือก

นำชิ้นไม้ตัวอย่างที่แช่ไว้ใน FAA เข้มข้นร้อยละ 50 มาล้างทำความสะอาดและแช่ไว้ในน้ำเพื่อป้องกันการหดตัว จากนั้นนำตัวอย่างชิ้นไม้มาซับน้ำและขัดด้วยเครื่องขัดกระดาษทรายทันที เพื่อช่วยให้เห็นขอบเขตการสร้างเครื่องหมายแต่ละเดือนในเนื้อไม้และให้ดำเนินการเปลี่ยนเบอร์กระดาษทรายจากหยาบไปละเอียดจนเห็นเครื่องหมายและเนื้อไม้ทางด้านตัดขวางอย่างชัดเจน จากนั้นนำตัวอย่างชิ้นไม้แช่ไว้ใน FAA เข้มข้นร้อยละ 50 เพื่อป้องกันเชื้อราและแบคทีเรียทำลายเนื้อไม้ก่อนการวัดการเติบโตภายใต้เปลือกแบบรายเดือนจากขอบเขตของเครื่องหมายบนแคมเปียม

การวัดการเติบโตภายใต้เปลือกแบบรายเดือนจากขอบเขตของเครื่องหมายบนแคมเปียม

วัดความเพิ่มพูนของเนื้อไม้ทางด้านเส้นผ่านศูนย์กลางโดยใช้เครื่องมือวัดความกว้างวงปีไม้ชนิด Velmex ที่มีความละเอียดเท่ากับ 0.001 มิลลิเมตร ร่วมกับกล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยาย 4X–40X และแสดงผล

การวัดที่คอมพิวเตอร์ด้วยการนำเข้าข้อมูลการวัดด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ J2X หลังจากนั้นวิเคราะห์รูปแบบการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางภายใต้เปลือกของไม้ชนิดหลักแบบรายสองเดือน โดยนำค่าความเพิ่มพูนรายเดือนและรายฤดูกาลที่ได้จากการวัดความกว้างวงปีไม้ด้วยเครื่องมือชนิด Velmex มาสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์กับเวลาที่เติบโตในรอบ 1 ปี จากนั้นพิจารณาเส้นโค้งการเติบโต (growth curve) เพื่ออธิบายรูปแบบการเติบโตและช่วงเวลาที่ต้นไม้มีการเติบโต (growth period) หรืออยู่ในระยะพักตัว (dormancy)

การวิเคราะห์การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตของไม้ชนิดหลักกับการแปรผันของสภาพภูมิอากาศ

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตของพรรณไม้แต่ละชนิดทั้งสองชนิดกับการแปรผันของสภาพภูมิอากาศ โดยการนำค่าการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางของไม้แต่ละชนิดมาหารูปแบบความสัมพันธ์กับข้อมูลภูมิอากาศรายเดือนและรายฤดูกาล ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนรวม อุณหภูมิเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์สมการการถดถอย (regression analysis) โดยค่าสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ ค่าสหสัมพันธ์อย่างง่าย ค่าการถดถอยพหุคูณและการเลือกตัวแปรแบบสเต็ปไวส์

ผลและวิจารณ์

การคัดเลือกชนิดไม้ตัวอย่างและตัวอย่างไม้ยืนต้น

ทำการคัดเลือกชนิดไม้หลักในป่าเต็งรังจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ ต้นเต็ง และ ต้นรัง โดยทำการคัดเลือกชนิดพันธุ์จากตารางดัชนีความสำคัญของพรรณไม้ (importance value index, IVI) ที่ได้มีการศึกษาวิจัยในพื้นที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช (Sampanpanish, 2000) การคัดเลือกต้นไม้ตัวอย่างทั้งสองชนิดพรรณ คือ เต็ง และรัง ในเรือนยอดชั้นบนสุด (dominant) ชั้นรอง

(codominant) และชั้นถูกปกคลุม (suppressed) โดยคัดเลือกต้นไม้ที่มีการแข่งขันหรือได้รับอิทธิพลจากต้นไม้รอบข้างน้อย โดยพยายามเลือกต้นเดี่ยว ๆ ที่กระจายมาจากหมู่ไม้มีลักษณะลำต้นเปลาตรง มีพุ่มหรือความผิดปกติน้อย จำนวนชนิดพรรณละ 5 ต้นต่อชั้นเรือนยอด รวมต้นไม้ตัวอย่างทั้งสิ้นจำนวน 30 ต้นจากการคัดเลือกไม้ตัวอย่าง พบเต็งในชั้นเรือนยอดเด่นมีความสูง $19.1 - 20.8 \pm 0.71$ เมตร และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก $28.9 - 46.1 \pm 6.03$ เซนติเมตร ชั้นเรือนยอดรองมีความสูง $14.0 - 18.8 \pm 1.79$ เมตร และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก $16.0 - 32.5 \pm 5.77$ เซนติเมตร และชั้นเรือนยอดถูกปกคลุม มีความสูง $8.8 - 13.5 \pm 1.72$ เมตร และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก $10.3 - 14.1 \pm 1.68$ เซนติเมตร ส่วน รัง มีความสูงในชั้นเรือนยอดเด่น $20.0 - 23.2 \pm 1.10$ เมตร และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก $30.1 - 40.1 \pm 3.87$ เซนติเมตร ชั้นเรือนยอดรองมีความสูง $17.0 - 19.5 \pm 1.07$ เมตร และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก $25.8 - 35.4 \pm 3.48$ เซนติเมตร และชั้นเรือนยอดถูกปกคลุม มีความสูง $10.7 - 15.6 \pm 1.87$ เมตร และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก $19.8 - 30.0 \pm 3.89$ เซนติเมตร

การวัดความเพิ่มพูนของเนื้อไม้ภายใต้เปลือกเฉลี่ยรายสองเดือน โดยเทคนิคการสร้างเครื่องหมายบนแคมเบียม

จากข้อมูลการวัดการเติบโตภายใต้เปลือกกรวยสองเดือนของ เต็ง และรัง ได้เริ่มทำการวัดการเติบโตตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2557 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2558 โดยใช้เทคนิคการสร้างเครื่องหมายบนแคมเบียม มีผลการดำเนินงานดังต่อไปนี้

1. การเติบโตภายใต้เปลือกของเต็ง

จากการทำการวัดการเติบโตของต้นเต็งทุก 2 เดือน เป็นระยะเวลา 1 ปี พบว่าการเติบโตเฉลี่ยรายปีของต้นเต็งมีค่าเท่ากับ 3.304 ± 0.67 มิลลิเมตรต่อปี ส่วนการเติบโตเฉลี่ยรายปีของต้นเต็งในชั้นเรือนยอดถูก

ปกคลุม เรือนยอดตรง และเรือนยอดเด่น มีค่าเท่ากับ 2.843, 4.772 และ 2.297 มิลลิเมตรต่อปี และพบว่า การเติบโตรายสองเดือนของต้นตั้งในช่วงเดือนธันวาคม 2557 ถึงช่วงเดือน พฤษภาคม 2558 การเติบโตของต้นตั้งหยุดนิ่ง และพบการเติบโตของต้นตั้งเพิ่มขึ้นในช่วงเดือนมิถุนายนถึงกรกฎาคม 2558 ช่วงเดือนสิงหาคม ถึงเดือนกันยายน 2558 และช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนพฤศจิกายน 2558 มีค่าเฉลี่ยการเติบโตเท่ากับ 0.709, 1.593 และ 1.001 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนการเติบโตรายสองเดือนของต้นตั้งในเรือนยอดถูกปกคลุม เรือนยอดตรง และเรือนยอดเด่น พบว่ามีรูปแบบการเติบโตที่คล้ายคลึงกันทั้ง 3 เรือนยอด โดยพบว่าการเติบโตเฉลี่ยรายสองเดือนของต้นตั้งในชั้นเรือนยอดตรงมีค่าการเติบโตสูงสุดในช่วงเดือนสิงหาคม ถึงเดือนกันยายน 2558 มีค่าเท่ากับ 2.423 มิลลิเมตร (Figure 1)

2. การเติบโตภายใต้เปลือกของรัง

จากการทำการวัดการเติบโตของต้นรังทุก 2 เดือน ในระยะเวลา 1 ปี พบว่าการเติบโตเฉลี่ยรายปีของ

ต้นรังมีค่าเท่ากับ 2.210 ± 0.49 มิลลิเมตรต่อปี ส่วนการเติบโตเฉลี่ยรายปีของต้นรังในเรือนยอดถูกปกคลุม เรือนยอดตรง และเรือนยอดเด่น มีค่าเท่ากับ 1.926, 2.685 และ 2.019 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ และพบว่า การเติบโตรายสองเดือนของต้นรังในช่วงเดือนธันวาคม 2557 ถึงช่วงเดือน พฤษภาคม 2558 การเติบโตของต้นรังหยุดนิ่ง และพบการเติบโตของต้นรังเพิ่มขึ้นในช่วงเดือนมิถุนายนถึงกรกฎาคม 2558 ในช่วงเดือนสิงหาคม ถึงเดือนกันยายน 2558 และช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนพฤศจิกายน 2558 มีค่าเฉลี่ยการเติบโตเท่ากับ 0.232, 0.910 และ 1.068 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนการเติบโตเฉลี่ยรายสองเดือนของต้นรังในเรือนยอดถูกปกคลุม เรือนยอดตรง และเรือนยอดเด่น พบว่า มีรูปแบบการเติบโตที่คล้ายคลึงกันทั้ง 3 ชั้นเรือนยอด โดยพบว่าการเติบโตเฉลี่ยรายสองเดือนของต้นรังในชั้นเรือนยอดตรงมีค่าการเติบโตสูงสุดในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนพฤศจิกายน 2558 มีค่าเท่ากับ 1.270 มิลลิเมตร (Figure 2)

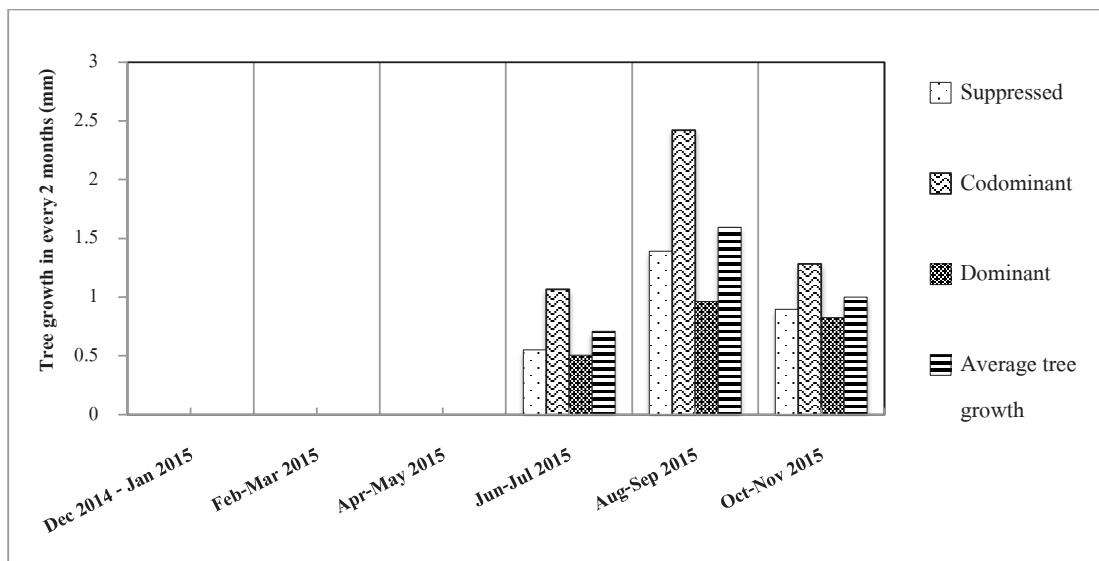


Figure 1 Tree growth in *S. obtusa* measured every 2 months of using the cambial marking technique.

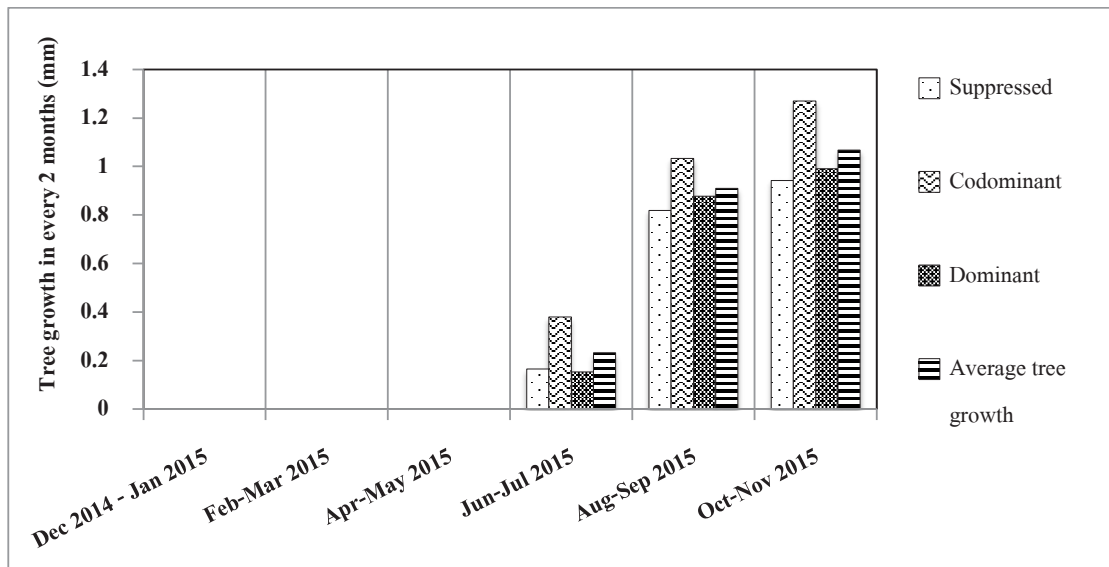


Figure 2 Tree growth in *S. siamensis* measured every 2 months using the cambial marking technique.

ลักษณะการเติบโตของไม้ทั้งสองชนิดสอดคล้องกับการศึกษาของ Palakit (2013) และ Sikareepaisarn (2015) ที่ได้ทำการศึกษการเติบโตของต้นไม้ในป่าดิบแล้งและป่าผสมผลัดใบ พบว่าการเติบโตของต้นไม้มีความเพิ่มพูนในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคมและเพิ่มสูงขึ้นในช่วงเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม และมีความเพิ่มพูนต่ำในเดือนธันวาคมถึงเมษายน และการศึกษาของ Wanichakorn (2006) ที่ได้ทำการศึกษากิจกรรมของแคมเบียมและการเกิดเนื้อไม้ของต้นยูคาลิปตัสตามฤดูกาลในพื้นที่ที่แตกต่างกัน ซึ่งพบว่าการเติบโตของยูคาลิปตัสมีความเพิ่มพูนสูงในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนมกราคม และเมษายนถึงกันยายน ในช่วงมกราคมถึงเมษายนมีความเพิ่มพูนต่ำเนื่องด้วยช่วงที่มีความเพิ่มพูนต่ำอยู่ในช่วงของฤดูแล้งจึงส่งผลให้การสร้างเนื้อไม้ลดลง การที่เต็งและรังเป็นไม้เด่นในสังคมพืชป่าเต็งรังที่มีการพักตัวในช่วงฤดูแล้งและมีการผลัดใบในช่วงเวลาดังกล่าวจึงทำให้การเติบโตของต้นไม้ในช่วงเวลาดังกล่าวจะชะงักงัน สอดคล้องกับการศึกษาการเติบโตของต้นไม้ในบริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช ซึ่งมีการชะงักการเติบโตในช่วงเวลาผลัดใบในช่วง

ฤดูแล้ง (Palakit *et al.*, 2018)

การวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบรูปแบบการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางภายใต้เปลือกระหว่างชั้นเรือนยอด

จากการวัดการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางภายใต้เปลือกกราย 2 เดือน ของต้นเต็งและต้นรัง โดยการใช้เทคนิคการสร้างเครื่องหมายบนแคมเบียม ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2557 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2558 นำมาวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบรูปแบบการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางแบบภายใต้เปลือกระหว่างชั้นเรือนยอด พบว่าการเติบโตระหว่างชั้นเรือนยอดของต้นเต็งและต้นรังไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดัง Table 1 และ Table 2 ตามลำดับ โดยในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนพฤษภาคม พบว่าไม่มีอัตราการเติบโต โดยเต็งและรังจะเริ่มมีการเติบโตในช่วงเดือนมิถุนายนถึงพฤศจิกายน โดยเต็งจะมีแนวโน้มอัตราการเติบโตเพิ่มขึ้นในเดือนมิถุนายนไปจนถึงเดือนกันยายนและอัตราการเติบโตจะชะงักลงในช่วงเดือนพฤศจิกายน ส่วนรังจะมีแนวโน้มอัตราการเติบโตเพิ่มขึ้นในเดือนมิถุนายนต่อเนื่องไปจนถึงเดือนพฤศจิกายน

Table 1 Results from ANOVA analysis used to test the hypotheses about the differences in the growth of *S. obtusa* among the canopy layers.

Month		Sum of Squares	df	Mean Square	F	P-value
Dec 2014 - Jan 2015	Between Groups	0	2	0	.	.
	Within Groups	0	12	0		
	Total	0	14			
Feb-Mar 2015	Between Groups	0	2	0	.	.
	Within Groups	0	12	0		
	Total	0	14			
Apr-May 2015	Between Groups	0	2	0	.	.
	Within Groups	0	12	0		
	Total	0	14			
Jun-Jul 2015	Between Groups	0.967	2	0.483	2.009	0.177
	Within Groups	2.887	12	0.241		
	Total	3.854	14			
Aug-Sep 2015	Between Groups	5.626	2	2.813	3.302	0.072
	Within Groups	10.223	12	0.852		
	Total	15.849	14			
Oct-Nov 2015	Between Groups	0.6	2	0.3	1.479	0.267
	Within Groups	2.434	12	0.203		
	Total	3.034	14			

Table 2 Results from ANOVA analysis used to test the hypotheses about the differences in the growth of *S. siamensis* growth among the canopy layers.

Month		Sum of Squares	df	Mean Square	F	P-value
Dec 2014 - Jan 2015	Between Groups	0	2	0	.	.
	Within Groups	0	12	0		
	Total	0	14			
Feb-Mar 2015	Between Groups	0	2	0	.	.
	Within Groups	0	12	0		
	Total	0	14			
Apr-May 2015	Between Groups	0	2	0	.	.
	Within Groups	0	12	0		
	Total	0	14			
Jun-Jul 2015	Between Groups	0.165	2	0.082	0.791	0.476
	Within Groups	1.252	12	0.104		
	Total	1.417	14			
Aug-Sep 2015	Between Groups	0.123	2	0.062	0.075	0.928
	Within Groups	9.817	12	0.818		
	Total	9.94	14			
Oct-Nov 2015	Between Groups	0.314	2	0.157	0.335	0.722
	Within Groups	5.626	12	0.469		
	Total	5.94	14			

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตของไม้ชนิดหลักกับการแปรผันของสภาพภูมิอากาศ

การวิเคราะห์ผลของปัจจัยด้านภูมิอากาศต่อการเติบโตต้นเต็งและต้นรังใช้ข้อมูลการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางภายใต้เปลือกเฉลี่ยราย 2 เดือน ที่ได้จาก การวัดการเติบโตโดยใช้เทคนิคการสร้างเครื่องหมายบนแคมเบียม และข้อมูลภูมิอากาศที่เก็บรวบรวมจากสถานีตรวจวัดอากาศในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนรวมราย 2 เดือน (total rainfall in each 2 month: RF) อุณหภูมิสูงสุด (extreme maximum temperature: EMxT) และต่ำสุดรายวัน (extreme minimum temperature: EMnT) อุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน (average temperature: AvgT) อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายวัน (average maximum temperature:

AMxT) และต่ำสุดเฉลี่ยรายวัน (average minimum temperature: AMnT) และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายวัน (average humidity: AvgH) ระหว่างเดือนตุลาคม 2557 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2558 โดยใช้ข้อมูลปัจจัยด้านภูมิอากาศในช่วงเดือนที่วัดการเติบโต (t) และช่วงเดือนก่อนทำการวัดการเติบโต 2 เดือน (t-1)

1. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านภูมิอากาศในช่วงเดือนที่วัดการเติบโต (t) ต่อการเติบโตภายใต้เปลือก

จากข้อมูลการเติบโตภายใต้เปลือกทั้งสองเดือนของต้นเต็งและต้นรัง ทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตภายใต้เปลือกกับข้อมูลภูมิอากาศในช่วงเดือนที่ทำการวัดการเติบโต (t) ด้วยการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ พบว่า การเติบโตเฉลี่ยภายใต้

เปลือกทรายสองเดือนของต้นเต็งในชั้นเรือนยอดถูกปกคลุม เรือนยอดครอง และค่าเฉลี่ยการเติบโตทรายสองเดือน มีความสัมพันธ์ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$) กับ ปริมาณน้ำฝนรวมรายสองเดือนในช่วงเดือนที่ทำการวัด การเติบโต (t) มีค่าเท่ากับ 0.946, 0.967 และ 0.948 ตาม ลำดับ และพบว่า การเติบโตเฉลี่ยภายใต้เปลือกทรายสอง เดือนของต้นเต็งในชั้นเรือนยอดเด่นมีความสัมพันธ์

ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) กับปริมาณน้ำฝนรวม รายสองเดือนในช่วงเดือนที่ทำการวัดการเติบโต (t) มีค่า เท่ากับ 0.882 ดังใน Table 3 ส่วนต้นรัง พบว่าการเติบโต เฉลี่ยภายใต้เปลือกทรายสองเดือนในชั้นเรือนยอดต่าง ๆ ไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติกับปัจจัยด้านภูมิอากาศใน ช่วงเดือนที่วัดการเติบโต (t) ดัง Table 3

Table 3 Correlation between the tree growth of *S. obtusa* and *S. siamensis* and climate variability measured every 2 months in all the crown covers.

Species	Crown Covers	Correlations between tree growth and climate variability every 2 months (t)						
		EMxT	EMnT	AvgT	AMxT	AMnT	AvgH	RF
<i>S. obtusa</i>	Suppressed	-0.452	0.67	0.081	-0.162	0.323	0.726	0.946**
	Codominant	-0.416	0.696	0.127	-0.11	0.357	0.779	0.967**
	Dominant	-0.457	0.686	0.071	-0.183	0.325	0.604	0.882*
	Average tree growth	-0.438	0.691	0.102	-0.142	0.342	0.73	0.948**
<i>S. siamensis</i>	Suppressed	-0.519	0.499	-0.082	-0.318	0.165	0.462	0.765
	Codominant	-0.503	0.553	-0.048	-0.293	0.206	0.431	0.757
	Dominant	-0.521	0.491	-0.086	-0.321	0.160	0.471	0.769
	Average tree growth	-0.514	0.518	-0.07	-0.31	0.180	0.454	0.765

Remarks: * significant at 5% level, ** significant at 1% level

2. การวิเคราะห์หัตถิพลของปัจจัยด้านภูมิ อากาศในช่วงเดือนที่วัดการเติบโต (t) ต่อการเติบโต ภายใต้เปลือก

จากข้อมูลการเติบโตภายใต้เปลือกทรายสอง เดือนของต้นเต็งและต้นรัง ทำการวิเคราะห์หัตถิพล ข้อมูลภูมิอากาศในช่วงเดือนที่ทำการวัดการเติบโต (t) ต่อการเติบโตภายใต้เปลือก ด้วยการวิเคราะห์ค่าการ ถดถอยพหุคูณ และการเลือกตัวแปรแบบสเต็ปไวส์ เพื่อทำการวิเคราะห์หัตถิพลเชิงซ้อนระหว่างข้อมูลภูมิ อากาศกับการเติบโตของต้นไม้ พบว่าการเติบโตเฉลี่ย

ภายใต้เปลือกทรายสองเดือนของต้นเต็งในชั้นเรือนยอด ถูกปกคลุม เรือนยอดครอง เรือนยอดเด่น และค่าเฉลี่ย การเติบโตทรายสองเดือนมีหัตถิพลจากปริมาณน้ำฝน รวมรายสองเดือนในช่วงเดือนที่ทำการวัดการเติบโต (t) เท่ากับร้อยละ 89.6, 93.5, 77.9 และ 89.9 ตามลำดับ ส่วนต้นรัง พบว่า การเติบโตเฉลี่ยภายใต้เปลือกทราย สองเดือนในชั้นเรือนยอดต่าง ๆ ไม่มีหัตถิพลจากกับ ปัจจัยด้านภูมิอากาศในช่วงเดือนที่วัดการเติบโต (t) ดังแสดงใน Table 4

Table 4 Relationship between tree growth of *S. obtusa* and *S. siamensis* and climate variability every 2 months in all the crown covers.

Species	Crown Covers	Climatic Data	R Square	SE	F	P-value
<i>S. obtusa</i>	Suppressed	Total rainfall in each 2 month	0.896	0.211	34.381	0.004**
	Codominant	Total rainfall in each 2 month	0.935	0.281	57.306	0.002**
	Dominant	Total rainfall in each 2 month	0.779	0.234	14.077	0.020*
	Average tree growth	Total rainfall in each 2 month	0.899	0.237	35.733	0.004**
<i>S. siamensis</i>	Suppressed	-	-	-	-	-
	Codominant	-	-	-	-	-
	Dominant	-	-	-	-	-
	Average tree growth	-	-	-	-	-

Remarks: * significant at 5% level, ** significant at 1% level

3. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านภูมิอากาศในช่วงเดือนก่อนทำการวัดการเติบโต 2 เดือน (t-1) ต่อการเติบโตภายใต้เปลือก

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านภูมิอากาศในช่วงเดือนก่อนทำการวัดการเติบโต 2 เดือน (t-1) ต่อการเติบโตภายใต้เปลือก พบว่า การเติบโตเฉลี่ยภายใต้เปลือกกรายสองเดือนของต้นเต็งในชั้นเรือนยอดอุปกคลุม เรือนยอดรอง เรือนยอดเด่น และค่าเฉลี่ยการเติบโตรายสองเดือน มีความสัมพันธ์ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) กับอุณหภูมิต่ำสุดรายวันในช่วงเดือนก่อนทำการวัดการเติบโต 2 เดือน (t-1)

มีค่าเท่ากับ 0.837, 0.820, 0.864 และ 0.840 ตามลำดับ ส่วนการเติบโตภายใต้เปลือกกรายสองเดือนของต้นรัง ในชั้นเรือนยอดอุปกคลุม เรือนยอดเด่น และค่าเฉลี่ยการเติบโตรายสองเดือน พบว่ามีความสัมพันธ์ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) กับปริมาณน้ำฝนรวมรายสองเดือนก่อนทำการวัดการเติบโต 2 เดือน (t-1) มีค่าเท่ากับ 0.825, 0.820 และ 0.828 และในชั้นเรือนยอดรอง พบว่ามีความสัมพันธ์ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ กับปริมาณน้ำฝนรวมรายสองเดือน และอุณหภูมิต่ำสุดรายวันในช่วงเดือนก่อนทำการวัดการเติบโต 2 เดือน (t-1) มีค่าเท่ากับ 0.832 และ 0.821 ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 5

Table 5 Correlations between tree growth of *S. obtusa* and *S. siamensis* and climate variability every 2 months of the previous period (t-1) in all the crown covers.

Species	Crown Covers	Correlation between tree growth and climate variability every 2 months of the previous period (t-1)						
		EMxT	EMnT	AvgT	AMxT	AMnT	AvgH	RF
<i>S. obtusa</i>	Suppressed	0.367	0.837*	0.619	0.526	0.707	0.354	0.568
	Codominant	0.434	0.820*	0.648	0.572	0.717	0.261	0.471
	Dominant	0.376	0.864*	0.638	0.542	0.732	0.466	0.666
	Average tree growth	0.404	0.840*	0.641	0.556	0.722	0.335	0.545
<i>S. siamensis</i>	Suppressed	0.093	0.792	0.443	0.305	0.584	0.622	0.825*
	Codominant	0.17	0.821*	0.5	0.372	0.632	0.639	0.832*
	Dominant	0.082	0.787	0.434	0.295	0.576	0.616	0.820*
	Average tree growth	0.119	0.804	0.463	0.329	0.601	0.628	0.828*

Remarks: * significant at 5% level

4. การวิเคราะห์อิทธิพลของปัจจัยด้านภูมิอากาศในช่วงเดือนก่อนทำการวัดการเติบโต 2 เดือน (t-1) ต่อการเติบโตภายใต้เปลือก

การวิเคราะห์อิทธิพลของปัจจัยด้านภูมิอากาศในช่วงเดือนก่อนทำการวัดการเติบโต 2 เดือน (t-1) ต่อการเติบโตภายใต้เปลือก ในต้นเต็ง พบว่า การเติบโตเฉลี่ยภายใต้เปลือกทั้งสองเดือนในชั้นเรือนยอดถูกปกคลุม เรือนยอดตรง เรือนยอดเด่น และค่าเฉลี่ยการเติบโตทั้งสองเดือน มีอิทธิพลจากอุณหภูมิต่ำสุดรายวันในช่วงเดือนก่อนทำการวัดการเติบโต 2 เดือน (t-1) มีค่าเท่ากับร้อยละ 70.0, 67.2, 74.7 และ 70.5 ตาม

ลำดับ ส่วนต้นรัง พบว่า การเติบโตเฉลี่ยภายใต้เปลือกทั้งสองเดือนในชั้นเรือนยอดถูกปกคลุม เรือนยอดตรง เรือนยอดเด่น และค่าเฉลี่ยการเติบโตทั้งสองเดือน มีอิทธิพลจากปริมาณน้ำฝนรวมทั้งสองเดือนในช่วงเดือนก่อนทำการวัดการเติบโต 2 เดือน (t-1) เท่ากับร้อยละ 68.0, 69.3, 67.2 และ 68.6 ตามลำดับ ดัง Table 6 ซึ่งสามารถบ่งบอกได้ว่าอิทธิพลของปัจจัยด้านภูมิอากาศคือ อุณหภูมิต่ำสุดรายวัน และปริมาณน้ำฝนรวมทั้งสองเดือน ในช่วงเดือนก่อนทำการวัดการเติบโต 2 เดือน (t-1) ต่อการเติบโตของเต็งและรัง ในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา ตามลำดับ

Table 6 Relationship between tree growth of *S. obtusa* and *S. siamensis* and climate variability every 2 months of the previous period (t-1) in all the crown covers.

Species	Crown Covers	Climatic Data	R Square	SE	F	P-value
<i>S. obtusa</i>	Suppressed	extreme minimum temperature	0.700	0.357	9.332	0.038*
	Codominant	extreme minimum temperature	0.672	0.631	8.184	0.046*
	Dominant	extreme minimum temperature	0.747	0.250	11.822	0.026*
	Average tree growth	extreme minimum temperature	0.705	0.405	9.569	0.036*
<i>S. siamensis</i>	Suppressed	Total rainfall in each 2 month	0.680	0.278	8.516	0.043*
	Codominant	Total rainfall in each 2 month	0.693	0.354	9.011	0.040*
	Dominant	Total rainfall in each 2 month	0.672	0.299	8.205	0.046*
	Average tree growth	Total rainfall in each 2 month	0.686	0.308	8.721	0.042*

Remarks: * significant at 5% level

จากการศึกษาพบว่า อิทธิพลของปัจจัยด้านภูมิอากาศต่อการเติบโตของต้นเต็งและต้นรัง ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างเรือนยอด โดยปริมาณน้ำฝนรวมรายสองเดือนมีอิทธิพลต่อการเติบโตของต้นเต็ง ในชั้นเรือนยอดถูกปกคลุม เรือนยอดรอง เรือนยอดเด่น และค่าเฉลี่ยการเติบโต ส่วนการศึกษาอิทธิพลของปัจจัยด้านภูมิอากาศในช่วงเดือนก่อนการวัดการเติบโต 2 เดือน พบว่า ปัจจัยภูมิอากาศที่มีอิทธิพลต่อการเติบโตคือ ปริมาณน้ำฝนรวมรายสองเดือน มีอิทธิพลต่อการเติบโตของต้นรัง ในชั้นเรือนยอดถูกปกคลุม เรือนยอดรอง เรือนยอดเด่น และค่าเฉลี่ยการเติบโต ส่วนในต้นเต็ง พบว่า มีอิทธิพลของอุณหภูมิต่ำสุดรายวันต่อการเติบโตในชั้นเรือนยอดถูกปกคลุม เรือนยอดรอง เรือนยอดเด่น และค่าเฉลี่ยการเติบโต ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตของต้นไม้งับปัจจัยภูมิอากาศในช่วงเดือนก่อนทำการวัดการเติบโต 2 เดือน ซึ่งสอดคล้องกับหลักการที่ Fritts (1976) ได้กล่าวว่า ปัจจัยภูมิอากาศในเดือนปัจจุบัน (t) อาจส่งผลต่อการเติบโตของต้นไม้ในเดือนถัด

ไป (t+1) หรือมากกว่า (t+k) โดยส่งผลในรูปของตายอด สารอาหาร สอร์บอน หรือการเติบโต และพัฒนาของใบ ดอก และผล และสอดคล้องกับการศึกษาของ Palakit (2013) ที่ทำการประยุกต์ใช้เทคนิคการทำเครื่องหมายบนแคมเบียม (cambial marking technique) มาศึกษาความเพิ่มพูนของเนื้อไม้ทางเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา พบว่า ผลของความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตของต้นไม้งับปัจจัยภูมิอากาศ มีผลต่อการเติบโตของชนิดไม้ที่มีการผลัดใบ ได้แก่ มะค่าโมง สัก เลียน และ ตะแบบเปลือกบาง ซึ่งจะทำให้สามารถอธิบายผลของความผันแปรสภาพภูมิอากาศต่อการเติบโตของต้นไม้ได้อย่างลุ่มลึกทั้งระดับรายเดือนและรายฤดูกาล ในไม้ที่มีลักษณะวงปีไม่ชัดเจน

สรุป

การศึกษารูปแบบการเติบโตของต้นไม้งชนิดหลักในป่าเต็งรัง บริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช

จังหวัดนครราชสีมา โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการทำเครื่องหมายบนแคมเบียม (cambial marking technique) มาศึกษาความเพิ่มพูนของเนื้อไม้ทางเส้นผ่านศูนย์กลาง แล้วนำข้อมูลที่ได้มาหาความสัมพันธ์กับการแปรผันของสภาพภูมิอากาศ (climate variability) พบว่า ต้นเต็งมีอัตราการเติบโตดีกว่าต้นรัง โดยมีการเติบโตเฉลี่ยเท่ากับ 3.304, 2.210 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ ซึ่งในช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558 ต้นไม้ทั้งสองชนิดมีอัตราการเติบโตหยุดนิ่ง และมีอัตราการเติบโตเพิ่มขึ้นในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558 โดยเต็งจะมีแนวโน้มอัตราการเติบโตเพิ่มขึ้นในเดือนมิถุนายนไปจนถึงเดือนกันยายน และอัตราการเติบโตจะชะงักลงในช่วงเดือนพฤศจิกายน ส่วนรัง จะมีแนวโน้มอัตราการเติบโตเพิ่มขึ้นในเดือนมิถุนายนต่อเนื่องไปจนถึงเดือนพฤศจิกายน ส่วนการศึกษาความแตกต่างการเติบโตระหว่างชั้นเรือนยอดพบว่า การเติบโตไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และการศึกษาอิทธิพลของภูมิอากาศต่อการเติบโต พบว่า ปริมาณน้ำฝนรวมรายสองเดือนมีอิทธิพลต่อการเติบโตของเต็ง ในชั้นเรือนยอดถูกปกคลุม เรือนยอดรอง เรือนยอดเด่น และค่าเฉลี่ยการเติบโตรายสองเดือน โดยเมื่อนำข้อมูลภูมิอากาศในช่วงเดือนก่อนทำการวัดการเติบโต 2 เดือน ($t-1$) มาทำการศึกษาอิทธิพลต่อการเติบโต พบว่า อุณหภูมิต่ำสุดรายวันมีอิทธิพลต่อการเติบโตของต้นเต็ง ในชั้นเรือนยอดถูกปกคลุม เรือนยอดรอง เรือนยอดเด่น และค่าเฉลี่ยการเติบโตรายสองเดือน ส่วนรัง พบว่า ปัจจัยด้านภูมิอากาศไม่มีอิทธิพลต่อการเติบโตของใน 3 ชั้นเรือนยอด โดยเมื่อนำข้อมูลภูมิอากาศในช่วงเดือนก่อนทำการวัดการเติบโต 2 เดือน ($t-1$) มาทำการศึกษาอิทธิพลต่อการเติบโตของรัง พบว่า ปริมาณน้ำฝนรวมรายสองเดือนมีอิทธิพลต่อการเติบโตในชั้นเรือนยอดถูกปกคลุม เรือนยอดรอง เรือนยอดเด่น และค่าเฉลี่ยการเติบโตรายสองเดือน ซึ่งจากผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตของต้นไม้กับความแปรผันของสภาพภูมิอากาศในเชิงลึกสามารถนำข้อมูลที่ได้เป็นแนวทางตัดสินใจ

ในการจัดการทรัพยากรป่าไม้ต่อไป โดยอาจมีการดูแลทางวนวัฒนวิธีในช่วงที่ต้นไม้เริ่มมีการเติบโตเพื่อเร่งการเติบโตให้ดีขึ้นหรือทำการบำรุงป่าในช่วงฤดูแล้ง

คำนิยม

ขอขอบคุณ ขอขอบคุณทุนสนับสนุนงานวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ภายใต้โครงการวิจัยการศึกษารูปแบบการเติบโตของไม้ชนิดหลักภายใต้ความแปรผันของสภาพภูมิอากาศในจังหวัดนครราชสีมาและห้องปฏิบัติการรูกกาลวิทยาเขตร้อน (Laboratory of Tropical Dendrochronology, LTD) คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

REFERENCES

- Auykim, A., K. Duangsathaporn and P. Prasomsin. 2017. Growth of teak regenerated by coppice and stump planting in Mae Moh Plantation, Lampang province, Thailand. **Agriculture and Natural Resources** 51(4): 273-277.
- Buajan, S., N. Pumijumnong, Q. Li and Y. Liu. 2016. Oxygen isotope of teak tree-rings in north-west Thailand. **Journal of Tropical Forest Science** 28(4): 396-405.
- Buckley, B.M., M. Barbetti, M. Watanasak, R. D'Arrigo, S. Boonchirdchoo, and S. Saratunon. 1995. Dendrochronological investigations in Thailand. **IAWA Journal** 16: 393-409.
- _____, O. Tongjit, R. Poonsri and N. Pumijumnong. 2001. A dendrometer band study of teak (*Tectona grandis* L.F.) in northern Thailand. **Palaeobotanist** 50: 83-87.
- _____, K. Duangsathaporn, K. Palakit, S. Butler, V. Syhpanya and N. Xaybouangeun. 2007a. Analyses of growth rings of *Pinus merkusii*

- from Lao P.D.R. **Forest Ecology and Management** 253: 120-127.
- _____, K. Palakit, K. Duangsathaporn, P. Sanguantham and P. Prasomsin. 2007b. Decadal scale droughts over northwestern Thailand over the past 448 years: Links to the tropical Pacific and Indian Ocean sectors. **Climate Dynamic** 29: 63–71.
- Chalaem, K. 1997. **Leaf life Span and Leaf Characteristics of Some Dominant Tree Species in Dry Dipterocarp Forest at Sakaerat**. M.S. Thesis, Kasetsart University. (in Thai)
- Clark, D.A., S.G. Piper, C.D. Keeling and D.B. Clark. 2003. Tropical rain forest tree growth and atmospheric carbon dynamics linked to interannual temperature variation during 1984-2000. **Proceedings of the National Academy of Sciences** 100(10): 5852-5857.
- D'Arrigo, R., M. Barbetti, M. Watanasak, B.M. Buckley, P.J. Krusic, S. Boonchirdchoo and S. Sarutanon. 1997. Progress in dendroclimatic studies of Mountain pine in Northern Thailand. **IAWA Journal** 18(4): 433-444.
- Duangstaporn, K. 2000. **Effect of Climate Factors and Thinning on Growth of *Pinus kesiya* Royle ex Gordon at Bo Luang Plantation, Amphoe Hod Changwat Chiang Mai**. M.S. Thesis, Kasetsart University. (in Thai)
- Fritts, H.C. 1976. **Tree Ring and Climate**. Academic Press, San Francisco.
- Laurance, W.F., A.A. Oliveira, S.G. Laurance, R. Condit, H.E.M. Nascimento, A.C. Sanchez-Thorin, T.E. Lovejoy, A. Andrade, S. D'Angelo, J.E. Ribeiro and C.W. Dick. 2004. Pervasive alteration of tree communities in undisturbed Amazonian forests. **Nature** 428: 171-175.
- Lewis, S.U, O.U. Phillips, T.R. Baker, J. Lloyd, Y. Malhi, S. Almeida, N. Higuchi, W.F. Laurance, D.A. Neill, J.N.M Silva, J. Terborgh, A. Torres Lezama, R. Vásquez Martínez, S. Brown, J. Chave, C. Kuebler, P. Núñez Vargas and B. Vinceti. 2004. Concerted changes in tropical forest structure and dynamics: evidence from 50 South American long-term plots. **Philosophical Transactions of The Royal Society B Biological Sciences** 359: 421-436.
- Lumyai P., Duangsathaporn K. 2017a. Pine growth variation and climate change: Opportunities for dendroclimatology in central Thailand. **Journal of Tropical Forest Research** 1: 23-35.
- _____, and K. Duangsathaporn. 2017b. Climate reconstruction on the growth of teak in Umphang Wildlife Sanctuary, Thailand. **Environment and Natural Resources Journal** 16(1): 21-30.
- Montagnini, F. and C.F. Jordan. 2005. **Tropical Forest Ecology: The Basis for Conservation and Management**. Springer, Berlin.
- Muangsong, C., B. Cai, N. Pumijumnong, C. Hu and G. Lei. 2016. Intra-seasonal variability of teak tree-ring cellulose $\delta^{18}O$ from northwestern Thailand: A potential proxy of Thailand summer monsoon rainfall. **The Holocene** 26(9): 1397-1405.
- Nobuchi, T., Y. Ogata and S. Siripatanadilok. 1995. Seasonal characteristics of wood formation in *Hopea odorata* and *Shorea henryana*. **IAWA Journal** 16(4): 361-369.
- Palakit, K. 2013. **Biology and Factors Affecting Tree-Ring Formation of Some Tree Species at**

- Sakaerat Environmental Research Station.** Ph.D. Thesis, Kasetsart University.
- _____, K. Duangsathaporn and S. Siripatanadilok. 2015a. Climatic fluctuations trigger false ring occurrence and radial-growth variation in teak (*Tectona grandis* L.f.). **iForest (early view)**: e1-e8.
- _____, S. Siripattanadilok and K. Duangsathaporn. 2012. False ring occurrences and their identification in teak (*Tectona Grandis*) in north-eastern Thailand. **Journal of Tropical Forest Science** 24(3): 387-398.
- _____, K. Duangsathaporn, S. Siripatanadilok and P. Lumyai. 2015b. Effects of climate variability on monthly growth of *Aglaia odoratissima* and *Hydnocarpus ilicifolia* at the Sakaerat Environmental Research Station (SERS), northeastern Thailand. **Environment and Natural Resources Journal** 13: 1-12.
- _____, S. Siripatanadilok, P. Lumyai and K. Duangsathaporn. 2018. Leaf phenology and wood formation of white cedar trees (*Melia azedarach* L.) and their responses to climate variability. **Songklanakarin Journal of Science and Technology** 40 (1): 61-68.
- Pumijumnong, N. and T. Wanyaphet. 2006. Seasonal cambial activity and tree-ring formation of *Pinus merkusii* and *Pinus kesiya* in northern Thailand in dependence on climate. **Forest Ecology and Management** 226: 279-289.
- _____, D. Eckstein and U. Sass. 1995. Tree-ring research on *Tectona grandis* in Northern Thailand. **IAWA Journal** 16: 385-392.
- Sampanpanish, P. 2000. **Assessment on Biodiversity Surveys of Plant Community at Sakaerat Environmental Station, Nakhon Ratchasima.** Environmental Research Institute, Chulalongkorn University. (in Thai)
- Sangram, N., K. Duangsathaporn, R. Poolsiri. 2016. Effect of gases and particulate matter from electricity generation process on the radial growth of teak plantations surrounding Mae Moh power plant, Lampang province. **Agriculture and Natural Resources** 50: 114-119.
- Sikareepaisarn, P. 2015. **Influence of Climatic Factors on the Growth of Major Tree Species in Mixed Deciduous Forest at Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, Uthai Thani Province.** M.S. thesis, Kasetsart University. (in Thai)
- Wanichakorn, T. 2006. **Cambial Activity and Wood Formation of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. Grown in Different Sites.** M.S. Thesis, Kasetsart University. (in Thai)
- Veenin, T., T. Nobuchi, M. Fujita and S. Siripatanadilok. 2006. Seasonal characteristics of wood formation in the elite genetic-based *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. **Agriculture and Natural Resources** 40: 83-90.