

นิพนธ์ต้นฉบับ

การประเมินความเหมาะสมของพื้นที่ต่อการปลูกสักสายต้นต่างๆ ในประเทศไทย

Evaluation of site-clones matching of Teak (*Tectona grandis* L.f.) in Thailandพรเทพ เหมือนพงษ์^{1*}สาพิศ ดิลกสัมพันธ์¹จงรัก วัชรินทร์รัตน์¹สาโรจน์ วัฒนสุขสกุล²สุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ²Ponthep Meunpong^{1*}Sapit Diloksumpun¹Chongrak Wachrinrat¹Saroj Wattanasuksakul²Suwan Tangmitcharoen²¹ 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: fforptm@ku.ac.th

รับต้นฉบับ 8 มีนาคม 2560

รับลงพิมพ์ 19 มิถุนายน 2560

ABSTRACT

The study of “Evaluation of site-clones matching of Teak (*Tectona grandis* L.f.) in Thailand” was conducted in 16-year-old Teak clonal test plots located in 3 regions including 1) Northern region at Kamphaeng Phet Silvicultural research station, Kamphaeng Phet province 2) Western region at Thong Pha Phum Silvicultural research station, Kanchanaburi province and 3) Southern region at Sonhkla Silvicultural research station, Sonhkla province. Suitable clones were selected by using genetic gain value, which were calculated from DBH data of each plantation site. Afterward, 10 clones per site were selected i.e. Western region; number 336, 335, 265, 324, 273, 160, 271, 267, 89, 333, Northern region; 120, 245, 282, 116, 327, 83, 129, 290, 146, 158, Southern region; 246, 36, 119, 336, 292, 345, 91, 159, 27, 130, respectively. Data evaluation by using GIS technique classified teak site suitability into 5 classes mostly classified in good and moderate site classes with 89.66 and 25.0 m rai, respectively. Total area of teak suitable site was 117.88 m rai. Moreover, the results indicated that environmental factors affected to teak growth, similar number of clone expressed absolutely difference results of tree size when growing in difference sites. Therefore, appropriated clonal-site matching should be concern from plantation owners.

Keywords: Teak (*Tectona grandis* L.f.), Site matching, Plantation

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเหมาะสมของไม้สักสายต้นต่างๆ ที่พัฒนาพันธุ์โดยกรมป่าไม้เพื่อปลูกเป็นสวนป่าในพื้นที่ต่างๆ ของประเทศไทยโดยการประเมินค่าความเพิ่มพูนทางพันธุ (genetic gain) ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับ 1.30 เมตร เพื่อคัดเลือกสายต้นที่มีความเหมาะสมในแต่ละลักษณะพื้นที่ โดยใช้ปัจจัยแวดล้อมต่างๆ ผลการศึกษาพบว่าสายต้นที่ดีที่สุด 10 อันดับแรกในพื้นที่ อำเภอนาทอง ภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต ได้แก่หมายเลข 336, 335, 265, 324, 273, 160, 271, 267, 89 และ 333 ในพื้นที่จังหวัดกำแพงเพชร ได้แก่หมายเลข 120, 245, 282, 116, 327, 83, 129, 290, 146 และ 158 และในท้องที่จังหวัดสงขลา ได้แก่สายต้นหมายเลข 246, 36, 119, 336, 292, 345, 91, 159, 27 และ 130 ตามลำดับ จากการประมวลผลข้อมูลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ สามารถแบ่งพื้นที่ตามสมรรถนะที่ดินในการปลูกไม้สักได้เป็น 5 ระดับโดยส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี และระดับปานกลาง เท่ากับ 89.66 และ 25.0 ล้านไร่ตามลำดับ รวมพื้นที่ที่สามารถปลูกสวนป่าไม้สักเพื่อเศรษฐกิจของประเทศไทยทั้งหมดเท่ากับ 117.88 ล้านไร่ การปลูกสวนป่าไม้สักควรเลือกพื้นที่ และสายต้นที่มีความเหมาะสมเท่านั้น และควรเลี่ยงการใช้กล้าไม้ที่ไม่ทราบแหล่งพันธุกรรมที่แน่ชัดในการปลูกสร้างสวนป่าเพื่อให้สวนป่ามีการเติบโต และผลผลิตสูงสุด

คำสำคัญ: ไม้สัก ความเหมาะสมของพื้นที่ สวนป่า

คำนำ

ไม้สัก (*Tectona grandis* Linn. f.) เป็นไม้คุณภาพสูง และมีการปลูกเป็นสวนป่าทั่วโลกมากกว่า 13 ล้านไร่ (Pandey and Brown, 2000) ไม้สักมีการกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติเช่นอินเดีย พม่า ลาว ไทย และได้มีการนำไปปลูกเป็นสวนป่าเพื่อเศรษฐกิจในประเทศเขตร้อนอีกหลายประเทศ (White, 1991) การปลูกไม้สักในรูปแบบของสวนป่าเพื่อเศรษฐกิจโดยดั้งเดิมมีการใช้รอบตัดฟันที่ยาวนานตั้งแต่ 60 ถึง 80 ปี เนื่องจากความต้องการใช้ไม้ซุงขนาดใหญ่เพื่อแปรรูปเป็นไม้เพื่อการก่อสร้าง หรือไม้บาง แต่อย่างไรก็ตามในปัจจุบันการปลูกสวนป่าไม้สักในพื้นที่ขนาดเล็กโดยผู้ประกอบการรายย่อยมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ซึ่งผู้ประกอบการรายย่อยเหล่านี้มีข้อจำกัดเรื่องการลงทุนที่ต้องอาศัยผลตอบแทนในระยะเวลาสั้นๆ เพื่อลดการแบกรับภาระค่าใช้จ่ายในการลงทุน ไม้สักที่ปลูกในรูปแบบสวนป่าขนาดเล็กเหล่านี้จึงมีความพยายามที่จะกำหนดรอบตัดฟันให้สั้นลงเหลือเพียง 20 ถึง 30 ปี เท่านั้น (Ball *et al.*, 1999) จากสาเหตุดังกล่าว การปลูกสวนป่าไม้สักโดยใช้สายต้น (clonal plantation) ที่ผ่านการคัดเลือก และ

ปรับปรุงพันธุ์มาเป็นอย่างดีจะสามารถลดระยะเวลาการตัดฟันให้สั้นลงได้ เนื่องจากไม้สักที่ปลูกด้วยสายต้นที่ดีจะมีการเติบโตที่รวดเร็ว และให้เนื้อไม้คุณภาพดี (Goh *et al.*, 2007)) ความผันแปรของอัตราการเติบโต และรูปทรงของไม้สักเป็นเรื่องที่ได้มีการศึกษากันอยู่ทั่วไปในปัจจุบัน (Kjaer *et al.*, 1996; Jayasankar *et al.*, 1999) โดยเน้นที่การปรับปรุงพันธุกรรมเพื่อพัฒนาสายพันธุ์ที่ได้จากต้นแม่ที่มีลักษณะดี (Nicodemus *et al.*, 2000; Murillo and Badilla, 2004) การปรับปรุง และคัดเลือกสายต้นไม้สักเพื่อปลูกสวนป่าได้มีการพัฒนาขึ้นในหลายประเทศเช่นในประเทศอินเดีย Rao (2004) รายงานว่าจากการคัดเลือกสายต้นไม้สัก 27 สายต้น และทำการทดลองปลูกในพื้นที่ต่างๆ พบว่าไม้สักจะมีความสูงถึง 30 เมตร และมีเส้นรอบวง 127 เซนติเมตร ในเวลา 25 ถึง 30 ปี เมื่อเปรียบเทียบกับ การปลูกป่าแบบเดิมอาจต้องใช้เวลาอย่างน้อย 60 ปี จึงจะได้ไม้ที่มีขนาดดังกล่าว การคัดเลือกสายต้นที่ดียังจะเป็นการเพิ่มมูลค่าของไม้สักในอนาคต ซึ่งการคัดเลือกลักษณะนี้สามารถทำได้โดยการพิจารณาอัตราการเติบโตที่โดยมากมักจะใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก หรือความสูง

ทั้งหมดของไม้รูปทรงของลำต้น, ความยาวของลำต้นที่ปราศจากกิ่ง ตา หรือตำหนิบนเนื้อไม้อื่น, พูพอนที่โคนต้นที่ทำให้เสียรูปทรง การคัดเลือกสายต้นที่ดีจะเริ่มจากขั้นตอนการคัดเลือกไม้ที่มีลักษณะดี (superior genotypes) เพื่อใช้ในการขยายพันธุ์ต่อไป (Goh *et al.*, 2005; Goh and Monteuiis, 2005)

สำหรับในประเทศไทยแล้วไม้สักเป็นไม้ที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศและเป็นไม้ที่มีพื้นที่ปลูกในรูปแบบของสวนป่าเพื่อเศรษฐกิจมากที่สุด ดังนั้นการปลูกสวนป่าไม้สักที่มุ่งเน้นผลผลิตเนื้อไม้จึงต้องคำนึงถึงการใช้สายพันธุ์ที่ดีมาปลูกจึงจะมีโอกาสประสบความสำเร็จได้ ดังนั้น ผู้ที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมไม้สักควรจะหันมาสนใจให้การสนับสนุน และมีนโยบายให้เกษตรกรปลูกสวนป่าไม้สักด้วยกล้าสักสายพันธุ์ดีเท่านั้น อย่างไรก็ตามข้อมูลจาก กรมป่าไม้ (2556) ได้รายงานว่าการใช้เทคนิคการขยายพันธุ์โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อให้ได้ไม้สักสายพันธุ์ที่ดีในการปลูกสวนป่ายังจำกัดอยู่ที่เอกชนบางรายที่มีศักยภาพสูง โดยในส่วนของภาครัฐยังคงไม่มีนโยบายที่แน่ชัดในเรื่องนี้แต่อย่างใด ในปัจจุบันจึงมีกล้าสักพันธุ์ดีถึงมือเกษตรกรผู้ปลูกป่าเป็นจำนวนไม่มากนักเจ้าของสวนป่าส่วนใหญ่ใช้กล้าไม้ที่ไม่ทราบแหล่งพันธุ์กรรม ซึ่งเป็นการเสี่ยงที่จะเสียโอกาสทางเศรษฐกิจอย่างยิ่ง นอกเหนือจากพันธุ์กรรมแล้วผลผลิตของสวนป่าไม้สักยังเกี่ยวข้องกับปัจจัยอื่นๆ โดยเฉพาะสภาพพื้นที่ เช่นลักษณะทางธรณีวิทยาคุณสมบัติดิน, ปริมาณน้ำฝน, ความชื้นสัมพัทธ์และความสูงจากระดับน้ำทะเล เป็นต้น การใช้ไม้สักสายต้นที่เหมาะสมกับพื้นที่จะส่งผลให้สวนป่านั้นมีกำลังผลิตที่สูง ตลอดจนมีอัตราการเจริญเติบโต และรอดตายสูง แต่ในทางตรงข้ามหากมีการใช้สายต้นที่ไม่เหมาะสมแล้วจะส่งผลให้การปลูกสร้างสวนป่านั้นล้มเหลวได้ ดังนั้น การประเมินความเหมาะสมของพื้นที่ต่อสายต้นของไม้สักที่ผ่านการคัดเลือกมาแล้วโดยกรมป่าไม้จึงเป็นแนวทางที่จะทำให้การปลูกสวนป่าไม้สักของประเทศไทยสามารถแข่งขันกับนานาประเทศได้ โดยทั้งนี้ต้องขยายผลโดยการถ่ายทอดความรู้ และ

ผลงานสู่ประชาชนในรูปแบบต่างๆ เช่น แปลงสาธิตเอกสารเผยแพร่ และการฝึกอบรม เพื่อให้ผู้ที่จะลงทุนปลูกสวนป่าไม้สักได้รับรู้ข้อมูลที่ถูกต้องประกอบการตัดสินใจในการปลูกสร้างสวนป่าไม้สักเชิงพาณิชย์ต่อไป

อุปกรณ์ และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในแปลงทดสอบแม่ไม้สักโดยใช้กล้าไม้จากการปักชำที่สถานีวนวัฒนวิจัยแม่กา จังหวัดพะเยา จำนวน 100 แม่ไม้ การศึกษาได้ดำเนินการเมื่อไม้สักมีอายุ อายุ 16 ปี ซึ่งเป็นการปลูกเพื่อประเมินค่าทางพันธุกรรมของแม่ไม้ที่คัดเลือก ในพื้นที่ต่างๆ 3 แห่งกระจายใน 3 ภูมิภาคได้แก่ภาคเหนือที่สถานีวนวัฒนวิจัยกำแพงเพชร, ภาคตะวันตก ที่สถานีวนวัฒนวิจัยทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี และภาคใต้ ที่สถานีวนวัฒนวิจัยสงขลา โดยวางแผนการทดสอบแบบ RCBD ประกอบด้วย 100 แม่ไม้จำนวน 4 ซ้ำ ปลูกแบบ 3 ดันต่อซ้ำ ใช้ปลูกระยะปลูก 4×4 เมตร (Boonyuen *et al.*, 2007)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การเก็บข้อมูลการเติบโตและการคัดเลือกสายต้น โดยทำการวัดเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตทางด้านเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับ 1.30 เมตร (เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก) ของต้นไม้ทุกต้น และทำการประเมินลักษณะรูปทรงของไม้สักทุกต้นในแปลง ด้วยการประยุกต์เกณฑ์การประเมินของ Pinyopusarek (1990) นำข้อมูลที่ได้อาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อประเมินผลความแตกต่างของแม่ไม้ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (ANOVA) หากพบว่าข้อมูลมีความแตกต่างทางสถิติทำการจัดลำดับของข้อมูลด้วยวิธี Duncan's new multiple range test หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้ประเมินค่าทางพันธุกรรม (genotypic value) ของแต่ละสายต้นจากสมการของ (อภิชาติ, 2528) ดังนี้

	$G = h^2 P$
เมื่อ	$G =$ genotypic value (%)
	$h^2 =$ broad sense heritability
	$P =$ phenotypic value
	(deviation from mean: %);
	$h^2 = Vc/(Vc+V/r)$
	$Vc = (MSC-MSE)/r$
	$V =$ MSE และ $r =$ replication
	$P = 100(Xi-AX)/AX$
	$Xi =$ ค่าเฉลี่ยทั้งหมดของแต่ละสายต้น
	$AX =$ ค่าเฉลี่ยทั้งหมดจากทุกสายต้น

นำข้อมูลค่าทางพันธุที่ได้ประเมินค่าตอบสนองทางพันธุ หรือความเพิ่มพูนทางพันธุ (genetic gain) ของแม่ไม้ที่คัดเลือกจากสูตรของ (อภิชาติ, 2528) สำหรับค่า I (selection intensity) จะมีค่าแตกต่างกันตามจำนวนสัดส่วนสายต้นที่จะทำการคัดเลือกจำนวนสายต้นทั้งหมด (Baker, 1975) ในการศึกษาครั้งนี้กำหนดให้คัดเลือก 10 สายต้นจากทั้งหมด 100 สายต้น ($I=1.732$)

$$\hat{G} = I h^2 (SD P)$$

เมื่อ	$\hat{G} =$ genetic gain (%)
	$I =$ selection intensity = 1.732
	$h^2 =$ broad sense heritability
	$SD P =$ phenotypic standard deviation

2. การศึกษาความเหมาะสมของพื้นที่

2.1 หากำพิคข์ของแปลงตัวอย่างโดยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของพื้นที่ได้แก่ ความสูงจากระดับน้ำทะเล กรรมสิทธิ์ของที่ดิน และรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน รวมถึงข้อมูลภูมิอากาศได้แก่ปริมาณน้ำฝน ซึ่งเป็นการรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเช่น กรมป่าไม้ กรมพัฒนาที่ดิน กรมอุตุนิยมวิทยา และข้อมูลที่รวบรวมจากสถานีวนวัฒนวิจัยในพื้นที่ศึกษา

2.2 นำข้อมูลที่รวบรวมได้ทั้งหมดมาเป็นฐานในการจำแนกความเหมาะสมของพื้นที่โดยใช้โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดเรียงข้อมูล

และประมวลผลในภาพรวมของประเทศ โดยจะพิจารณาเฉพาะพื้นที่ที่มีเอกสารสิทธิตามกฎหมายในการปลูกสร้างสวนป่าเชิงเศรษฐกิจของภาคเอกชน รวมถึงการใช้ประโยชน์ที่ดินซึ่งจะคัดเลือกเฉพาะพื้นที่ที่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมซึ่งมีโอกาสในการเปลี่ยนแปลงชนิดพืชเกษตรเป็นไม้สักได้ เท่านั้น

2.3 จัดทำแผนที่แสดงความเหมาะสมของพื้นที่กับไม้สักสายต้นต่างๆ ในประเทศไทย เพื่อใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจดำเนินงานให้เกษตรกรและผู้สนใจ

ผลและวิจารณ์

1. การเติบโตของไม้สักอายุ 16 ปี ในพื้นที่ต่างๆ

จากการศึกษาโดยการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก ของไม้สักอายุ 16 ปีที่ปลูกในพื้นที่ทั้ง 3 แห่งพบว่าไม้สักที่ปลูกในสถานีวนวัฒนวิจัยกำแพงเพชรมีความแตกต่างของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F=1.371, p=0.030$) โดยหมายเลข 120 และ 245 เป็นไม้สักที่มีการเติบโตดีที่สุดโดยมีขนาดเท่ากับ 22.23 และ 22.04 เซนติเมตร ตามลำดับ ไม้สักหมายเลข 282, 116, 327, 83, 129, 290, 146 และ 158 จัดอยู่ในลำดับที่ 3 ถึง 10 โดยมีขนาดเฉลี่ยตั้งแต่ 20.47 ถึง 21.29 เซนติเมตร อย่างไรก็ตามจากการจัดกลุ่มทางสถิติพบว่าสายต้นส่วนใหญ่มีขนาดที่ไม่แตกต่างกันอย่างชัดเจนเท่าใดนัก และโดยภาพรวมแล้วถูกจัดไว้ในกลุ่มเดียวกัน หรือใกล้เคียงกัน (ab) สำหรับในพื้นที่สถานีวนวัฒนวิจัยทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี พบว่าขนาดของไม้สักไม่มีความแตกต่างทางสถิติของแต่อย่างใด ($F=1.223, p=0.102$) อย่างไรก็ตามเมื่อนำข้อมูลมาจัดเรียงแล้วพบว่าสายต้นที่มีการเติบโตสูงสุด 10 อันดับแรกประกอบไปด้วยหมายเลข 336, 335, 265, 324, 273, 160, 271, 267, 89 และ 333 โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 26.33 ถึง 22.89 เซนติเมตร สำหรับไม้สักที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ที่สถานีวนวัฒนวิจัยสงขลา พบว่าไม้สักมีความแตกต่างกันทางสถิติของเส้นผ่านศูนย์กลาง

เพียงอก ($F=1.363, p=0.026$) โดยสายต้นหมายเลข 246 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกสูงที่สุดเท่ากับ 18.98 เซนติเมตร และเป็นสายต้นที่มีการเติบโตอย่างโดดเด่น (a) สายต้นอื่นที่ถูกจัดอยู่ใน 10 อันดับแรก ได้แก่ หมายเลข 36, 336, 292, 91, 159, 38, 288, 119 และ 327 ตามลำดับ โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกตั้งแต่ 15.06 ถึง 18.48 เซนติเมตร รายละเอียดทั้งหมดแสดงไว้ใน Table 1 เมื่อนำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของแต่ละพื้นที่มาคำนวณอัตราการเติบโตเฉลี่ยรายปี พบว่าไม้สักที่ปลูกในพื้นที่ อำเภอกองคาภูมิ สามารถเติบโตได้ดีที่สุด กล่าวคือมีค่าอยู่ระหว่าง 1.43-1.65 เซนติเมตรต่อปี ขณะที่พื้นที่ในจังหวัดกำแพงเพชร และ จังหวัดสงขลา มีค่าเท่ากับ 1.28-1.39 และ 1.00-1.19 เซนติเมตรต่อปี ตามลำดับ

จากผลการศึกษาของ สาโรจน์ และคณะ (2543) พบว่าไม้สักที่ได้จากการผสมเกสรแบบควบคุมจากพ่อไม้-แม่ไม้ที่ผ่านการคัดเลือกแล้วจะมีอัตราการเติบโตของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 2.16 เซนติเมตรต่อปี อย่างไรก็ตามผลการศึกษาดังกล่าวเป็นผลการวิเคราะห์ข้อมูลเมื่อไม้สักอายุเพียง 4 ปีเท่านั้น ซึ่งเป็นช่วงที่ไม้สักอายุน้อย และมีการเติบโตที่รวดเร็ว ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาครั้งนี้กับค่าเฉลี่ยอัตราการเติบโตที่รายงานโดย สถาบันวิจัยพันธุ์ไม้สัก (2548) พบว่าไม้สักที่ปลูกในพื้นที่ อำเภอกองคาภูมิ มีอัตราการเติบโตที่สูงกว่าค่าเฉลี่ยของไม้สักที่ปลูกจากการใช้กล้าที่เพาะจากการเก็บเมล็ดทั่วไป สำหรับในพื้นที่ จังหวัดกำแพงเพชรเป็นค่าที่อยู่ในเกณฑ์เฉลี่ยทั่วไป แต่ยังคงอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำกว่าเป้าหมายของ สาโรจน์ (2550) ซึ่งกล่าวว่าการพัฒนาไม้สักสายพันธุ์ใหม่ๆ จากการควบคุมการผสมเกสรมีเป้าหมายเพื่อให้มีอัตราการเติบโตของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกไม่น้อยกว่า 2.00 เซนติเมตรต่อปี หรือ 2.5 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อปี เป็นที่น่าสังเกตว่าไม้สักที่ปลูกในพื้นที่สถาบันวิจัยสงขลาซึ่งมีอัตราการเติบโตที่ไม่ดีนัก และมักปรากฏรูปทรงไม่สวยงาม มีลำต้นคดงอ และแตกกิ่งต่ำ รวมถึงพบการเข้าทำลายของโรค และแมลงจำนวนมาก ซึ่งได้คะแนนด้าน

รูปทรง และการเข้าทำลายของโรคแมลงเพียง 41.95% เท่านั้น แตกต่างจากไม้สักที่ปลูกในพื้นที่ที่เหลือ ได้แก่ จังหวัดกาญจนบุรี และกำแพงเพชรที่มีรูปทรงสวยงาม และมีการเจริญเติบโตที่ดีซึ่งได้คะแนนเท่ากับ 62.45 และ 68.38 % ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาในครั้งนี้กับการเติบโตของไม้สักในท้องที่ต่างๆ ของประเทศไทยพบว่ายังจัดอยู่ในเกณฑ์การเติบโตที่ค่อนข้างดีกล่าวคือ ทศพร และคณะ (2553) ได้รายงานหาไม้สักในช่วงชั้นอายุ 11-15 ปี มีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 13.40 เซนติเมตร ความสูงเฉลี่ย 15.50 เมตร เมื่อคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยของการเติบโตรายปีได้เท่ากับ 0.89-1.22 เซนติเมตร และ 1.03-1.41 เมตร ตามลำดับ ในขณะที่ อนิวรรณ (2535) รายงานว่าอัตราการเติบโตของไม้สักในสวนป่าห้วยทาก มีค่า 0.60-4.40 เซนติเมตรต่อปี อย่างไรก็ตามอัตราการเติบโตที่สูงมากพบในสวนป่าอายุน้อย และอัตราการเติบโตเริ่มช้าลงเมื่อต้นไม้มีอายุมากขึ้น พงศ์และนิรันดร์ (2521) รายงานว่าไม้สักในป่าธรรมชาติมีอัตราการเติบโตเฉลี่ยเพียง 0.45-0.52 เซนติเมตรต่อปีเท่านั้น ซึ่งเป็นอัตราการเติบโตที่ค่อนข้างช้าเมื่อเปรียบเทียบกับไม้สักในสวนป่าที่มีการจัดการทางวนวัฒนวิธ้อย่างเหมาะสม

Viriyabuncha *et al.* (2005) รายงานว่าไม้สักอายุ 11-20 ปี มีความโตเฉลี่ย 10.25-23.36 เซนติเมตร คิดเป็น 0.73-1.26 เซนติเมตรต่อปี นอกจากนี้อัตราการเติบโตของไม้สักยังเกี่ยวข้องกับชั้นคุณภาพ (site index) โดยไม้สักที่ขึ้นอยู่ในพื้นที่ที่เป็นชั้นคุณภาพดีจะมีอัตราการเติบโตของเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก 0.89-1.20 เซนติเมตรต่อปี ในขณะที่ในชั้นคุณภาพเลวจะมีค่าเท่ากับ 0.46-0.99 เซนติเมตรต่อปี เท่านั้น สำหรับไม้สักที่ปลูกด้วยสายต้นที่ผ่านการคัดเลือกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยเมื่ออายุ 1-2 ปี พบว่าไม่มีความแตกต่างในการเจริญเติบโตแต่อย่างใด (Tangmitcharoen *et al.*, 2012) การเปรียบเทียบความสามารถในการเจริญเติบโตของสายต้นจึงควรดำเนินการเมื่อไม้สักมีอายุราวถึงหนึ่งของอายุตัดฟัน

2. ความเพิ่มพูนทางพันธุ (Genetic gain)

จากอดีตที่การปลูกสวนป่าไม้สักนิยมใช้เมล็ดหรือเหง้าแต่ในปัจจุบันการใช้กล้าไม้ที่มาจากเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจากต้นแม่ที่มีลักษณะดีเป็นวิธีการที่นิยมใช้กันทั่วโลก (Mascarenhas *et al.*, 1987) การใช้ค่าความเพิ่มพูนทางพันธุ (Genetic gain) เป็นค่าที่บอกถึงศักยภาพในการปรับปรุงลักษณะที่แสดงออกทางพันธุกรรมของประชากรในรุ่นเมื่อเปรียบเทียบจากฐานของประชากรในกลุ่มเดิม สาโรจน์ และคณะ (2543) กล่าวว่า การคัดเลือกสายพันธุ์ดีไว้เพื่อการขยายพันธุ์ และส่งเสริมให้มีการปลูกสวนป่าเศรษฐกิจของเอกชนสามารถประเมินได้โดยใช้ค่าความเพิ่มพูนทางพันธุของสายพันธุ์ที่คัดเลือกได้ เพื่อใช้เป็นตัวชี้วัดในการปลูกสร้างสวนป่าไม้สักด้วยสายพันธุ์โดยตรง (clonal plantation) ผลการศึกษาซึ่งได้เปรียบเทียบค่าความเพิ่มพูนทางพันธุของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงออกจากทั้ง 3 พื้นที่พบว่า ไม้สักที่ปลูกในจังหวัดสงขลามีค่าความเพิ่มพูนทางพันธุสูงกว่าพื้นที่ที่เหลือค่อนข้างมาก (Table 1) กล่าวคือมีค่าความเพิ่มพูนทางพันธุอยู่ระหว่าง 17.70 ถึง 29.10 % ในขณะที่ไม้สักที่ปลูกในจังหวัดกำแพงเพชร และกาญจนบุรีมีค่าระหว่าง 7.09 ถึง 11.71 และ 3.35 ถึง 6.22 % ตามลำดับเท่านั้น อีกทั้งยังพบว่าค่าความเพิ่มพูนทางพันธุที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้มีแนวโน้มเช่นเดียวกับผลการศึกษาในพื้นที่เดียวกันนี้เมื่ออายุไม้สัก 5 ปีของ Boonyuen *et al.* (2007) อีกด้วย โดยสายพันธุ์ที่มีอัตราการเติบโตสม่ำเสมอ และถูกจัดอยู่ใน 10 อันดับแรกเมื่ออายุ 5 ปี และยังอยู่ใน 10 อันดับแรกจากผลการศึกษาครั้งนี้ใน

พื้นที่จังหวัดกำแพงเพชรได้แก่หมายเลข 245 ในจังหวัดกาญจนบุรีได้แก่สายพันธุ์หมายเลข 336 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่มีค่าความเพิ่มพูนทางพันธุสูงที่สุดในการศึกษาทั้ง 2 ครั้ง สำหรับในจังหวัดสงขลาได้แก่สายพันธุ์หมายเลข 119, 336, 159 และหมายเลข 130 จากผลการศึกษาดังกล่าว หากสวนป่าไม้สักที่มีการใช้กล้าไม้จากสายพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกจะให้ผลผลิตที่ดีกว่ากล้าไม้ที่ได้จากกล้าที่ผ่านกระบวนการผสมเกสรทั่วไป (Kumaravelu, 1993) จากผลการศึกษาของ Espitia *et al.* (2011) ได้ประเมินค่าความเพิ่มพูนทางพันธุของไม้สักที่ปลูกในประเทศโคลอมเบีย (Columbia) โดยใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ความสูง ปริมาตรที่เป็นสินค้าได้ (commercial volume) และคุณภาพของลำต้น (stem quality) มีค่าเท่ากับ 5.52, 17.50, 41.71 และ 9.59% ตามลำดับ สำหรับไม้สักที่ปลูกในประเทศคอสตาริกา (Costa Rica) ได้มีการประเมินค่าทางพันธุของการเติบโต และคุณภาพของเนื้อไม้ไว้ที่ประมาณ 20 % (Assis and Resende, 2011) ในประเทศอินเดีย ไม้สักในแปลงทดสอบสายพันธุ์มีความเพิ่มพูนทางพันธุของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น 3.52-20.97 % ทางความสูง 23.35-34.46 % และขนาดของพื้นที่หน้าตัด 4.19-7.45 % (Swain *et al.*, 1996) ในแง่ของผลตอบแทนทางเศรษฐกิจนั้น Kaosar *et al.* (1998) กล่าวว่า การใช้กล้าไม้สักที่มีสายพันธุ์ดีปลูกสวนป่าจะสร้างมูลค่ามากกว่าการใช้กล้าทั่วไปประมาณ 8% จากการเพิ่มมูลค่าของปริมาตรไม้ และรูปทรงของลำต้นที่ดีกว่านั่นเอง

Table 1 Diameter and genetic gain of difference clones in various sites of plantation.

KPP				TPP			SK			
Clone	DBH*	Group	Genetic gain	Clone	DBH ^{ns}	Genetic gain	Clone	DBH*	group	Genetic gain
120	22.23	a	11.71	336	26.33	6.22	246	18.96	a	29.10
245	22.04	a	11.20	335	25.08	5.18	36	18.33	ab	26.61
282	21.29	ab	9.25	265	24.57	4.75	119	16.86	abc	20.86
116	21.25	ab	9.14	324	23.88	4.17	336	16.60	abcd	19.84
327	20.89	ab	8.20	273	23.19	3.60	292	16.37	abcde	18.92
83	20.80	ab	7.95	160	23.18	3.59	345	16.34	abcde	18.82
129	20.69	ab	7.68	271	23.12	3.54	91	16.31	abcde	18.71
290	20.64	ab	7.53	267	22.96	3.41	159	16.24	abcdef	18.43
146	20.58	ab	7.37	89	22.91	3.37	27	16.15	abcdef	18.07
158	20.47	abc	7.09	333	22.89	3.35	130	16.05	abcdef	17.70

Remark: Group via Duncan's multiple ranged test, sig. at $p < 0.05$

3. พื้นที่ความเหมาะสมกับการปลูกไม้สักสายต้นต่างๆในประเทศไทย

การจำแนกพื้นที่ความเหมาะสมของการปลูกไม้สักในประเทศไทยจัดทำโดยใช้โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์ และประมวลผลข้อมูลทางกายภาพต่างๆ ของพื้นที่ประกอบไปด้วยการใช้ประโยชน์ที่ดิน, สัทธิตามกฎหมาย, ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี ในการพิจารณา โดยเบื้องต้นจะคัดเลือพื้นที่ที่ไม่อยู่ในพื้นที่ป่าตามกฎหมายแต่ต้องอยู่ในพื้นที่ที่มีเอกสารสิทธิ รวมถึงต้องเป็นพื้นที่เกษตรกรรมที่สามารถเปลี่ยนชนิดพืชที่

ปลูกเป็นไม้สักได้ จากข้อมูลการเติบโตของไม้สักที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ดังแสดงใน Table 1 จะพบว่าไม้สักที่ปลูกพื้นที่จังหวัดกาญจนบุรีเติบโตได้ดีที่สุด จึงจำแนกเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมที่สุด รองลงมาคือพื้นที่จังหวัดกำแพงเพชรจำแนกเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมปานกลาง และพื้นที่จังหวัดกำแพงเพชรซึ่งมีการเติบโตต่ำที่สุดจะจำแนกเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมน้อยที่สุด นำข้อมูลปัจจัยแวดล้อมในแต่ละพื้นที่ได้แก่ปริมาณน้ำฝน และ ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางมาแบ่งตามลำดับความเหมาะสม ดังแสดงใน Table 2 และปรากฏผลผังแผนที่ความเหมาะสมในการปลูกไม้สัก (Figure 1)

Table 2 Site suitability classification for teak plantation in Thailand.

Class	Annual rainfall (mm.)	AMSL. (mm.)	Site suitability
1	1,200-1,800	200-700	very good
2	1,200-1,800	0--200	good
3	< 1,200	0-700	moderate
4	> 1,800	100-700	poor
5	> 1,800	0-100	very poor

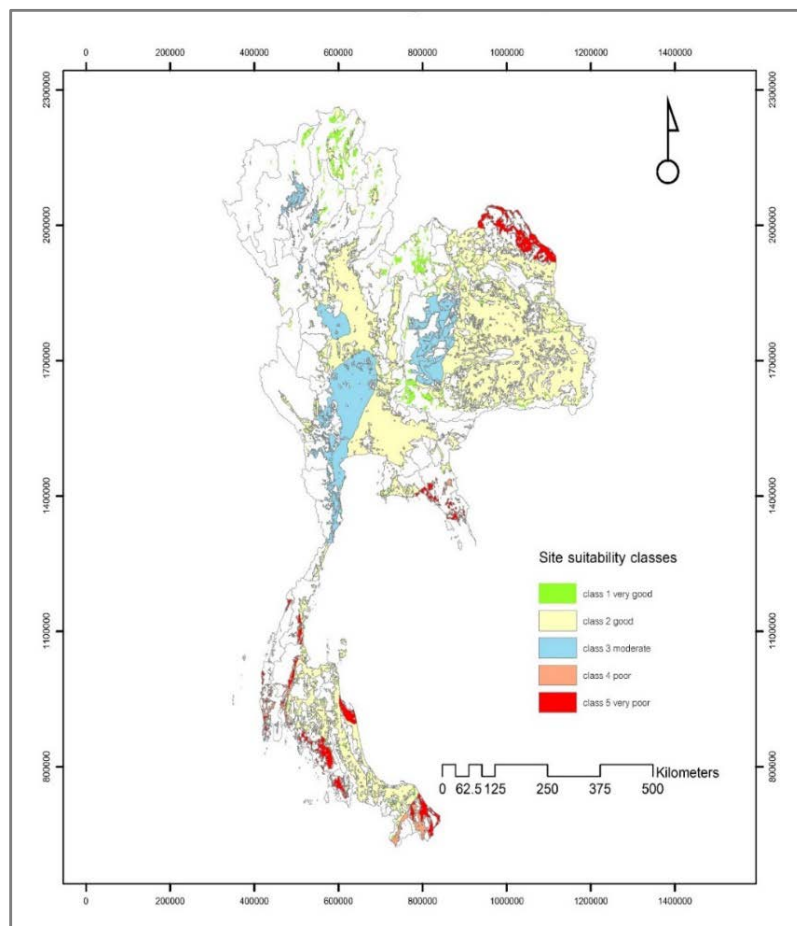


Figure 1 Site suitability map of teak plantation in Thailand.

จากแผนที่ความเหมาะสมในการปลูกไม้สัก ใน Figure 1 และข้อมูลที่แสดงรายละเอียดใน Table 3 สามารถแบ่งพื้นที่ตามสมรรถนะที่ดินในการปลูกไม้สักได้เป็น 5 ระดับได้แก่ระดับดีมาก มีพื้นที่ 4,383 ไร่ ระดับดี 89.66 ล้านไร่ ระดับปานกลาง 25.0 ล้านไร่ ระดับค่อนข้างเลว 3.22 ล้านไร่ และระดับเลวมีพื้นที่ 4,783 ไร่ รวมพื้นที่ที่สามารถปลูกสวนป่าไม้สักเพื่อเศรษฐกิจของประเทศไทยทั้งหมดเท่ากับ 117.88 ล้านไร่ และหากมุ่งเน้นไปที่พื้นที่ที่จำแนกความเหมาะสมตั้งแต่ระดับปานกลางขึ้นไปจนถึงระดับดีมากจะพบว่ามีพื้นที่ที่สามารถปลูกไม้สักได้อย่างเหมาะสมกว่า 114.65 ล้านไร่ Sukchan and Noda (2012) ได้แบ่งพื้นที่ความเหมาะสมในการปลูกไม้สักในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยออกเป็น

เป็น 3-5 ระดับโดยใช้คุณสมบัติดิน และการเติบโตของไม้สัก พบว่าส่วนใหญ่พื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Wichienopparat *et al.* (2015) ได้จัดทำแผนที่ความเหมาะสมของดินสำหรับปลูกไม้สักในบริเวณจังหวัดบุรีรัมย์และอุบลราชธานี โดยได้แบ่งความเหมาะสมออกเป็น 5 ระดับ พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง และเมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่าพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่จัดอยู่ในระดับความเหมาะสมปานกลาง และระดับดีเช่นกัน จาก Figure 1 หากตัดพื้นที่ป่าตามกฎหมาย และพื้นที่อื่นซึ่งไม่สามารถเปลี่ยนรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินออกไปแล้วเป็นที่น่าสังเกต

ว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยสามารถปลูกสวนป่าไม้สักได้โดยมีความเหมาะสมของพื้นที่ในระดับปานกลางขึ้นไปทั้งสิ้น ดังนั้นจึงเป็นโอกาสอันดีของผู้เกี่ยวข้องในการส่งเสริมให้ภาคเอกชนหันมาสนใจการ

ปลูกสวนป่าไม้สักอย่างจริงจังโดยการมุ่งเน้นไปในพื้นที่ที่ทำการเกษตรได้ผลผลิตต่ำ หรือพื้นที่ที่รกร้างไร้การทำประโยชน์ซึ่งยังมีอีกเป็นจำนวนมาก

Table 3 Area and site suitability for teak clones matching in Thailand.

Class	Area (rai)	Site suitability	Site-clone matching
1	4,383	very good	336, 335, 265, 324, 273, 160, 271, 267, 89, 333
2	89,655,931	good	336, 335, 265, 324, 273, 160, 271, 267, 89, 333
3	24,990,601	moderate	120, 245, 282, 116, 327, 83, 129, 290, 146, 158
4	3,220,318	poor	246, 36, 119, 336, 292, 345, 91, 159, 27, 130
5	4,783	very poor	246, 36, 119, 336, 292, 345, 91, 159, 27, 130

สรุป

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเหมาะสมของไม้สักสายพันธุ์ต่างๆ ที่พัฒนาพันธุ์โดยกรมป่าไม้เพื่อปลูกเป็นสวนป่าในพื้นที่ต่างๆ ของประเทศไทย โดยการประเมินค่าความเพิ่มพูนทางพันธุ (genetic gain) ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูง 1.30 เมตร เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีความเหมาะสมในแต่ละลักษณะพื้นที่ พื้นที่ละ 10 สายพันธุ์จากทั้งหมด 100 สายพันธุ์ จากนั้นได้จัดทำแผนที่แสดงความเหมาะสมของพื้นที่ด้วยข้อมูลความสูงของพื้นที่จากระดับน้ำทะเลปานกลาง และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี รวมถึงคัดเลือกเฉพาะพื้นที่ที่มีเอกสารสิทธิตามกฎหมาย และอยู่ในพื้นที่เกษตรกรรมซึ่งมีโอกาสในการเปลี่ยนรูปแบบการทำการเกษตรมาเป็นการปลูกสร้างสวนป่าเชิงพาณิชย์ของภาคเอกชน ผลการศึกษาพบว่าสายพันธุ์ที่ดีที่สุด 10 อันดับแรกในพื้นที่ อำเภอกองคาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ได้แก่หมายเลข 336, 335, 265, 324, 273, 160, 271, 267, 89 และ 333 ในพื้นที่จังหวัดกำแพงเพชร ได้แก่หมายเลข 120, 245, 282, 116, 327, 83, 129, 290, 146 และ 158 และในท้องที่จังหวัดสงขลา ได้แก่สายพันธุ์หมายเลข 246, 36, 119, 336, 292,

345, 91, 159, 27 และ 130 ตามลำดับ จากการประมวลผลข้อมูลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ สามารถแบ่งพื้นที่ตามสมรรถที่ดินในการปลูกไม้สักได้เป็น 5 ระดับได้แก่ระดับดีมาก มีพื้นที่ 4,383 ไร่ ระดับดี 89.66 ล้านไร่ ระดับปานกลาง 25.0 ล้านไร่ ระดับค่อนข้างเลว 3.22 ล้านไร่ และระดับเลวมีพื้นที่ 4,783 ไร่ รวมพื้นที่ที่สามารถปลูกสวนป่าไม้สักเพื่อเศรษฐกิจของประเทศทั้งหมดเท่ากับ 117.88 ล้านไร่

การเติบโตของไม้สักแต่ละสายพันธุ์มีการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมที่ขึ้นอยู่แตกต่างกัน ดังจะเห็นได้จากขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของสายพันธุ์เดียวกันแต่มีขนาดที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ปลูก ดังนั้นการปลูกไม้สักเพื่อเศรษฐกิจจะต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของสายพันธุ์กับพื้นที่เป็นสำคัญ เพราะจะส่งผลถึงกำลังผลิต และผลตอบแทนโดยตรง ดังนั้นผู้ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมการปลูกไม้เศรษฐกิจจะต้องส่งเสริมให้มีการปลูกสวนป่าไม้สักในพื้นที่ และสายพันธุ์ที่เหมาะสมเท่านั้น รวมถึงควรเลี่ยงการใช้กล้าไม้ที่ไม่ทราบแหล่งพันธุ์กรรมที่แน่ชัดในการปลูกสร้างสวนป่าเพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบในระยะยาว อีกทั้งต้องเร่งการขยายพันธุ์กล้าไม้จากสายพันธุ์ที่ดี ในปริมาณมาก

และกระจายกล้าไม้ให้ถึงมือผู้ปลูกอย่างทั่วถึง และรวดเร็วที่สุดเพื่อเพิ่มผลตอบแทนทางเศรษฐกิจแก่ผู้ประกอบการสวนป่ารวมถึงควรมีการนำสายพันธุ์ผ่านการคัดเลือกจากผลการศึกษาในครั้งนี้ไปขยายผลในรูปของแปลงทดลองในพื้นที่อื่นๆ ทั่วประเทศเพื่อทดสอบการเติบโตในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันออกไป

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กรมป่าไม้. 2556. องค์ความรู้ไม้สักไทย. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- ทศพร วัชรางกูร, จตุพร มังคลารัตน์, ประพาย แก่นนาค, สาโรจน์ วัฒนสุขสกุล, สมชาย นองเนื่อง และวิโรจน์ ครองกิจศิริ. 2553. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการวิจัยและคาดคะเนการเจริญเติบโตและผลผลิตของสวนป่าไม้เศรษฐกิจ. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- พงศ์ โสโน และนิรันดร์ ลอยชื่น. 2521. อัตราการเจริญเติบโตของสักในป่าห้วยทากอำเภอวังจันทน์ ลำปาง จากการวิเคราะห์ต่อไม้ที่ทำการปลูกสร้างสวนป่า ปี 2521. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- สถาบันบำรุงพันธุ์ไม้สัก. 2548. ข้อมูลการเจริญเติบโตของไม้สัก. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- สาโรจน์ วัฒนสุขสกุล, ประสิทธิ์ เพียรอนุรักษ์ และ จันรรจ์ เพียรอนุรักษ์. 2543. การวิจัย และพัฒนาพันธุ์ไม้สักเพื่อการปลูกสร้างสวนป่าเชิงพาณิชย์. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- สาโรจน์ วัฒนสุขสกุล. 2550. การพัฒนาสายพันธุ์ไม้สักเพื่อการปลูกสร้างสวนป่าเศรษฐกิจ. ใน การสัมมนาทางวนวัฒนวิทยครั้งที่ 8. 6-8 มิถุนายน 2550. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อนิวรรณ เกลิมพงษ์. 2535. การเจริญเติบโตของไม้สักในสวนป่าห้วยทาก. ใน สัมมนา 50 ปี สวนสักห้วยทากเฉลิมพระเกียรติ 60 พรรษา มหาราชินี. 5-8 สิงหาคม 2535. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- อภิชาติ ขาวสะอาด. 2528. คู่มือการปรับปรุงพันธุ์ไม้สัก. ฝ่ายวนวัฒนวิจัย, กองบำรุง, กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- Assis, T.F. and M.D.V. Resende. 2011. Genetic improvement of forest tree species. Crop Breed. **Appl. Biotechnol** 11.
- Baker, W.A. 1975. **Manual of Quantitative Genetics**. Students book corp. Washington.
- Ball, J.B., D. Pandey and S. Hirai. 1999. Global Overview of Teak Plantations. In **Proceeding of the Regional seminar site, Technology and Productivity of Teak Plantations**. 26-29 January, 1999. Chiang Mai, Thailand.
- Boonyuen, S., J. Mungkararat, P. Kannak, P. Pianhanurak, S. Wattanasuksakul and C. Pianhanurak. 2007. First evaluation clonal test of Teak (*Tectona grandis* L.f.) from rooted cutting seedlings set 1 at 5 year old. In **The 5th silvicultural seminar**. 27-29 March, 1991. Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok.
- Espitia, C. M., M.G Olman., C.P. Carlos. 2011. Expected genetic gain in teak (*Tectona grandis* L.f.) in Cordoba, Colombia. **Applied Life Science** 14 (1).
- Goh, D.K., D. Alloysius, J. Gidiman, H.K. Han, B. Mallet and O. Monteuiis. 2005. **Selection and propagation of superior teak for quality improvement in plantations: case study of the ICSB/Cirad-Forêt joint project**. Kerala Forest Research Institute, India and International Tropical Timber Organization, Japan.
- _____. and O. Monteuiis. 2005. Rationale for developing intensive teak clonal plantations, with special reference to Sabah. **Bois et Forêts des Tropiques** 285: 5-15.

- Goh, D.K.S., G. Chaix, H. Baillères and O. Monteuiis. 2007. Mass production and quality control of teak clones for tropical plantations. **The Yayasan Sabah Group and CIRAD**. Available source: http://bft.cirad.fr/cd/BFT_293_65-77.pdf, February 1, 2017.
- Jayasankar, S., L.C. Babu, K. Sudhakara and P.D. Kumar. 1999. Evaluation of provenances for seedling attributes in teak (*Tectona grandis* Linn. F.). **Silvae Genet.** 48: 115–122.
- Kaosa-ard, A., V. Suangtho and E.D. Kjaer. 1998. Genetic improvement of teak (*Tectona grandis*) in Thailand. **Forest Genetic Resources** 26: 21-29.
- Kjaer, E.D., H.R. Siegismund and V. Suangtho. 1996. A multivariate study on genetic variation in teak (*Tectona grandis* L.f). **Silvae. Genet.** 45: 361–368.
- Kumaravelu, G. 1993. Teak in India. pp. 27–34. In Henry, W. (ed.) **Teak in Asia**, FORSPA Publication No. 4, Bangkok.
- Mascarenhas, A.F., S.V. Kendurkar, P.K. Gupta, S.S. Khuspi and D.C. Agrawal. 1987. Tissue culture in Teak. In Bonga, J.M. and J. Durzan, (eds.) **Cell and Tissue Culture in Forestry**, Vol. II.
- Murillo, O. and Y. Badilla. 2004. **Breeding teak in Costa Rica**. IUFRO Forest Genetics Meeting Proceedings. NC State University, Charleston.
- Nicodemus, A., B. Nagarajan, A.K. Mandal and K. Subramanian. 2000. Genetic improvement of teak in India Potentials and Opportunities in Marketing and Trade of Plantation Teak: Challenge for the New Millennium. In **Proceedings of 3rd Regional Seminar on Teak**. 31 July–August, 2000. Faculty of Forestry, Gadjah Mada University, Yogyakarta, Indonesia.
- Pandey, D. and C. Brown. 2000. **Teak: a global overview**. Unasylva 51: 3–13.
- Pinyopusarker, K. 1990. **Acacia auriculiformis: An Annotated Bibliography**. Winrock International-F/FRED and ACIAR, Bangkok, Thailand.
- Rao, R.J. 2004. **Fast-growing teak clone developed**. The Hindu. Available source: <http://www.thehindu.com/2004/06/15/stories/2004061501870500.htm>, February 1, 2017.
- Sukchan, S and I. Noda. 2012. **Improvement of soil suitability mapping for teak plantations in Northeast Thailand**. JIRCAS working report no. 74. JIRCAS.
- Swain, D., S.C. Mohanty, R. Sharma, A.K. Mandal and B.N. Gupta. 1996. Preliminary analysis of quantitative characters in Teak. **Proc. Indian Natn. Sci. Acad.** (62): 169-172.
- Tangmitcharoen, S., S. Nimpila, J. Phuangjumpee. and P. Piananurak. 2012. **Two-year results of a clonal test of teak (*Tectona grandis* L.f.) in the Northeast of Thailand**. JIRCAS working report no. 74. JIRCAS, Japan.
- Viriyabuncha, C., S. Janmahasatian and K. Paewsa-ad. 2005. **Assessment of the Potentiality of Re-forestation Activities in Climate Change Mitigation**. Department of National park, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok.
- Wichiennopparat, W., M. Wanpinit, T. Visaratana, B. Kietvuttinon, I. Noda, S. Sukchan, A. Sasrisang and N. Soonthornwit. 2015. **Soil Suitability Map for Teak Plantation in Buriram and Ubon Ratchathani Provinces**. Royal Forest Department, Bangkok.
- White, K.J. 1991. **Teak: Some Aspects of Research and Development**. Report No. 1991/17, FAO/RAPA, Bangkok.