

นิพนธ์ต้นฉบับ

การทดสอบถิ่นกำเนิดของไม้กระถินเทพาอายุ 1 ปี
ที่สถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา

**Provenance Trials of 1-year old *Acacia mangium* Willd. at Wang Nam Khiew
Forestry Research and Training Station, Nakhon Ratchasima Province**

สมพร แม่ลิ้ม^{1*}ณัฐวัฒน์ คลังทรัพย์¹บุญวงศ์ ไทยอุตสาหะ²Somporn Maelim^{1*}Nathawat Khlangsap¹Bunvong Thaiutsa²¹คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

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

²มูลนิธิโครงการหลวง อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200

Royal Project Foundation, Chaingmai 50200, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: fforspm@ku.ac.th

รับต้นฉบับ 16 ตุลาคม 2560

รับลงพิมพ์ 13 พฤศจิกายน 2560

ABSTRACT

In Thailand, *Acacia mangium* Willd. as an exotic and fast-growing tree can be used to the wide range, such as, furniture, sawn wood, pulp and paper, and wood pellets. This experiment brought seeds from 14 different provenances to be planted at Wang Nam Khiew Forestry Research and Training Station. The studies aimed to test variation and comparative growth and heritability of those provenances. The results showed that *A. mangium* Willd. had survival rate between 76.39 - 97.22 percent. Diameter at ground level (D_0) was between 4.97 - 6.12 cm, diameter at breast height (DBH) was between 3.45 - 4.51 cm and height (Ht) was between 3.65 - 4.62 m. There were a significant difference in all traits when tested for variability. Heritability for D_0 , DBH and Ht were 50.41, 49.93 and 60.93%, respectively. When ranked scores to find the best provenances, it was found that provenance code no. 8 from Upper Aramia, PNG presented the best growth. At this early stage, it could be recommended that the most suitable provenance for planting is that from Upper Aramia (Papua New Guinea).

Keywords: *Acacia mangium*, variation, growth, heritability, provenance trials

บทคัดย่อ

กระถินเทพาเป็นไม้ต่างถิ่นที่เติบโตได้ดีในประเทศไทย สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย เช่น ทำเฟอร์นิเจอร์ ไม้แปรรูป เชื้อและกระด้าง เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด การทดลองนี้ได้นำเมล็ดพันธุ์จากถิ่นกำเนิดต่างๆ จำนวน 14 แหล่ง มาทำการปลูกที่สถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว เพื่อทำการทดสอบความผันแปรและเปรียบเทียบการเติบโตของถิ่นกำเนิด ค่าสภาวะถ่ายทอดพันธุกรรม ผลการทดลองพบว่ากระถินเทพามีอัตราการรอดตายอยู่ระหว่าง 76.39-97.22 เปอร์เซ็นต์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับขีดดินมีค่าอยู่ระหว่าง 4.97-6.12 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกมีค่าระหว่าง 3.45-4.51 เซนติเมตร และความสูงมีค่าระหว่าง 3.65-4.62 เมตร เมื่อทดสอบความแปรปรวนพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทุกลักษณะ ค่าสภาวะถ่ายทอดพันธุกรรมของ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับขีดดิน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และความสูง มีค่าเท่ากับ 50.41 49.93 และ 60.93% ตามลำดับ เมื่อจัดลำดับเพื่อหาถิ่นกำเนิดที่ดีที่สุดพบว่าถิ่นกำเนิด 8 จาก Upper Aramia, PNG มีค่าการเติบโตดีที่สุด จากผลการศึกษาในเรื่องต้นพอสรุปได้ว่าการปลูกสร้างสวนป่ากระถินเทพาควรเลือกถิ่นกำเนิดจากประเทศปาปัวนิวกินีจะทำให้การเติบโตที่ดีที่สุด

คำสำคัญ: กระถินเทพา ความผันแปร การเติบโต สภาวะถ่ายทอดพันธุกรรม การทดสอบถิ่นกำเนิด

คำนำ

กระถินเทพามีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Acacia mangium* Willd. อยู่ในวงศ์ Leguminosae เป็นพืชตระกูลถั่ว เป็นพันธุ์ไม้พื้นเมืองของประเทศออสเตรเลีย ในรัฐควีนส์แลนด์ ซึ่งมีสภาพทั่วไปใกล้เคียงกับป่าดิบชื้น เป็นไม้ขนาดกลางถึงใหญ่ เติบโตได้ดีในดินหลายชนิด เช่น ดินที่มีหินปะปน ดินที่ถูกชะล้างมาก่อน ซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ นอกจากนี้ยังขึ้นได้ดีบนดินลึกที่เกิดจากการสลายตัวของวัตถุดิบกำเนิด หรือดินที่เกิดจากการทับถมของตะกอนในบริเวณที่ลุ่ม ในรัฐควีนแลนด์ จะพบกระถินเทพาขึ้นทั่วไปบนดินซึ่งค่อนข้างเป็นกรด (pH 4-4.5) และไม่ค่อยพบมากนักในบริเวณที่ดินค่อนข้างเป็นด่าง (pH > 7) (กันดินันท์ และชิงชัย, 2545) การปลูกสร้างสวนป่ากระถินเทพาในประเทศไทยอย่างจริงจังพบว่า บริษัทไม้อัดไทยจำกัด ได้นำกระถินเทพาเข้ามาปลูกตั้งแต่ปี 2523 (บุญวงศ์, 2537) ซึ่งได้ทำการปลูกเป็นระยะเวลาดังกล่าวมาหลายรอบอายุตัดฟัน โดยทำการปลูกสลับกับไม้ยูคาลิปตัสเพื่อทำการปรับปรุงดิน รอบตัดฟันที่ปลูกมีอายุประมาณ 6-8 ปี (กันดินันท์ และชิงชัย, 2545)

กระบวนการปรับปรุงพันธุ์ไม้ป่ามักใช้เวลานาน (Zoble and Talbert, 1984) แต่อาจใช้กลยุทธ์การคัดเลือกเมื่อไม้ยังมีอายุน้อยเพื่อเร่งให้มีรอบของการปรับปรุงพันธุกรรมที่มากขึ้น (Lambeth et al., 1983) นอกจากนี้การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม (Genotype X Environment Interactions) มักเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงอันดับความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องระบุแหล่งที่มาของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม ก่อนการตัดสินใจเกี่ยวกับการวางแผนการปรับปรุงพันธุ์ โปรแกรมคัดเลือก และวิธีการทดสอบ (Matheson and Raymond, 1986) การอนุรักษและการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนของแหล่งพันธุกรรมขึ้นอยู่กับความรู้ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความผันแปรภายในของชนิดพันธุ์ (Na Takuathung et al., 2012) ดังนั้นการศึกษาความผันแปรของถิ่นกำเนิดจึงเป็นขั้นตอนที่สำคัญในงานปรับปรุงพันธุกรรมของไม้ทุกชนิด เพื่อการคัดกรองความผันแปรที่จะส่งผลให้มีผลผลิตสูงขึ้น และใช้ในงานปรับปรุงพันธุ์ในอนาคต การคัดเลือกถิ่นกำเนิดที่ดีที่สุดของชนิดพันธุ์ที่อยู่ในแผนย่อมนจะส่งผลให้ได้รับผลผลิตและผลตอบแทนที่คุ้มค่า

ในประเทศไทยงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบถิ่นกำเนิดของไม้ท้องถิ่นยังมีค่อนข้างน้อย ส่วนใหญ่เน้นไม้ที่มีค่าทางเศรษฐกิจต่างถิ่นที่โตเร็ว เช่น กระถินณรงค์ (วาทินี, 2542; Swatdipakdi, 1992) สนทะเล (ศุภสิทธิ์, 2543; Rattanachol, 1997; Thaiutsa *et al.*, 2002) สนประติพัทธ์ (Sengloung, 2002) ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลด้า (Maelim, 2000; Maid 2006) สนสองใบ (Popomsree, 2006) ขี้เหล็กบ้าน (Na Takuatung, 2005) และยางนา (อุยารัตน์ และคณะ, 2556) ในส่วนของกระถินเทพาได้มีการศึกษาอยู่บ้างกว่า 30 ปีที่แล้ว เช่น Pipatwattanakul (1989) และ Lawskul (1991) ได้ทำการศึกษาที่สวนป่าลาดกระบัง จังหวัดฉะเชิงเทรา และถิ่นกำเนิดที่ใช้ทำการศึกษาส่วนใหญ่มาจากประเทศออสเตรเลีย ปัจจุบันมีการค้นพบถิ่นกำเนิดใหม่ๆ ซึ่งนำมาเมล็ดไปปลูกพบว่ามีการเติบโตที่ดีแต่ยังไม่มีการศึกษาในประเทศไทย วัตถุประสงค์ของการทดลองในครั้งนี้เพื่อเปรียบเทียบการเติบโตของกระถินเทพาจาก 14 ถิ่นกำเนิด ตรวจสอบค่าสภาวะถ่ายทอดพันธุกรรม และ

เพื่อคัดเลือกถิ่นกำเนิดที่สามารถปรับตัวเข้ากับพื้นที่ที่ทำการศึกษาคิด

อุปกรณ์ และวิธีการ

แหล่งเมล็ด

เมล็ดที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนจาก CSIRO ออสเตรเลีย มีทั้งหมด 13 ถิ่นกำเนิด และใช้ถิ่นกำเนิดในประเทศไทย 1 ถิ่นกำเนิดคือ สะแกราห์เพื่อใช้เป็นถิ่นกำเนิดเปรียบเทียบ (Table 1) เมล็ดกระถินเทพาที่ใช้ในการศึกษาได้รับการพิสูจน์แล้วว่าเติบโตได้ดีในประเทศเวียดนาม นอกจากนี้ Bouasavanh and Thaiutsa (1999) ได้ทำการศึกษาสวนเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าดงพญาไฟ โดยประชาชนลาวพบว่าไม้กระถินเทพาที่มีถิ่นกำเนิดจากป่าบริเวณกัมพูชาและรัฐควีนส์แลนด์ ประเทศออสเตรเลียเติบโตได้ดีที่สุดทั้งแง่ของเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก ความสูง และปริมาตรของลำต้นเมื่อเปรียบเทียบกับไม้ยูคาลิปตัสชนิดและถิ่นกำเนิดต่างๆ

Table 1 Details of *Acacia mangium* provenances.

Provenance Codes	CSIRO Seedlot	Type	Location	
1	21300	Improved	SPA Dong Ha	Vietnam
2	21215	Improved	CSO Vietnam	Vietnam
3	20935	Improved	SSO Siloo	Philippines
4	20045	Wild	Pascoe river	QLD, Australia
5	20135	Wild	Pohaturi	PNG
6	20134	Wild	Binaturi	PNG
7	20131	Wild	Lower Fly	PNG
8	20130	Wild	Upper Aramia	PNG
9	20128	Wild	Balimo	PNG
10	20127	Wild	Lake murray	PNG
11	19863	Wild	Aiambak fly river	PNG
12	19679	Wild	Bituri WP	PNG
13	19678	Wild	Oriomo WP	PNG
14	-	-	Sakaerat	Thailand

สถานที่ทำการศึกษา

ทำการศึกษาที่สถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์ วนน้ำเขียว ตั้งอยู่ในท้องที่ตำบลอุดมทรัพย์ อำเภอวนน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา เส้นรุ้งที่ 14 องศา 30 ลิปดาเหนือ และ เส้นแวงที่ 101 องศา 55 ลิปดาตะวันออก ริมทางหลวงหมายเลข 304 ซึ่งเชื่อมระหว่างอำเภอภักดีชุมพล จังหวัดนครราชสีมา กับอำเภอบัวชุม จังหวัดนครราชสีมา อยู่ห่างจากกรุงเทพมหานคร ประมาณ 300 กิโลเมตร (วันชัย, 2542) พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นลูกคลื่นลาดลอน มีความสูงอยู่ระหว่าง 300 ถึง 400 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 26.4 องศาเซลเซียส และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,000 มิลลิเมตร/ปี ลักษณะทางธรณีส่วนใหญ่เป็นหินทรายแทรกสลับด้วยหินทรายปนกรวด มีดินสีน้ำตาลปนทราย ระบายน้ำดี เนื้อดินชั้นบนเป็นดินร่วนหรือดินร่วนปนทราย ส่วนดินชั้นล่างเป็นดินปนเศษหิน สีดินเป็นสีน้ำตาลเหลือง หรือสีแดง มีความอุดมสมบูรณ์ค่า pH ประมาณ 5.0-6.0 (นันทชัย และคณะ, 2558)

ผลการทดลอง

แปลงทดสอบถินกำเนิดไม้กระถินเทพา วางผังการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ แต่ละซ้ำปลูกกระถินเทพา 14 ถิ่นกำเนิดที่ต้องการศึกษา ในแต่ละแปลงย่อยปลูกกระถินเทพา จำนวนถิ่นกำเนิดละ 6 แถว แถวละ 6 ต้น รวม 36 ต้น ใช้ระยะปลูก 3 × 3 เมตร

การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวัดข้อมูลการเติบโตด้านความโตของต้นไม้ทุกต้นในแปลงทดลอง ได้แก่ เส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับซัดดิน (diameter at ground level, D_0) (เซนติเมตร) เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (diameter at breast height, DBH) (เซนติเมตร) และการเติบโตทางด้านความสูง (เมตร)

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. คำนวณหาค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ของเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับซัดดิน เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก ความสูง และอัตราการรอดตาย ของแต่ละถิ่นกำเนิด ในแต่ละซ้ำของการทดลอง วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) ของแต่ละลักษณะ ค่าอัตราการรอดตายจะแปลงเป็นค่า Arcsin ก่อนแล้วจึงนำเข้าวิเคราะห์ทางสถิติ หากมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ จะเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT)

2. เปรียบเทียบความผันแปรของถิ่นกำเนิด และสิ่งแวดล้อม ค่าสัมประสิทธิ์ของความผันแปรของถิ่นกำเนิด (provenance coefficient of variation, PCV) และค่าสัมประสิทธิ์ของความผันแปรของสิ่งแวดล้อม (environmental coefficient of variation, ECV) จะคำนวณจากค่าการเติบโตโดยวิธีการของ Loha *et al.* (2006)

$$PCV = \frac{(\sigma_{pro}^2)}{Mean} \times 100 \quad (1)$$

$$ECV = \frac{(\sigma_{pro}^{1/2})}{Mean} \times 100 \quad (2)$$

3. ความสามารถในการถ่ายทอดพันธุกรรม (broad sense heritability, H^2) คำนวณจากอัตราส่วนของความผันแปรของถิ่นกำเนิด (provenance variance) กับความผันแปรทั้งหมด (total (phenotypic) variance) Loha *et al.* (2006)

$$H^2 = \frac{(\sigma_{pro}^2)}{(\sigma_{pro}^2 + \sigma_e^2)} \quad (3)$$

4. หาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการเติบโต โดยหาค่าสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ (Correlation coefficient, r) ระหว่างลักษณะต่างๆ

5. การจัดลำดับ (rank) ของถิ่นกำเนิดจะใช้วิธีการของ Maid (2006) โดยให้ความสำคัญของการเติบโตในลักษณะต่างๆ เท่ากัน

ผลและวิจารณ์

อัตราการรอดตาย

อัตราการรอดตายของการทดสอบถิ่นกำเนิดไม้กระถินเทพา เมื่ออายุ 1 ปี เมื่อทดสอบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างถิ่นกำเนิด

($F=2.51^*$) (Table 2) กระถินเทพา ถิ่นกำเนิด 14 (สะแกราช) มีอัตราการรอดตายมากที่สุดคือ 97.22 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ถิ่นกำเนิด 4 (Pascoe river, QLD) 96.53 เปอร์เซ็นต์ ถิ่นกำเนิด 8 (Upper Aramia, QLD) 95.83 เปอร์เซ็นต์ และถิ่นกำเนิด 3 (Siloo, Philippines) 95.14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

Table 2 Analysis of variance for survival percentage (convert to arcsin) (Sur), diameter at ground level (D_0), diameter at breast height (DBH) and height (Ht) of *Acacia mangium*.

Source of variation	DF	Variance component				Expected mean square ¹
		Sur	D_0	DBH	Ht	
Block	3	3.94	6.33	3.46	20.47	
Provenance	13	2.51*	5.13**	4.97**	10.77**	$\sigma_e^2 + 4\sigma_{pro}^2$
Error		0.03	4.47	2.56	0.97	σ_e^2

Remarks: * = significant ($P<0.05$); ** = highly significant ($P<0.01$)

¹ σ_e^2 = environmental variance; σ_{pro}^2 = provenance variance

ผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่ากระถินเทพาจากถิ่นกำเนิดต่างๆ มีอัตราการรอดตายค่อนข้างสูง คือมีค่าเฉลี่ยของทุกถิ่นกำเนิดเท่ากับ 90.02 เปอร์เซ็นต์ แต่มีค่าน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการศึกษาของ Lawskul (1991) ที่รายงานว่ากระถินเทพาในแปลงทดสอบถิ่นกำเนิดอายุ 2 ปี ที่สวนป่าลาดกระบัง จังหวัดละโว้ มีอัตราการรอดตายเฉลี่ยสูงถึง 99.75 เปอร์เซ็นต์ สุริย์ (2522) รายงานว่าอัตราการรอดตายของกระถินเทพาขึ้นอยู่กับ การเลือกพื้นที่ การคัดเลือกถิ่นกำเนิดและความปราณีตในการจัดการ อย่างไรก็ตามกระถินเทพาเป็นไม้ที่สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ส่งผลให้สามารถเติบโตได้ดีในเกือบทุกสภาพ

ถิ่นกำเนิด 14 (สะแกราช) เป็นถิ่นกำเนิดที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงกับสถานที่ทดลอง จึงส่งผลให้มีการปรับตัวและเกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมจนเข้ากับสภาพแวดล้อมใหม่ ผ่านกระบวนการคัดเลือกตามธรรมชาติหรือการคัดเลือกโดยมนุษย์ในช่วงชีวิตเดียวหรือมากกว่า (สุวรรณ, 2557) โดยหมู่ไม้อาจมีลักษณะดีหรือไม่ดีก็ได้ ขึ้นอยู่กับความสามารถในการปรับตัวและแหล่งที่มาของเมล็ดที่ใช้ปลูกตอนเริ่มแรก (Eldridge et al., 1997)

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับซิดดิน

ผลการศึกษาพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่าง 4.97 - 6.12 เซนติเมตร (Table 3) เมื่อทดสอบสถิติพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($F=5.13^{**}$) ถิ่นกำเนิดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับซิดดินสูงสุดคือ ถิ่นกำเนิด 6 (Binaturi, PNG) 6.12 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่ ถิ่นกำเนิด 8 (Upper Aramia, PNG) 6.10 เซนติเมตร ถิ่นกำเนิด 13 (Oriomo WP, PNG) 5.93 เซนติเมตร ถิ่นกำเนิด 9 (Balimo, PNG) 5.92 เซนติเมตร และ ถิ่นกำเนิด 10 (Lake murray, PNG) 5.90 เซนติเมตร ตามลำดับ

จะเห็นได้ว่า 5 อันดับแรกพบว่าเป็นถิ่นกำเนิดที่มาจากประเทศปาปัวนิวกินีทั้งนั้น แม้จะใช้เมล็ดที่ผ่านการปรับปรุงพันธุ์จากประเทศเวียดนาม ฟิลิปปินส์ ก็ยังมีการเติบโตดีกว่าถิ่นกำเนิดจากปาปัวนิวกินี ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมของประเทศไทยมีความคล้ายคลึงกับประเทศปาปัวนิวกินีมากกว่า ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Lawskul (1991) ที่พบว่ากระถินเทพาจากประเทศปาปัวนิวกินีเติบโตได้ดีในประเทศไทย

Table 3 Average survival percentage (Sur, %), diameter at ground level (D_0 , cm), diameter at breast height (DBH, cm) and height (Ht, m) of 1-year old *Acacia mangium*.

Provenance Codes	Sur $\pm$ SE (%)	$D_0 \pm$ SE (cm)	DBH $\pm$ SE (cm)	Ht $\pm$ SE (m)
1	93.75 $\pm$ 5.26 ^{abc}	5.68 $\pm$ 0.87 ^{abcde}	4.13 $\pm$ 0.69 ^{ab}	4.32 $\pm$ 0.49 ^{bcd}
2	88.19 $\pm$ 5.73 ^{bcd}	4.98 $\pm$ 0.49 ^f	3.69 $\pm$ 0.25 ^{cd}	4.13 $\pm$ 0.34 ^{de}
3	95.14 $\pm$ 4.74 ^{abc}	5.75 $\pm$ 0.77 ^{abcd}	4.22 $\pm$ 0.55 ^{ab}	4.55 $\pm$ 0.78 ^{ab}
4	96.53 $\pm$ 3.50 ^{ab}	5.77 $\pm$ 1.04 ^{abc}	4.09 $\pm$ 0.65 ^{abc}	4.33 $\pm$ 0.51 ^{bcd}
5	88.19 $\pm$ 5.73 ^{bcd}	5.26 $\pm$ 1.02 ^{cdef}	3.84 $\pm$ 0.72 ^{bcd}	4.04 $\pm$ 0.41 ^e
6	87.50 $\pm$ 9.21 ^{abcd}	6.12 $\pm$ 0.72 ^a	4.35 $\pm$ 0.44 ^a	4.31 $\pm$ 0.33 ^{bcd}
7	76.39 $\pm$ 8.64 ^d	5.13 $\pm$ 0.24 ^{ef}	3.64 $\pm$ 0.14 ^f	3.74 $\pm$ 0.11 ^f
8	95.83 $\pm$ 3.59 ^{abc}	6.10 $\pm$ 0.48 ^{ab}	4.51 $\pm$ 0.49 ^a	4.62 $\pm$ 0.39 ^a
9	88.89 $\pm$ 10.14 ^{abcd}	5.92 $\pm$ 0.61 ^{ab}	4.29 $\pm$ 0.44 ^a	4.40 $\pm$ 0.38 ^{abc}
10	85.42 $\pm$ 9.98 ^{bcd}	5.90 $\pm$ 0.74 ^{ab}	4.22 $\pm$ 0.42 ^{ab}	4.34 $\pm$ 0.37 ^{abcd}
11	90.28 $\pm$ 6.61 ^{abcd}	5.18 $\pm$ 0.86 ^{def}	3.83 $\pm$ 0.64 ^{bcd}	4.22 $\pm$ 0.52 ^{cde}
12	84.72 $\pm$ 10.76 ^{cd}	5.56 $\pm$ 1.00 ^{bcddef}	4.11 $\pm$ 0.66 ^{abc}	4.10 $\pm$ 0.47 ^{de}
13	92.36 $\pm$ 9.98 ^{abc}	5.93 $\pm$ 0.57 ^{ab}	4.28 $\pm$ 0.56 ^a	4.43 $\pm$ 0.64 ^{abc}
14	97.22 $\pm$ 3.21 ^a	4.97 $\pm$ 0.90 ^f	3.45 $\pm$ 0.69 ^f	3.65 $\pm$ 0.30 ^f
Overall men	90.02	5.61	4.07	4.25
F-value	2.51*	5.13**	4.97**	10.77**

Remarks: * = significant ($P < 0.05$) ** = highly significant ($P < 0.01$)

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก

ผลการศึกษพบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.45-4.51 เซนติเมตร (Table 3) เมื่อทดสอบสถิติพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($F=4.97^{**}$) ถิ่นกำเนิดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกสูงสุดคือ ถิ่นกำเนิด 8 (Upper Aramia, PNG) 4.51 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่ถิ่นกำเนิด 6 (Binaturi, PNG) 4.35 เซนติเมตร ถิ่นกำเนิด 9 (Balimo, PNG) 4.29 เซนติเมตร ถิ่นกำเนิด 13 (Oriomo WP, PNG) 4.28 เซนติเมตร และถิ่นกำเนิด 3 (Siloo, Philippines) 4.22 เซนติเมตร ตามลำดับ

เช่นเดียวกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับคอราก 5 อันดับแรกที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกที่ดีที่สุดล้วนมาจากประเทศปาปัวนิวกินี เช่นเดียวกับ Samountry (1998) พบว่ากระถินเทพาอายุ 1 ปี ในแปลงทดสอบถิ่นกำเนิด ถิ่นกำเนิดจากปาปัวนิวกินี (PNG) มี DBH ระหว่าง 1.9-3.0 เซนติเมตร ส่วนถิ่นกำเนิดจาก

ควีนส์แลนด์ (QLD) มีค่า DBH ระหว่าง 1.9-2.0 เซนติเมตร ที่เวียดนาม Nghia and Kha (1998) ได้รายงานว่ากระถินเทพาอายุ 20 เดือน ที่ปลูกที่ La Nga มี DBH ระหว่าง 3.2- 5.0 เซนติเมตร เช่นเดียวกับที่ฟิลิปปินส์กระถินเทพาจากปาปัวนิวกินีก็สามารถเติบโตได้ดีกว่ากระถินเทพาจากถิ่นกำเนิดควีนส์แลนด์ จากผลการทดลองของ Arnold *et al.* (1998) กระถินเทพาที่นำมาปลูกที่ Abayawan อายุ 8 เดือน ถิ่นกำเนิดจากปาปัวนิวกินีมี DBH อยู่ระหว่าง 4.5-5.1 เซนติเมตร ส่วนถิ่นกำเนิดจากควีนส์แลนด์มี DBH ระหว่าง 4.5-4.7 เซนติเมตร

ความสูง

ผลการศึกษพบว่าความสูงมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.65-4.62 เมตร (Table 3) เมื่อทดสอบสถิติพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($F=10.77^{**}$) ถิ่นกำเนิดที่มีความสูงมากที่สุดคือถิ่นกำเนิด 8 (Upper Aramia, PNG)

4.62 เมตร รองลงมาได้แก่ถิ่นกำเนิด 3 (Siloo, Philippines) 4.55 เมตร ถิ่นกำเนิด 13 (Oriomo WP, PNG) 4.43 เมตร ถิ่นกำเนิด 9 (Balimo, PNG) 4.40 เมตร และถิ่นกำเนิด 10 (Lake murray, PNG) 4.34 เมตร ตามลำดับ

ด้านความสูงจะพบว่ามีการเติบโตจากประเทศฟิลิปปินส์สอดคล้องกันมาแต่อีก 4 อันดับที่มีความสูงเฉลี่ยสูงที่สุดก็ยังคงเป็นถิ่นกำเนิดจากปาปัวนิวกินี เช่นเดียวกับ Samountry (1998) พบว่ากระถินเทพาอายุ 1 ปี ในแปลงทดสอบถิ่นกำเนิด ถิ่นกำเนิดจากปาปัวนิวกินี (PNG) มีความสูงระหว่าง 2.0-2.9 เมตร ส่วนถิ่นกำเนิดจากควีนส์แลนด์ (QLD) มีค่าความสูงระหว่าง 2.3-2.5 เมตร ที่เวียดนาม Nghia and Kha (1998) ได้รายงานว่ากระถินเทพาอายุ 20 เดือน ที่ปลูกที่ La Nga มีความสูงอยู่ระหว่าง 3.0- 4.1 เมตร เช่นเดียวกับที่ฟิลิปปินส์กระถินเทพาจากปาปัวนิวกินีก็สามารถเติบโตได้ดีกว่ากระถินเทพาจากถิ่นกำเนิด ควีนส์แลนด์ จากผลการทดลองของ Arnold *et al.* (1998) กระถินเทพาที่นำมาปลูกที่ Abayawan อายุ 8 เดือน ถิ่นกำเนิดจากปาปัวนิวกินีและควีนส์แลนด์มีความสูงเฉลี่ย 2.1 เมตร

สถานะถ่ายทอดพันธุกรรม

ผลการหาค่าสถานะถ่ายทอดพันธุกรรมอย่างกว้าง (broad sense heritability) ส่วนใหญ่พบว่ามีความมากกว่า 50% (Table 4) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับซิดดิน และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก มีค่าเท่ากับ 50.41% และ 49.93% ตามลำดับ ส่วนค่าสถานะถ่ายทอดพันธุกรรม ของความสูงมีค่าเท่ากับ 60.93% นั้นหมายความว่าขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางทั้งสองลักษณะจะมีความผันแปรตามสิ่งแวดล้อมมากกว่าความสูง สอดคล้องกับการทดลองของ Na Takuathung *et al.* (2012) ที่พบว่าค่าสถานะถ่ายทอดพันธุกรรมของลักษณะการเติบโตของซี่เหล็กบ้านเมื่อไม่มีอายุ 2 และ 6 เดือน มีค่ามากกว่า 60% ขึ้นไป เช่นเดียวกับ ชนะ (2540) พบว่าค่าสถานะถ่ายทอดพันธุกรรมของการเติบโตของไม้กล้าไม้ประดู่ป่าในเรือนเพาะชำ อายุ 1 ปี มีค่ามากกว่า 80%

ผลการหาค่าสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ของลักษณะการเติบโตของกระถินเทพาอายุ 1 ปี พบว่ามีความสัมพันธ์ไปทิศทางเดียวกันคือมีความสัมพันธ์ด้านบวกสูงมาก (Table 5)

Table 4 Provenance and environmental coefficient of variation and broad sense heritability for growth traits of *A. mangium*.

Trait	Overall mean	Coefficient of variation (%)		Heritability (%)
		Provenance	Environment	
D ₀	5.61	38.31	37.69	50.41
DBH	4.07	39.20	39.31	49.93
Ht	4.25	36.15	23.17	60.93

Table 5 Inter-trait correlations of growth parameters of *A. mangium* provenances. (n=14)

Parameter	D ₀	DBH	Ht
D ₀	1.0	0.97**	0.81**
DBH		1.0	0.90**
H			1.0

Remarks: D₀ = diameter at ground level, DBH = diameter at breast height, Ht = height

การจัดลำดับถิ่นกำเนิด

จากการจัดลำดับคะแนนถิ่นกำเนิดโดยใช้ลักษณะการเติบโตมาเป็นตัวให้คะแนน ผลการจัดลำดับพบว่า ถิ่นกำเนิด 8 (Upper Aramia, PNG) อยู่ในลำดับที่ 1 คือมีการเติบโตดีในทุกลักษณะ รองลงมาคือถิ่นกำเนิด 13 (Oriomo WP, PNG) ถิ่นกำเนิด 6 (Binaturi, PNG) ถิ่นกำเนิด 9 (Balimo, PNG) และถิ่นกำเนิด 3 (Siloo, Philippines) ตามลำดับ (Table 6)

จากการที่ลักษณะการเติบโตของกระถินเทพาจากถิ่นกำเนิดต่างๆ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (Table 2) จึงมีความเป็นไปได้ในการคัดเลือกถิ่นกำเนิดที่ดีเพื่อวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงพันธุ์ไม้ชนิดนี้ต่อไป ถิ่นกำเนิดที่มีการเติบโตสูงที่สุดในอันดับแรกๆ ควรถูกคัดเลือกเพื่อนำเมล็ดมาใช้ในการปลูกสร้างสวนป่าในบริเวณสถานที่ทำการศึกษาระดับภูมิภาคใกล้เคียงที่มีสภาพภูมิอากาศใกล้เคียงกัน

Table 6 Ranking of 14 provenances of *A. mangium* based on diameter at ground level (D_0), diameter at breast height (DBH) and height (Ht).

Provenance Code	D_0 (cm)	DBH (cm)	Ht (m)	Total score	Composite Ranking
1	5.68 (8)	4.13 (7)	4.32 (7)	22	8
2	4.98 (13)	3.69 (12)	4.13 (10)	35	12
3	5.75 (7)	4.22 (5)	4.55 (2)	14	5
4	5.77 (6)	4.09 (9)	4.33 (6)	21	7
5	5.26 (10)	3.84 (10)	4.04 (12)	32	11
6	6.12 (1)	4.35 (2)	4.31 (8)	11	3
7	5.13 (12)	3.64 (13)	3.74 (13)	38	13
8	6.10 (2)	4.51 (1)	4.62 (1)	4	1
9	5.92 (4)	4.29 (3)	4.40 (4)	11	4
10	5.90 (5)	4.22 (6)	4.34 (5)	16	6
11	5.18 (11)	3.83 (11)	4.22 (9)	31	10
12	5.56 (9)	4.11 (8)	4.10 (11)	28	9
13	5.93 (3)	4.28 (4)	4.43 (3)	10	2
14	4.97 (14)	3.45 (14)	3.65 (14)	42	14

สรุป

กระถินเทพามีการเติบโตที่ดีและสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมที่สถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียวได้เป็นอย่างดี กระถินเทพาที่มาจากถิ่นกำเนิดปาปัวนิวกินีมีการเติบโตดีที่สุด รองลงมาคือถิ่นกำเนิดจากเวียดนาม และถิ่นกำเนิดท้องถิ่นจากสะแกราช ตามลำดับ ถิ่นกำเนิดสะแกราชแม้จะมีเปอร์เซ็นต์การรอดตายสูง แต่ก็มีการเติบโตที่น้อยกว่าถิ่นกำเนิดอื่นๆ ส่วนถิ่นกำเนิดจากเวียดนามแม้จะผ่านกระบวนการปรับปรุงพันธุ์มาแล้ว แต่ก็ยังมีการเติบโต

ที่น้อยกว่าถิ่นกำเนิดจากปาปัวนิวกินีซึ่งเป็นแหล่งเมล็ดตามธรรมชาติ หากมีการดำเนินการปลูกกระถินเทพาเพื่อวัตถุประสงค์ทางเศรษฐกิจควรเลือกใช้เมล็ดหรือแหล่งพันธุ์จากปาปัวนิวกินีเป็นหลัก

การคัดเลือกถิ่นกำเนิดในระยะแรกๆ ของการเติบโตในการทดลองนี้ใช้การเติบโตเพียงแค่ 1 ปี ก็น่าจะขึ้นต้นและพิสูจน์ได้เบื้องต้นแล้วว่ากระถินเทพาจากแหล่งใดเหมาะสม เนื่องจากระยะตัดฟันของกระถินเทพาสั้นแค่ 6-8 ปี จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงผลว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญอย่างชัดเจนในทุกลักษณะอย่างไรก็ตามความหลากหลายทางพันธุกรรม

ของกระถิ่นเทพาก็เป็นข้อควรพิจารณา จึงควรนำเมล็ดพันธุ์รุ่นใหม่และถิ่นกำเนิดใหม่ๆ เข้ามา เพราะหากใช้เมล็ดหรือแหล่งพันธุ์ที่เฉพาะเจาะจงเกินไปจะส่งผลเสียกับฐานพันธุกรรมในอนาคต

คำนิยม

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยภาคสนามจากคณะวนศาสตร์ และขอขอบคุณ CSIRO และ Australian Tree Seed Centre ที่ได้ให้การสนับสนุนเมล็ดพันธุ์ไม้ทั้งหมดที่ใช้ในการทดลองภายใต้การประสานงานของคุณคงศักดิ์ ภิญญาภักย์ วนศาสตร์รุ่นที่ 33

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กันดินันท์ ผิดสอาด และ ชิงชัย วิริยะบัญชา. 2545. การเจริญเติบโตและมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้กระถิ่นเทพา. ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้, กรมป่าไม้.
- ชนะ ผิวเหลือง. 2540. การทดสอบสายพันธุ์และถิ่นกำเนิดของกล้าไม้ประดู่ในเรือนเพาะชำ. วารสารวนศาสตร์ 16: 23-33.
- นันทชัย พงศ์พัฒนานุรักษ์, วสันต์ จันทร์แดง, แสงสรรค์ ภูมิสถาน, สราวุธ สังข์แก้ว, รุ่งเรือง พูลศิริ, พิชิต ลำไย, ปิยวัฒน์ ดิลกสัมพันธ, นรินทร์ จำวงษ์, พยัคคิพล ณรงค์ชวนะ, ยุทธพงษ์ ศิริมังคละ และ นพพร จันทร์เกิด. 2558. แผนพัฒนาป่าสาธิตวังน้ำเขียวอำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา (พ.ศ. 2559 - 2563). คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- บุญวงศ์ ไทยอุดคำ. 2537. กระถิ่นเทพาไม้ที่นำจับตามองสำหรับพื้นที่เสื่อมโทรม ฝนชุก และดินมีความชุ่มชื้นสูง. ใน ร้อยบทความป่าไม้ 2538. ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วันชัย อรุณประภารัตน์. 2542. แนวทางการใช้ประโยชน์พื้นที่สถานีฝักนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว, น. 25-32. ใน คณะวนศาสตร์, ผู้รวบรวม. สวนรวมพรรณไม้ป่าเฉลิมพระเกียรติ ร. 9 ณ สถานีฝักนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว อ.วังน้ำเขียว จ.นครราชสีมา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วาทีณี ทองเชตุ. 2542. ความผันแปรระหว่างถิ่นกำเนิดของชดสัณยในไม้กระถิ่นณรงค์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศุภสิทธิ์ ชุนเชาวฤทธิ์. 2543. การทดสอบถิ่นกำเนิดของไม้สนทะเลที่สถานีฝักนิสิตวนศาสตร์ ห้วยยางอำเภอทับสะแก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุริย์ ภูมิภมร. 2522. เมล็ดพรรณไม้ป่าในเขตร้อน. ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ. 2557. แนวทางการพัฒนาแหล่งเมล็ดพันธุ์ไม้ป่า. สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้, กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- อุษารัตน์ เทียนไชย, ศาพิศ ดิลกสัมพันธ และ สุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ. 2556. สถานภาพปัจจุบันและแนวทางการจัดการของการอนุรักษ์พันธุกรรมนอกถิ่นกำเนิดไม้ยางนาของกรมป่าไม้. วารสารวนศาสตร์ 32 (ฉบับพิเศษ): 119-132.
- Arnold, R.J., A. Gonzales and A. Abraquez. 1998. Domestication of exotic species in Bukidnon province, Philippines, pp. 136-142. In Turnbull, J.W., H.R. Crompton and K. Pinyopusarek (eds) **Recent Developments in Acacia Plantation**. Proceeding of an international workshop held in Hanoi, Vietnam 27-30 October. ACIAR Proceeding No. 82.
- Bouasavanh, S. and B. Thaiutsa. 1999. Three-year-old growth of exotic species and provenances

- planted in Lao PDR, pp. 13-17. *In Proceeding of International Workshop of BIO-REFOR, November 3-5, 1998*. Manila, Philippines.
- Eldridge, K., J. Davidson, C. Hardwood and G.V. Wyk. 1997. **Eucalypt Domestication and Breeding**. Oxford University Press, Oxford.
- Lambeth, C.C., J.P. Van Buijtenen, S.D. Duke and R.B. Mc Cullagh. 1983. Early selection is effective in 20-year-old genetics tests of loblolly pine. *Silvae Genet.* 32: 210-215.
- Lawsukul, S. 1991. **Provenance trials of *Acacia mangium* Willd. at Lad Krating Plantation, Chachoengsao**. MSc. Thesis, Kasetsart University.
- Loha, A., M. Tigabu, D. Teketay, K. Lundkvist and A. Fries. 2006. Provenance variation on seed morphometric traits, germinations, and seedling growth of *Cordia africana* Lam. *New Forests* 32(1): 71-86.
- Maelim, S. 2000. **Provenance Variation on Certain Morphological Characteristics of Indonesian *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake at Lad Krating Plantation, Chachoengsao**. MSc. Thesis, Kasetsart University.
- Maid, M. 2006. **Provenance Variation and Progeny Testing of *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake Grown at Lad Krating Plantation, Chachoengsao Province**. MSc. Thesis, Kasetsart University.
- Matheson, A.C. and C.A. Raymond. 1986. A review of provenance x environment interaction: its practical importance and use with particular reference to the tropics. *Commonw. For. Rev.* 65: 283-302.
- Na Takuathung, C. 2005. **Provenance Variation on Wood Quality of *Acacia mangium* Willd.** MSc. Thesis, Kasetsart University.
- _____, D. Pipatwattanukul and S. Bhumibhamon. 2012. Provenance variation in seed morphometric traits and growth performance of *Senna siamea* (Lam.) Erwin et Barneby at Lad Krating Plantation, Chachoengsao Province, Thailand. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 46: 394-407.
- Nghia, N.H. and L.D. Kha. 1998. Selection of *Acacia* species and provenances for planting in Vietnam, pp. 130-135. *In* Turnbull, J.W., H.R. Crompton and K. Pinyopusarerk (eds) **Recent Developments in Acacia Plantation**. Proceeding of an international workshop held in Hanoi, Vietnam 27-30 October. ACIAR Proceeding No. 82.
- Pipatwattanukul, D. 1989. **Provenance Variation in Wood Basic Density of *Acacia mangium* Willd. at Lad Krating Plantation, Chachoengsao**. MSc. Thesis, Kasetsart University.
- Popromsree, K. 2006. **Provenance Variation on Certain Characteristics and in Situ Gene Conservation Forest of Merkus Pine (*Pinus merkusii* Jungh. & De Vriese)**. MSc. Thesis, Kasetsart University.
- Rattanachol, K. 1997. **Provenance Variation on Morphological, Anatomical and Physiological Characteristics of *Casuarina equisetifolia* Grown at Lad Krating Plantation, Chachoengsao**. MSc. Thesis, Kasetsart University.
- Samountry, X. 1998. *Acacia mangium*: Potential species for commercial plantations in Lao PDR, pp. 102-105. *In* Turnbull, J.W., H.R. Crompton and K. Pinyopusarerk (eds) **Recent Developments in Acacia Plantation**. Proceeding of an international workshop held

- in Hanoi, Vietnam 27-30 October. ACIAR Proceeding No. 82.
- Sengloung, R. 2002. **Provenance Variation on Certain Morphological Characteristics of *Casuarina junghuhniana* Miq. at Lad Krating Plantation in Chachoengsao, Thailand.** MSc. Thesis, Kasetsart University.
- Swatdipakdi, R. 1992. **Provenance Variation in Growth Performances and Some Phyllode Characteristics of *Acacia auriculiformis* A. Cunn. ex Benth. at Lad Krating Plantation, Chachoengsao.** MSc. Thesis, Kasetsart University.
- Thaiutsa, B., P. Meekaew and S. Chunchaowarit. 2002. International provenance trials of *Casuarina equisetifolia* in southern Thailand, pp. 19-25. *In* Katsuaki, I., M. Masaya and S. Kazou (eds). **Proceeding of the International Workshop of BIO-REFOR, October 7-11, 2001.** Tokyo, Japan.
- Zobel, B. and J. Talbert, 1984. **Applied Forest Tree Improvement.** Wiley, New York.
-