

นิพนธ์ต้นฉบับ

การแปรผันระหว่างสายต้นของการเติบโตและลักษณะเชิงหน้าที่บางประการของใบ
กระถินลูกผสม ณ อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่

**Clonal Variations in Growth and Some Leaf Functional Traits of
Acacia Hybrids in Fang District, Chiang Mai Province**

ธนาภา เทพชาตรี¹Tanapa Thepchatr¹สาพิศ ดิลกสัมพันธ^{1*}Sapit Diloksumpun^{1*}มะลิวัลย์ หฤทัยธนาสันติ²Maliwan Haruthaithanasan²¹คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

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

²สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Kasetsart Agricultural and Agro-Industrial Product Improvement Institute, Kasetsart University Chatuchak, Bangkok, 10900, Thailand

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

รับต้นฉบับ 22 พฤศจิกายน 2560

รับลงพิมพ์ 18 ธันวาคม 2560

ABSTRACT

Acacia hybrid is a tropical plantation species that has been planted extensively in Vietnam and other countries in Southeast Asia. Two field trials consisted of eight *A. mangium* x *A. auriculiformis* hybrid clones and two *A. auriculiformis* hybrid clones have been established at L6 and Long-or sites at Fang district, Chiang Mai province to study the variations in growth and leaf functional traits of the clones. The experimental designs were randomized complete block design (RCBD), with six replications. Heights and, diameter at breast height (DBH) were recorded twice a year for two years. Leaf functional traits including specific leaf area (SLA), leaf chlorophyll content and leaf nutrients were also determined when the trees were one year of age.

Differences in height, DBH, SLA, and leaf functional traits were significant among clones. All *A. mangium* x *A. auriculiformis* hybrid clone grew faster than the *A. auriculiformis* hybrid clones. *A. mangium* x *A. auriculiformis* hybrid clones A1, A4, A6 and A7 were outstanding at L6 site while clone A1-A7 performed well at Long-or site. The *A. mangium* x *A. auriculiformis* hybrid clones had greater SLA while *A. auriculiformis* clones had higher leaf chlorophyll content and leaf nutrients. Overall growth of the clones at L6 site was better than at Long-or site. Clone and site interaction was significant only for DBH and SLA. The findings indicate considerable differences among clones and their responding to different sites, there for matching clones to the site should be taken into account for forest plantation.

Keywords: growth, specific leaf area, leaf nutrient, leaf functional traits, *acacia* hybrid clones

บทคัดย่อ

กระถินลูกผสมเป็นไม้เขตร้อนที่นิยมปลูกเป็นสวนป่าในเวียดนามและบางประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ แปลงทดลองถูกสร้างขึ้นที่แปลงทดลองบ่อ L6 และแปลงทดลองล้องอ้อ อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ประกอบด้วย สายต้นลูกผสมระหว่างกระถินเทพาและกระถินณรงค์ (*A. mangium* x *A. auriculiformis*) จำนวน 8 สายต้น และลูกผสม กระถินณรงค์ (*A. auriculiformis*) จำนวน 2 สายต้น เพื่อศึกษาการแปรผันของการเติบโตและลักษณะเชิงหน้าที่ บางประการของใบ วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์มี 6 ซ้ำ เก็บข้อมูลการเติบโตทุก 6 เดือน เป็นเวลา 2 ปี และเก็บข้อมูลลักษณะเชิงหน้าที่ของใบ (พื้นที่ผิวใบเฉพาะ ปริมาณคลอโรฟิลล์ และสารอาหารในใบ) เมื่อต้นไม้ มีอายุ 1 ปี

ผลการวิจัยพบว่า ความสูง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และลักษณะเชิงหน้าที่ของใบมีความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสายต้น สายต้นกระถินลูกผสมระหว่างกระถินเทพาและกระถินณรงค์มีการเติบโต ดีกว่าลูกผสมกระถินณรงค์ โดยสายต้น A1, A4, A6 และ A7 เป็นสายต้นที่โดดเด่นในแปลงทดลองบ่อ L6 และสาย ต้น A1 ถึง A7 เติบโตได้ดีในแปลงทดลองล้องอ้อ สายต้นลูกผสมระหว่างกระถินเทพาและกระถินณรงค์มีค่าพื้นที่ ผิวใบเฉพาะสูงกว่าสายต้นลูกผสมกระถินณรงค์ ขณะที่สายต้นลูกผสมกระถินณรงค์มีคลอโรฟิลล์และสารอาหารใน ใบมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของการเติบโตระหว่างพื้นที่พบว่า สายต้นที่ปลูกในแปลงทดลองบ่อ L6 มีการเติบโตที่ดีกว่าแปลงทดลองล้องอ้อ เมื่อพิจารณาปฏิสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่และสายต้นพบว่ามียธิพลอย่างมี นัยสำคัญยิ่งทางสถิติต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและค่าพื้นที่ผิวใบเฉพาะเท่านั้น งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นอย่าง ชัดเจนถึงการแปรผันระหว่างสายต้น และการตอบสนองต่อพื้นที่ที่ต่างกันของแต่ละสายต้น ดังนั้นการคัดเลือกสาย ต้นสำหรับการปลูกสวนป่าจำเป็นต้องคำนึงให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ด้วย

คำสำคัญ: การเติบโต พื้นที่ผิวใบเฉพาะ สารอาหารในใบ ลักษณะเชิงหน้าที่ของใบ สายต้นกระถินลูกผสม

คำนำ

ในปัจจุบันความต้องการใช้ไม้ในประเทศได้ เพิ่มขึ้น ความต้องการไม้ทุกชนิดของประเทศไทย เพิ่มขึ้นจาก 66 ล้านลูกบาศก์เมตร ในปี พ.ศ. 2548 เป็น 87 ล้านลูกบาศก์เมตร ในปี พ.ศ. 2559 และคาดว่าจะ เพิ่มขึ้นเป็น 112 ล้านลูกบาศก์เมตร ในปี พ.ศ. 2570 (คณะวนศาสตร์, 2552) การปลูกสร้างสวนป่าจึงเป็น สิ่งจำเป็นเพื่อตอบสนองความต้องการวัตถุดิบไม้สำหรับ ป้อนโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ตลอดจนลดการนำเข้า ไม้จากต่างประเทศ ในการปลูกสร้างสวนป่าให้ประสบ ความสำเร็จเพื่อให้สวนป่ามีผลผลิตสูงและมีเนื้อไม้ที่ มีคุณภาพ เป็นที่ต้องการของท้องตลาด ควรเลือกไม้หรือ ลักษณะทางพันธุกรรมให้เหมาะสมกับพื้นที่ (site) ซึ่ง

ประกอบด้วยปัจจัยที่สำคัญ ได้แก่ ลักษณะภูมิประเทศ ดิน ภูมิอากาศและพืชพรรณ โดยทั่วไปพรรณไม้แต่ละชนิด มีอัตราการเติบโตแตกต่างกันตามคุณภาพท้องที่ (site quality) จากการรวบรวมข้อมูลศักยภาพการเติบโตของ พรรณไม้ที่นิยมปลูกสร้างสวนป่า โดยคณะวนศาสตร์ (2554) พบว่าการเติบโตและผลผลิตของไม้สัก ยูลาลิปดัส กระถินณรงค์ กระถินเทพา และกระถินยักษ์ในพื้นที่มี ความเหมาะสมมากมีค่ามากกว่าที่ปลูกในพื้นที่ที่มีความ เหมาะสมน้อยถึงเกือบสองเท่า

ในประเทศไทยการปลูกไม้โตเร็ว เช่น ยูคา ลิปดัส และพรรณไม้สกุลอะเคเซีย (*Acacia*) เป็นอีกทาง เลือกหนึ่งที่น่าสนใจในการปลูกสร้างสวนป่าเนื่องจาก มีรอบตัดฟันสั้น มีการเติบโตและให้ผลผลิตที่สูงเหมาะสม

แก่การลงทุน เพราะให้ผลตอบแทนในระยะเวลานาน สำหรับไม้โตเร็วในสกุลอะเคเชียที่นิยมปลูกในประเทศไทย ได้แก่ กระดินณรงค์ (*Acacia auriculiformis* A. Cunn. ex Benth.) และกระดินเทพา (*Acacia mangium* Willd) แต่พรรณไม้สกุลอะเคเชียมีการแปรผันของการเติบโตและการปรับตัวในพื้นที่ค่อนข้างมาก ที่ผ่านมากกรมป่าไม้ได้มีการปรับปรุงพันธุ์กระดินณรงค์กระดินเทพา และกระดินลูกผสม (*A. mangium* x *A. auriculiformis*) มาอย่างต่อเนื่องเพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ (progeny) และสายต้น (clone) ที่มีการเติบโตดี มีการปรับตัวเข้ากับสภาพพื้นที่ได้ดีและสามารถนำเนื้อไม้ไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย (วิฑูรย์, 2545) อย่างไรก็ตาม จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่ากระดินณรงค์และกระดินลูกผสมที่มีความแตกต่างทางพันธุกรรมมีการแปรผันทั้งด้านการเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยามากทำให้มีการปรับตัวในแต่ละพื้นที่แตกต่างกัน (สาพิศ, 2545) เช่นเดียวกับ Diloksumpun *et al.* (2016) ที่พบว่าสายต้นกระดินลูกผสมระหว่างกระดินเทพาและกระดินณรงค์มีการเติบโตที่ดีกว่าสายต้นกระดินณรงค์ทั้งนี้ การเติบโตของสายต้นต่างๆ มีแนวโน้มสัมพันธ์กับลักษณะเชิงหน้าที่ของใบ (leaf functional traits) นอกจากนี้ การศึกษาของ Kha (1995) ได้ทำการทดสอบปลูกกระดินเทพา กระดินณรงค์ และลูกผสมของกระดินเทพาและกระดินณรงค์ บนพื้นที่ที่มีความแตกต่างกันทั้งหมด 4 แห่ง พบว่าศักยภาพในการเติบโตของพรรณไม้เหล่านั้นแตกต่างกันไปตามพื้นที่งานวิจัยข้างต้นชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์และการตอบสนองของลักษณะทางพันธุกรรมที่มีต่อสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

อย่างไรก็ตาม การศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของลักษณะเชิงหน้าที่ของใบและการเติบโตยังมียุ่่น้อย อีกทั้งการเปลี่ยนแปลงของแนวโน้มของความสัมพันธ์ข้างต้นในพื้นที่ปลูกที่แตกต่างกันก็ยังคงเป็นโจทย์วิจัยที่ยังต้องการคำตอบดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ศึกษาการแปรผันระหว่างสายต้นกระดินลูกผสมในด้าน

การเติบโตและลักษณะเชิงหน้าที่บางประการของใบ ที่มีผลต่อการเติบโตของสายต้นกระดินลูกผสม ทั้งนี้ ผลการศึกษาที่ได้คาดว่าจะสามารถนำไปใช้ในการคาดการณ์การเติบโตของไม้ในระยะเริ่มต้นได้เพื่อช่วยในการคัดเลือกสายต้นที่มีประสิทธิภาพในการปลูกสร้างสวนป่าต่อไป

อุปกรณ์ และวิธีการ

พื้นที่ทดลองอยู่ในอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ในภาคเหนือของประเทศไทย ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 463 เมตร มีสองพื้นที่ ได้แก่

1) แปลงทดลองบ่อ L6 อยู่ในเขตของสวนส้มทรายทอง มีลักษณะเป็นพื้นที่ราบ ไม่เคยปลูกพืชชนิดใดมาก่อน นำดินจากการขุดบ่อมาถมในพื้นที่ลักษณะเนื้อดินในแปลงบ่อ L6 เป็นแบบดินเหนียว (clay) มีการระบายน้ำเลว มีค่า pH เป็นกรดจัดมาก (3.2-3.4) ปริมาณอินทรีย์วัตถุค่อนข้างสูง (ร้อยละ 3.0-3.5) อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจน (C:N ratio) ปานกลาง (16.6-25.4) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงมาก (79-100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ปริมาณโพแทสเซียมสูง (81-115 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

2) แปลงทดลองล้องอ้อ มีลักษณะเป็นพื้นที่ลาดชันเล็กน้อย เคยเป็นสวนมะม่วงมาก่อนเป็นแปลงทดลอง ลักษณะเนื้อดินในแปลงล้องอ้อเป็นแบบดินร่วนปนทราย (sandy loam) มีการระบายน้ำดี มีค่า pH เป็นกรดเล็กน้อย (6.1-6.2) ปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลาง (ร้อยละ 1.8-2.0) อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจน (C:N ratio) ปานกลาง (15.20-17.60) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงมาก (143-121 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ปริมาณโพแทสเซียมปานกลาง (82-84 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

สายต้นกระดินลูกผสม

สายต้นที่ใช้ในการทดลองมีจำนวนทั้งหมด 10 สายต้น (clone) โดย 8 สายต้นนั้นเป็นลูกผสมข้าม

ชนิด (interspecific hybrid) ระหว่างกระถินเทพาและกระถินณรงค์ (*A. mangium* x *A. auriculiformis*) ซึ่งสายต้น A1-A7 เป็นสายต้นจากประเทศเวียดนาม ส่วนสายต้น A8 เป็นสายต้นจากประเทศไทย อีก 2 สายต้น (A9 และ A10) เป็นลูกผสมภายในชนิดเดียวกัน (intraspecific hybrid) ของกระถินณรงค์ที่เกิดจากการผสมเกสรแบบควบคุม

การวางแผนการทดลอง

ทั้งสองพื้นที่ที่ใช้การทดลองแบบแฟกทอเรียล (factorial experiment) มี 2 แฟกเตอร์ ได้แก่ สายต้น (clone) และพื้นที่ (site) วิเคราะห์ร่วมกันในรูปของทรีทเมนต์คอมบินชัน (treatment combination) ด้วยแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design: RCBD) โดยมี 6 ซ้ำ ในแต่ละซ้ำ มีไม้กระถินลูกผสมสายต้นละ 10 ต้น ในแปลงทดลองแต่ละพื้นที่จึงปลูกกระถินลูกผสมสายต้นละ 60 ต้น ปลูกต้นไม้ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2557

การเก็บข้อมูลภาคสนาม

ข้อมูลการเติบโต

ทำการวัดความสูงของไม้โดยใช้ไม้วัดความสูง และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (diameter at breast height, DBH) โดยใช้เทปวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (diameter tape) เก็บข้อมูลการเติบโตของไม้ทุกต้น ทุกๆ 6 เดือน จนอายุ 2 ปี (เดือนเมษายน พ.ศ. 2559)

ข้อมูลลักษณะเชิงหน้าที่บางประการของใบ

ในแต่ละซ้ำเลือกต้นไม้ตัวอย่างที่มีขนาดใกล้เคียงค่าเฉลี่ยของแต่ละสายต้นๆ ละ 3 ต้นเก็บตัวอย่างใบต้นๆ ละ 10 ใบ เมื่อต้นไม้มีอายุ 1 ปี ศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ โดยวัดค่าความเขียวของใบ (greenness) ด้วยเครื่อง Chlorophyll Meter รุ่น SPAD-501 (Minolta Corp., Japan) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่วัดอัตราส่วนการดูดซับแสงของคลอโรฟิลล์ (absorption) โดยแหล่งกำเนิดแสง

(light-emitting diodes: LEDs) ที่มีความยาวช่วงคลื่น 2 ช่วงคลื่น ได้แก่ 650 นาโนเมตร (คลอโรฟิลล์ดูดซับได้สูงสุด) และ 750 นาโนเมตร (ไม่มีการดูดซับโดยคลอโรฟิลล์) ค่าที่วัดได้จึงเป็นตัวบ่งชี้ความเข้มข้นของปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ แล้วนำค่าที่วัดได้ไปคำนวณปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบจากสมการสำหรับกระถินลูกผสม (Royampaeng, 2001) ศึกษาลักษณะผิวใบเฉพาะ (specific leaf area, SLA) โดยวัดพื้นที่ผิวใบโดยใช้ใบตัวอย่างเดียวกับที่ใช้วัดค่าความเขียวของใบด้วยเครื่องสแกนเนอร์ และวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Image J (Schneider *et al.*, 2012) แล้วนำใบตัวอย่างเข้าอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จนกระทั่งใบตัวอย่างมีน้ำหนักแห้งคงที่แล้วนำมาชั่งทำการคำนวณพื้นที่ผิวใบเฉพาะจากอัตราส่วนของพื้นที่ผิวใบต่อน้ำหนักแห้ง จากนั้นนำตัวอย่างใบไปวิเคราะห์ปริมาณสารอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม และแคลเซียม

การวิเคราะห์ข้อมูลสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-Way Analysis of Variance, ANOVA) ของตัวแปรต่างๆ ที่ศึกษาตามวิธีการวิเคราะห์การทดลองแบบแฟกทอเรียล (factorial experiment) ที่มีแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามวิธีการของ Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

ผลและวิจารณ์

การเติบโต

กระถินลูกผสมที่ปลูกในแปลงทดลองบ่อ L6 และแปลงทดลองล้อย้อทุกๆ สายต้นมีแนวโน้มของความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเพิ่มขึ้นตามอายุ (ข้อมูลไม่ได้แสดง) จากการเปรียบเทียบกระถินลูกผสมที่ปลูกในแปลงทดลองบ่อ L6 เมื่ออายุ 2 ปี มีค่า

เฉลี่ยความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของสายต้นทั้งหมด เท่ากับ 9.9 เมตร และ 7.4 เซนติเมตร ตามลำดับ สายต้น A1, A6 และ A4 ซึ่งเป็นลูกผสมระหว่างกระถินเทพาและกระถินณรงค์มีการเติบโตด้านความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ยมากที่สุด ในขณะที่สายต้น A9 และ A10 ซึ่งเป็นลูกผสมกระถินณรงค์มีค่าเฉลี่ยความสูงต่ำที่สุด แต่สายต้น A8 มีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกต่ำ (Table 1)

ในขณะที่ค่าเฉลี่ยความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของสายต้นทั้งหมดที่ปลูกในแปลงทดลองลี้ยงอ้อยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.4 เมตร และ 6.8 เซนติเมตรตามลำดับ โดยสายต้น A7, A2 และ A6 มีการเติบโตด้านความสูงเฉลี่ยมากที่สุด ส่วนค่าเฉลี่ยด้านเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกนั้นสายต้น A3, A5 และ A6 มีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ยสูงที่สุด ซึ่งเป็นลูกผสมระหว่างกระถินเทพาและกระถินณรงค์ทั้งหมด สายต้นที่มีค่าเฉลี่ยการเติบโตต่ำที่สุด คือ สายต้น A10 ซึ่งเป็นลูกผสมกระถินณรงค์เช่นเดียวกับแปลงทดลองบ่อ L6

ทั้งนี้ จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอิทธิพลของสายต้นพบว่า สายต้นมีอิทธิพลต่อการเติบโตทั้งด้านความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ในภาพรวมแล้วในทั้งสองพื้นที่กลุ่มสายต้นกระถินลูกผสมระหว่างกระถินเทพาและกระถินณรงค์มีการเติบโตดีกว่ากลุ่มสายต้นลูกผสมกระถินณรงค์ เช่นเดียวกับการศึกษาของสาพิศ (2545) จิรนิติ และคณะ (2559) และ Kha (1995) ที่พบว่ากระถินลูกผสมระหว่างกระถินเทพาและกระถินณรงค์นั้นมีความเติบโตทั้งด้านความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกที่ดีกว่ากระถินณรงค์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาครั้งนี้ สายต้น A8 ซึ่งเป็นกระถินลูกผสมระหว่างกระถินเทพาและกระถินณรงค์

มีการเติบโตค่อนข้างต่ำและแตกต่างจากสายต้นกระถินณรงค์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1) ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากลักษณะทางพันธุกรรมที่แตกต่างกันระหว่างสายต้นกระถินลูกผสมระหว่างกระถินเทพาและลูกผสมกระถินณรงค์ (Royampaeng, 2001) ซึ่ง A8 เป็นสายต้นกระถินลูกผสมระหว่างกระถินเทพาและกระถินณรงค์ที่พัฒนาในประเทศไทย แต่สายต้น A1 ถึง A7 เป็นสายต้นที่พัฒนาในประเทศเวียดนาม

เมื่อเปรียบเทียบการเติบโตทั้งความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกระหว่างพื้นที่ พบว่า สายต้นลูกผสมทั้ง 10 สายต้นในแปลงทดลองบ่อ L6 มีการเติบโตดีกว่าในแปลงทดลองลี้ยงอ้อยและจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอิทธิพลของพื้นที่ (site) พบว่าอิทธิพลของพื้นที่นั้นไม่มีนัยสำคัญทางสถิติต่อความสูง ($p \geq 0.05$) แต่มีนัยสำคัญทางสถิติต่อเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก ($p < 0.05$) เช่นเดียวกับ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสายต้นและพื้นที่ (clone x site interaction) พบว่า มีอิทธิพลต่อความสูงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) แต่มีอิทธิพลต่อเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบการเติบโตของสายต้นที่ปลูกในสองพื้นที่ พบว่าในแปลงทดลองบ่อ L6 นั้น กลุ่มของสายต้น A1, A4, A6 และ A7 มีการปรับตัวต่อพื้นที่ได้ดีและมีการเติบโตทางความสูงและทางเส้นผ่านศูนย์กลางสูงกว่าสายต้นอื่นๆ ขณะที่ในแปลงทดลองลี้ยงอ้อยสายต้นกระถินลูกผสมระหว่างกระถินเทพาและกระถินณรงค์ทุกสายต้น (ยกเว้นสายต้น A8) มีการเติบโตทางความสูงและทางเส้นผ่านศูนย์กลางสูงกว่าสายต้นลูกผสมกระถินณรงค์ จะเห็นได้ว่าสายต้นที่เหมาะสมกับทั้งสองพื้นที่นั้นล้วนเป็นกระถินลูกผสมระหว่างกระถินเทพาและกระถินณรงค์

Table 1 Means of height and diameter at breast (DBH) of 2-year-old *Acacia* hybrid clones planted at L6 and Long-Or experimental plots, Chiang Mai province.

Clone	Height (m)		DBH (cm)	
	L6	Long-Or	L6	Long-Or
A1	10.5 ± 0.87 ^{aA}	9.7 ± 0.66 ^{aA}	8.2 ± 0.48 ^{aA}	7.1 ± 0.64 ^{aB}
A2	9.8 ± 0.67 ^{abcA}	9.9 ± 0.60 ^{aA}	7.2 ± 0.50 ^{bA}	7.1 ± 0.57 ^{aB}
A3	9.6 ± 0.94 ^{abcA}	9.6 ± 0.46 ^{aA}	7.4 ± 0.65 ^{bA}	7.7 ± 0.44 ^{aB}
A4	10.4 ± 0.60 ^{aA}	9.5 ± 0.31 ^{aA}	8.5 ± 0.44 ^{aA}	7.2 ± 0.29 ^{aB}
A5	9.9 ± 0.99 ^{abcA}	9.7 ± 0.39 ^{aA}	8.0 ± 0.98 ^{abA}	7.4 ± 0.72 ^{aB}
A6	10.5 ± 0.71 ^{aA}	9.8 ± 0.49 ^{aA}	8.6 ± 0.45 ^{aA}	7.3 ± 0.61 ^{aB}
A7	10.4 ± 1.30 ^{abA}	9.9 ± 0.39 ^{aA}	7.7 ± 1.06 ^{abA}	7.1 ± 0.27 ^{aB}
A8	9.5 ± 1.42 ^{bcA}	8.8 ± 0.25 ^{bA}	6.1 ± 0.60 ^{cA}	6.1 ± 0.62 ^{bB}
A9	9.0 ± 1.51 ^{cA}	8.5 ± 0.23 ^{bA}	6.4 ± 1.33 ^{cA}	5.9 ± 0.36 ^{bB}
A10	9.0 ± 0.31 ^{cA}	8.4 ± 0.35 ^{bA}	6.2 ± 0.63 ^{cA}	5.2 ± 0.29 ^{cB}
Mean	9.9	9.4	7.4	6.8
p-value				
Clone		0.000**		0.000**
Site		0.168 ^{ns}		0.020*
Clone x Site		0.387 ^{ns}		0.018*

Remarks: ns = non significant ($p \geq 0.05$), * = $p < 0.05$, ** = $p < 0.01$, Height and DBH means followed by the same lower case letters are not significantly different among clones ($p \geq 0.05$) and the means followed by the same capital letters are not significantly different between sites ($p \geq 0.05$).

ลักษณะเชิงหน้าที่ของใบ

1. ค่าพื้นที่ผิวใบเฉพาะและปริมาณคลอโรฟิลล์

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพื้นที่ผิวใบเฉพาะและปริมาณคลอโรฟิลล์ของสายต้นทั้งหมดเมื่ออายุ 2 ปี ในแปลงทดลองบ่อ L6 พบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.72 ตารางเซนติเมตรต่อกรัม และ 0.61 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ สายต้น A8, A2 และ A6 มีค่าเฉลี่ยของพื้นที่ผิวใบเฉพาะมากที่สุด ในขณะที่สายต้น A9 มีค่าเฉลี่ยของพื้นที่ผิวใบเฉพาะต่ำที่สุด ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์สายต้น A9 และ A10 มีปริมาณคลอโรฟิลล์มากที่สุด และสายต้น A6 มีปริมาณคลอโรฟิลล์ต่ำที่สุด ขณะที่ค่าพื้นที่ผิวใบเฉพาะและปริมาณคลอโรฟิลล์ของสายต้นทั้งหมดในแปลงทดลองบ่อ L6 มีค่าเท่ากับ 21.98 ตารางเซนติเมตรต่อกรัม และ 0.63

มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ โดยสายต้น A8 และ A3 มีค่าเฉลี่ยของพื้นที่ผิวใบเฉพาะมากที่สุด ขณะที่สายต้น A7 มีค่าเฉลี่ยพื้นที่ผิวใบเฉพาะต่ำที่สุด ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์สายต้น A8, A10 และ A9 มีปริมาณคลอโรฟิลล์มากที่สุด แต่สายต้น A1 มีปริมาณคลอโรฟิลล์ต่ำที่สุด (Table 2)

จากการเปรียบเทียบค่าพื้นที่ผิวใบเฉพาะและปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบระหว่างสายต้น พบว่า ทั้งสองพื้นที่ เกือบทุกสายต้นกระถินลูกผสมระหว่างกระถินเทพาและกระถินณรงค์มีค่าพื้นที่ผิวใบเฉพาะมากกว่าสายต้นลูกผสมกระถินณรงค์ ซึ่งใบของลูกผสมระหว่างกระถินเทพาและกระถินณรงค์มีลักษณะเป็นแผ่นใหญ่และบาง ทำให้มีค่าพื้นที่ผิวใบเฉพาะสูง และมีปริมาณคลอโรฟิลล์ต่อพื้นที่ใบต่ำ ในทางตรงข้าม

ใบของกระถินณรงค์มีขนาดเล็ก ความหนาทำให้มีค่าพื้นที่ผิวใบเฉพาะน้อย และมีปริมาณคลอโรฟิลล์ต่อพื้นที่ใบมากกว่า แต่เมื่อเปรียบเทียบกับกระถินโตแล้วพบว่าสายต้นกระถินลูกผสมระหว่างกระถินเทพาและกระถินณรงค์นั้นมีการเติบโตที่ดีกว่าแสดงให้เห็นว่าใบที่บางนั้นมีค่าพื้นที่ผิวใบเฉพาะสูง และมีการเติบโตที่ดีกว่า ยกเว้นสายต้น A8 ที่มีค่าพื้นที่ผิวใบเฉพาะสูงในทั้งสองพื้นที่ แต่ก็ยังมีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงเช่นกัน ซึ่งไม่เกินไปตามแนวโน้มเหมือนสายต้นอื่น การที่ใบที่มีค่าพื้นที่ผิวใบเฉพาะสูงมีการเติบโตที่ดี อาจมาจากต้นทุนในการสร้างใบน้อย ทำให้ใช้ต้นทุนทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากใบที่มีลักษณะบางนั้น เป็นใบที่มีต้นทุนในการสร้างเนื้อเยื่อ (construct cost) และต้นทุนในการดูแลรักษาเนื้อเยื่อ (maintenance cost) ต่ำ เช่นเดียวกับที่พบในกระถินลูกผสมสายพันธุ์ต่างๆ ที่ปลูกในประเทศออสเตรเลีย (Royampaeng, 2001) พรรณไม้ที่มีค่าพื้นที่ผิวใบเฉพาะสูงนั้นมักมีการเติบโตที่รวดเร็วเช่นเดียวกับการศึกษาของ Wu *et al.* (2012) และสาพิศ (2545) ยังพบว่าไม้กระถินลูกผสมนั้นมีค่าพื้นที่ผิวใบเฉพาะสูงกว่ากระถินเทพาและกระถินณรงค์ นอกจากนี้ งานวิจัยโดย Poorter and de Jong (1999) และ Royampaeng (2001) ชี้ให้เห็นว่าอัตราพื้นที่ผิวใบ

ที่สูงโดยทั่วไปมักพบในไม้ที่มีการเติบโตรวดเร็ว ซึ่งเกิดจากการสร้างพื้นที่ผิวใบที่สูง

เมื่อเปรียบเทียบค่าพื้นที่ผิวใบเฉพาะและปริมาณคลอโรฟิลล์ระหว่างพื้นที่ พบว่า สายต้นลูกผสมในแปลงทดลองบ่อ L6 มีค่าเฉลี่ยพื้นที่ผิวใบเฉพาะมากกว่า ขณะที่สายต้นในแปลงทดลองลึงค์อ้อมมีค่าเฉลี่ยปริมาณคลอโรฟิลล์มากกว่า ซึ่งการที่สายต้นลูกผสมในแปลงทดลองบ่อ L6 มีค่าพื้นที่ผิวใบเฉพาะมากกว่า อาจทำให้มีการเติบโตที่ดีกว่า จากเหตุผลที่กล่าวไว้ข้างต้น การศึกษาของ Royampaeng (2001) พบว่าพันธุ์กรรมของกระถินลูกผสมนั้นสามารถสร้างพื้นที่ผิวใบได้ดีกว่ากระถินณรงค์ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน ทำให้มีการใช้ต้นทุนทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอิทธิพลของพื้นที่ (site) พบว่า อิทธิพลของพื้นที่นั้นไม่มีนัยสำคัญทางสถิติต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ ($p \geq 0.05$) แต่มีนัยสำคัญทางสถิติต่อพื้นที่ผิวใบเฉพาะ ($p < 0.05$) เช่นเดียวกับ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสายต้นและพื้นที่ (clone x site interaction) พบว่ามีอิทธิพลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) แต่มีอิทธิพลต่อค่าพื้นที่ผิวใบเฉพาะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (Table 2)

Table 2 Specific leaf area (SLA) and phyllode chlorophyll content of *Acacia* hybrid clone planted at L6 and Long-Or experimental plots, Chiang Mai province.

clone	SLA (cm ² /g)		Chlorophyll (mg/dm ²)	
	L6	Long-Or	L6	Long-Or
A1	25.37 ± 2.54 ^{abA}	21.66 ± 3.55 ^{abcB}	0.67 ± 0.03 ^{bA}	0.36 ± 0.17 ^{cA}
A2	26.16 ± 1.60 ^{aA}	22.98 ± 4.21 ^{abB}	0.62 ± 0.03 ^{bA}	0.67 ± 0.02 ^{bcA}
A3	25.86 ± 3.51 ^{aA}	23.08 ± 2.03 ^{abB}	0.57 ± 0.03 ^{bcA}	0.60 ± 0.03 ^{bA}
A4	24.60 ± 2.60 ^{abA}	22.17 ± 3.39 ^{abcB}	0.59 ± 0.03 ^{bcA}	0.66 ± 0.03 ^{bcA}
A5	25.37 ± 2.61 ^{abA}	22.28 ± 2.38 ^{abcB}	0.57 ± 0.05 ^{bcA}	0.64 ± 0.02 ^{bcA}
A6	25.99 ± 0.82 ^{aA}	21.19 ± 3.03 ^{bcB}	0.54 ± 0.03 ^{cA}	0.61 ± 0.05 ^{bcA}
A7	24.30 ± 2.93 ^{abA}	19.05 ± 1.21 ^{cB}	0.59 ± 0.04 ^{bA}	0.64 ± 0.02 ^{bcA}
A8	27.25 ± 2.66 ^{aA}	24.76 ± 2.81 ^{aB}	0.58 ± 0.03 ^{bcA}	0.73 ± 0.22 ^{aA}
A9	20.27 ± 1.36 ^{cA}	21.14 ± 1.69 ^{bcB}	0.70 ± 0.06 ^{aA}	0.69 ± 0.03 ^{bcA}
A10	22.50 ± 3.15 ^{bA}	21.50 ± 2.04 ^{abcB}	0.67 ± 0.05 ^{aA}	0.71 ± 0.03 ^{bcA}
Mean	24.72	21.98	0.61	0.63
p-value				
Clone		0.000**		0.000**
Site		0.005*		0.084 ^{ns}
Clone x Site		0.000**		0.151 ^{ns}

Remarks: ns = non significant ($p \geq 0.05$), * = $p < 0.05$, ** = $p < 0.01$, Height and DBH means followed by the same lower case letters are not significantly different among clones ($p \geq 0.05$) and the means followed by the same capital letters are not significantly different between sites ($p \geq 0.05$).

2. ปริมาณสารอาหารในใบ

จากการเปรียบเทียบปริมาณสารอาหารในใบของสายต้นต่างๆ ในแปลงทดลองบ่อ L6 พบว่าค่าเฉลี่ยของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมของสายต้นทั้งหมดเมื่ออายุ 2 ปี มีค่าร้อยละ 2.823, 0.222, 1.414, 0.076 และ 0.144 ตามลำดับ โดยสายต้น A8 มีปริมาณสารอาหารในใบมากที่สุด ค่าเฉลี่ยของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมของสายต้นทั้งหมดในแปลงทดลองล่องอ้อมมีค่าร้อยละ 2.534, 0.246, 1.164, 0.082 และ 0.163 ตามลำดับ โดยสายต้น A10 มีปริมาณสารอาหารในใบมากที่สุด จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างสายต้นของปริมาณสารอาหารต่างๆ ในใบพบว่า มีเพียงปริมาณแมกนีเซียมในแปลงทดลองล่องอ้อม และแคลเซียมในแปลงทดลองบ่อ L6 ที่ไม่มีความ

แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (Table 3 และ 4)

การเปรียบเทียบปริมาณสารอาหารในใบระหว่างประเภทของลูกผสมพบว่า ในทั้งสองแปลงทดลองสายต้นลูกผสมกระถินณรงค์มีแนวโน้มของปริมาณสารอาหารในใบสูงกว่าสายต้นกระถินลูกผสมระหว่างกระถินเทพาและกระถินณรงค์ แต่กระถินลูกผสมระหว่างกระถินเทพาและกระถินณรงค์กลับมีการเติบโตที่สูงกว่า อาจเป็นเพราะสายต้นลูกผสมกระถินณรงค์ใช้ต้นทุนทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพน้อยกว่า แสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของสารอาหารในใบอาจไม่มีผลต่อขนาดต้น Prachaiyo and Tsutsumi (1989) พบว่าสารอาหารในใบนั้นได้อิทธิพลมาจากปัจจัยที่หลากหลายทั้งชนิด พันธุกรรม อายุของใบ และพื้นที่ใบส่วนปริมาณสารอาหารในใบนั้นสายต้นที่เป็นกระถินณรงค์นั้น

มีแนวโน้มของปริมาณสารอาหารสูงกว่าสายต้นที่เป็นกระดินลูกผสมในทั้งสองแปลงทดลองซึ่งแสดงให้เห็นว่าค่าพื้นที่ผิวใบเฉพาะหรือความหนาของใบอาจมีผลต่อความเข้มข้นของสารอาหาร

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอิทธิพลของพื้นที่ (site) พบว่าอิทธิพลของพื้นที่นั้นไม่มีนัยสำคัญทางสถิติต่อปริมาณฟอสฟอรัส โปแทสเซียม และแคลเซียมในใบ ($p \geq 0.05$) แต่มีนัยสำคัญทางสถิติต่อปริมาณไนโตรเจนและแมกนีเซียมในใบ ($p < 0.05$) ในขณะที่ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสายต้นและพื้นที่ (clone x site interaction) พบว่ามีอิทธิพลต่อปริมาณสารอาหารในใบทั้งหมดอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารอาหารในใบระหว่างพื้นที่พบว่า สายต้นลูกผสมในแปลงทดลองบ่อ L6 มีไนโตรเจนในใบมากกว่า สาเหตุสำคัญน่าจะมาจากความแตกต่างของสมบัติดินระหว่างสองพื้นที่ซึ่งไนโตรเจนมีบทบาทที่สำคัญต่อการเติบโตและการผลิตอาหารของไม้สอคล้ายกับการศึกษาของปริชาติ (2541) ที่พบว่ากระดินณรงค์ที่มีไนโตรเจนในใบมากกว่าจะมีการเติบโตที่ดีกว่าต้นที่มีไนโตรเจนต่ำ ซึ่งปริมาณไนโตรเจนที่ต่ำอาจมีผลต่อกระบวนการสร้างอาหาร และส่งผลต่อการเติบโตของต้นไม้ทำให้มีการเติบโตลดลง ทั้งนี้ เนื่องจากไนโตรเจนในใบมีผลต่อการสังเคราะห์แสงในระดับเซลล์ด้วย

ในขณะที่ฟอสฟอรัสในใบของสายต้นลูกผสมที่ปลูกในแปลงทดลองบ่อ L6 มีน้อยกว่าแปลงทดลองล่องอ้อ ในดินทั่วๆ ไปมักมีปัญหาการขาดฟอสฟอรัส ปัญหานี้อาจรวมถึงดินที่มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (total phosphorus) สูงอยู่แล้ว เนื่องจากฟอสฟอรัสสามารถถูกตรึงหรือเปลี่ยนรูปได้ง่ายในดิน (Tisdale and Nelson, 1975) จากสภาพดินที่เป็นกรดรุนแรงของแปลงทดลองบ่อ L6 ทำให้ cation ถูกชะล้างได้ง่าย นอกจากนั้น

ลักษณะดินที่เป็นดินเหนียวทำให้ฟอสฟอรัสถูกตรึงด้วยอนุภาคของดินเหนียวด้วย ดังสาเหตุที่กล่าวมา จากข้อมูลดินของทั้งแปลงทดลองบ่อ L6 และแปลงทดลองล่องอ้อ จะเห็นว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์นั้นอยู่ในระดับที่สูงมาก สำหรับแปลงทดลองบ่อ L6 อาจมาจากลักษณะดินที่เป็นดินเหนียว ส่วนแปลงทดลองล่องอ้ออาจมาจากการใช้ประโยชน์ที่ดินก่อนหน้านี้ที่อาจมีการใส่ปุ๋ยในพื้นที่

ด้านโปแทสเซียม สายต้นที่ปลูกในแปลงบ่อ L6 มีโปแทสเซียมในใบมากกว่าแปลงทดลองล่องอ้อ ดินในแปลงทดลองบ่อ L6 นั้นมีโปแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำกว่าดินในแปลงทดลองล่องอ้อ เนื่องจากลักษณะดินในแปลงทดลองบ่อ L6 เป็นดินเหนียวซึ่งมักจะมีปริมาณของโปแทสเซียมมากกว่าดินร่วนปนทราย เมื่อเปรียบเทียบปริมาณแมกนีเซียมและแคลเซียมในใบระหว่างสองแปลง พบว่าสายต้นที่ปลูกในแปลงทดลองล่องอ้อมีแมกนีเซียมและแคลเซียมในใบมากกว่าแปลงทดลองบ่อ L6 เนื่องจากดินของแปลงบ่อ L6 นั้นมีปริมาณของโปแทสเซียมในดินที่สูง ทำให้การเคลื่อนย้ายของแมกนีเซียมซึ่งมีภาวะปฏิปักษ์ (antagonism) กับโปแทสเซียม แอมโมเนียม แคลเซียม และแมกนีเซียไอออนอย่างมาก ส่งผลให้การดูดซึมแมกนีเซียลดลงซึ่งมีผลทำให้ความเข้มข้นแมกนีเซียในใบต่ำไปด้วย (Mengel and Kirkby, 2001)

จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตและลักษณะเชิงหน้าที่บางประการของใบมีความแตกต่างกันอยู่ปัจจัยสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ จึงควรศึกษาเพิ่มเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตและลักษณะเชิงหน้าที่ของใบ ซึ่งอาจนำมาประยุกต์ใช้ในการคัดเลือกสายต้นที่คาดว่าจะมีการเติบโตที่ดีได้จากศึกษาลักษณะเชิงหน้าที่บางประการของกล้าไม้ต่อไป

Table 3 Means of phyllode nitrogen, phosphorus and potassium of *Acacia* hybrid clones planted on L6 and Long-Or experimental plots, Chiang Mai province.

Clone	Total Nitrogen (%)			Phosphorus (%)			Potassium (%)		
	L6	Long-Or	L6	Long-Or	L6	Long-Or	L6	Long-Or	
A1	2.700 ± 0.12 ^{cdeA}	2.533 ± 0.35 ^{bcdB}	0.202 ± 0.01 ^{bA}	0.277 ± 0.04 ^{abcA}	1.465 ± 0.31 ^{abA}	1.247 ± 0.53 ^{abA}			
A2	2.967 ± 0.13 ^{abcA}	2.343 ± 0.12 ^{dB}	0.218 ± 0.01 ^{abA}	0.239 ± 0.03 ^{dA}	1.555 ± 0.22 ^{abA}	1.097 ± 0.20 ^{abA}			
A3	2.797 ± 0.19 ^{bcdA}	2.430 ± 0.07 ^{cdB}	0.225 ± 0.01 ^{abA}	0.197 ± 0.02 ^{dA}	1.667 ± 0.25 ^{abA}	1.237 ± 0.59 ^{abA}			
A4	2.620 ± 0.16 ^{deA}	2.470 ± 0.42 ^{cdB}	0.192 ± 0.02 ^{bA}	0.245 ± 0.02 ^{abcdA}	1.196 ± 0.23 ^{abA}	1.135 ± 0.43 ^{abA}			
A5	2.853 ± 0.04 ^{bcdA}	2.317 ± 0.27 ^{dB}	0.226 ± 0.00 ^{abA}	0.255 ± 0.05 ^{abcdA}	1.526 ± 0.39 ^{abA}	1.075 ± 0.15 ^{abA}			
A6	2.753 ± 0.21 ^{bcdA}	2.350 ± 0.21 ^{dB}	0.199 ± 0.01 ^{bA}	0.201 ± 0.05 ^{cdA}	1.246 ± 0.10 ^{abA}	1.004 ± 0.40 ^{abA}			
A7	2.803 ± 0.24 ^{bcdA}	2.260 ± 0.11 ^{dB}	0.210 ± 0.01 ^{abA}	0.195 ± 0.02 ^{dA}	1.253 ± 0.21 ^{abA}	0.880 ± 0.20 ^{abA}			
A8	3.203 ± 0.07 ^{aA}	2.860 ± 0.20 ^{abB}	0.253 ± 0.04 ^{aA}	0.237 ± 0.02 ^{bcdA}	1.738 ± 0.13 ^{aA}	1.404 ± 0.19 ^{aA}			
A9	2.523 ± 0.35 ^{eA}	2.737 ± 0.17 ^{abcB}	0.251 ± 0.02 ^{aA}	0.319 ± 0.09 ^{aA}	1.067 ± 0.55 ^{bA}	1.136 ± 0.24 ^{abA}			
A10	3.007 ± 0.26 ^{abA}	3.047 ± 0.12 ^{abB}	0.246 ± 0.04 ^{aA}	0.297 ± 0.02 ^{abA}	1.422 ± 0.31 ^{abA}	1.422 ± 0.21 ^{aA}			
Mean	2.823	2.534	0.222	0.246	1.414	1.164			
p-value									
Clone		0.060 ^{ns}		0.281 ^{ns}		0.798 ^{ns}			
Site		0.013 [*]		0.065 ^{ns}		0.085 ^{ns}			
Clone x Site		0.457 ^{ns}		0.475 ^{ns}		0.623 ^{ns}			

Remarks: ns = non significant ($p \geq 0.05$), * = $p < 0.05$, ** = $p < 0.01$, Height and DBH means followed by the same lower case letters are not significantly different among clones ($p \geq 0.05$) and the means followed by the same capital letters are not significantly different between sites ($p \geq 0.05$).

Table 4 Means of phyllode magnesium and calcium of *Acacia* hybrid clones on L6 and Long-Or experimental plots, Chiang Mai province.

Clone	Magnesium (%)		Calcium (%)	
	L6	Long-Or	L6	Long-Or
A1	0.127 ± 0.19 ^{bcA}	0.148 ± 0.03 ^{aB}	0.087 ± 0.19 ^{aA}	0.091 ± 0.03 ^{abA}
A2	0.135 ± 0.17 ^{bcA}	0.182 ± 0.01 ^{aB}	0.053 ± 0.00 ^{aA}	0.092 ± 0.02 ^{abA}
A3	0.111 ± 0.02 ^{cA}	0.159 ± 0.05 ^{aB}	0.076 ± 0.02 ^{aA}	0.088 ± 0.03 ^{abA}
A4	0.127 ± 0.02 ^{bcA}	0.159 ± 0.05 ^{aB}	0.081 ± 0.02 ^{aA}	0.053 ± 0.04 ^{bA}
A5	0.130 ± 0.02 ^{bcA}	0.157 ± 0.04 ^{aB}	0.069 ± 0.03 ^{aA}	0.085 ± 0.01 ^{abA}
A6	0.160 ± 0.00 ^{abA}	0.158 ± 0.02 ^{aB}	0.068 ± 0.01 ^{aA}	0.088 ± 0.03 ^{abA}
A7	0.160 ± 0.01 ^{abA}	0.178 ± 0.00 ^{aB}	0.093 ± 0.01 ^{aA}	0.106 ± 0.01 ^{aA}
A8	0.183 ± 0.02 ^{bcA}	0.156 ± 0.02 ^{aB}	0.053 ± 0.00 ^{aA}	0.056 ± 0.01 ^{abA}
A9	0.194 ± 0.06 ^{aA}	0.157 ± 0.02 ^{aB}	0.087 ± 0.06 ^{aA}	0.065 ± 0.04 ^{abA}
A10	0.115 ± 0.11 ^{bcA}	0.182 ± 0.02 ^{aB}	0.099 ± 0.03 ^{aA}	0.099 ± 0.00 ^{abA}
Mean	0.144	0.163	0.076	0.082
Clone	0.035*		0.814 ^{ns}	
Site	0.041*		0.283 ^{ns}	
Clone x Site	0.524 ^{ns}		0.763 ^{ns}	

Remarks: ns = non significant ($p \geq 0.05$), * = $p < 0.05$, ** = $p < 0.01$, Height and DBH means followed by the same lower case letters are not significantly different among clones ($p \geq 0.05$) and the means followed by the same capital letters are not significantly different between sites ($p \geq 0.05$).

สรุป

จากการศึกษาการแปรผันระหว่างสายต้นของการเติบโตของกระถินลูกผสมที่อายุ 2 ปี ที่ปลูกในแปลงทดลองบ่อ L6 และแปลงทดลองล้องอ้อพบว่ามีความแตกต่างระหว่างสายต้น โดยสายต้นกระถินลูกผสมระหว่างกระถินเทพาและกระถินณรงค์มีการเติบโตดีกว่าลูกผสมกระถินณรงค์ในทั้งสองพื้นที่ ในขณะที่สายต้นกระถินลูกผสมที่ปลูกในแปลงทดลองบ่อ L6 มีการเติบโตดีกว่าในแปลงทดลองล้องอ้อ ทั้งนี้สายต้น A1, A4, A6 และ A7 เป็นสายต้นที่โดดเด่นในแปลงทดลองบ่อ L6 และสายต้น A1 ถึง A7 เติบโตได้ดีในแปลงทดลองล้องอ้อจึงควรเลือกสายต้นที่มีความเหมาะสมกับพื้นที่ในการส่งเสริมต่อไป

สายต้นกระถินลูกผสมระหว่างกระถินเทพาและกระถินณรงค์มีค่าพื้นที่ผิวใบเฉพาะสูงกว่า แสดง

ให้เห็นว่าค่าพื้นที่ผิวใบเฉพาะนั้นมีผลต่อการเติบโตเนื่องจากมีต้นทุนในการสร้างใบน้อย ทำให้ใช้ต้นทุนทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ ขณะที่ใบของลูกผสมกระถินณรงค์มีปริมาณคลอโรฟิลล์และสารอาหารในใบมากกว่าจากการเปรียบเทียบการเติบโตและลักษณะเชิงหน้าที่ของใบที่ปลูกในสภาพพื้นที่ที่แตกต่างกันพบว่า สายต้นที่ปลูกในแปลงทดลองบ่อ L6 มีการเติบโตดีกว่าและมีค่าพื้นที่ผิวใบเฉพาะ ปริมาณไนโตรเจนและโพแทสเซียมในใบมากกว่าแปลงล้องอ้อ ขณะที่สายต้นในแปลงล้องอ้อนั้นมีปริมาณคลอโรฟิลล์ ฟอสฟอรัส แมกนีเซียมและแคลเซียมในใบมากกว่า ดังนั้น จึงควรศึกษาเพิ่มเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตและลักษณะเชิงหน้าที่ของใบ ซึ่งอาจนำมาประยุกต์ใช้ในการคัดเลือกสายต้นที่คาดว่าจะมีการเติบโตที่ดีได้จากการศึกษาลักษณะเชิงหน้าที่บางประการของใบตั้งแต่ระยะกล้าไม้เป็นต้นไป

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

คณะวนศาสตร์. 2552. โครงการส่งเสริมปลูกต้นไม้เพื่อเป็นทุนระยะยาว. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

. 2554. คู่มือศักยภาพของพรรณไม้สำหรับส่งเสริมภายใต้โครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดภาคป่าไม้. อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

จิรนิติ เชิงสะอาด, รุ่งเรือง พูลศิริ และสาพิศ ดิลกสัมพัทธ์. 2559. การเติบโต มวลชีวภาพ และปริมาณสารอาหารของสายต้นไม้อะเคเซียลูกผสมในจังหวัดสระแก้ว. วารสารวนศาสตร์ 35 (2): 54-65.

ปรีชาดี โรจนเมธากุล. 2541. ความผันแปรของการเติบโต ปริมาณไนโตรเจนในใบ และ Stomatal Conductance ของไม้กระถินณรงค์จากต่างถิ่นกำเนิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สาพิศ ร้อยอำแพง. 2545. การเจริญเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาของลูกผสมไม้กระถินณรงค์และกระถินเทพา, น. 370-382 ใน รายงานสัมมนาทางวนวัฒนวิทยา ครั้งที่ 7 “วนวัฒนวิทยาเพื่อพัฒนาสวนป่าเศรษฐกิจ”. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วิฑูรย์ เหลืองวิริยะแสง. 2545. การปรับปรุงพันธุ์ไม้อะเคเซียเพื่อการปลูกป่าเศรษฐกิจ, น.1-10 ใน รายงานสัมมนาทางวนวัฒนวิทยา ครั้งที่ 7 “วนวัฒนวิทยาเพื่อพัฒนาสวนป่าเศรษฐกิจ”. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Diloksumpun, S., J. Wongprom and S. A-kakhun. 2016. Growth and phyllode functional traits of acacia hybrid clones planted on a post mining rehabilitation site in southern Thailand, pp. 98-112. In J. C. Fernandez, D. Wulandari and E. K. Damayanti, eds. **Proceedings of**

2nd International Conference on Tropical Biology ‘Ecological Restoration in Southeast Asia; Challenges, Gains and Future Directions’. Seameo Regional Centre for Tropical Biology, Bogor.

Kha, L.D. 1995. **Studies on the Use of Natural Hybrids between *A. mangium* and *A. auriculiformis* in Vietnam**. Agriculture Publishing House, Hanoi.

Megel, K. and E.A. Kirkby. 2001. **Principles of Plant Nutrition**. 5th ed. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.

Poorter, H. and R. de Jong. 1999. A Comparison of specific leaf area, chemical composition and leaf construction costs of field plants from 15 habitats differing in productivity. **New Phytologist** 143: 163-176.

Prachaiyo, B. and T. Tsutsumi. 1989. On the nutrient content of trees of dry evergreen forest in northeastern Thailand. **Thai Journal of Forestry** 8: 227-236.

Royampaeng, S. 2001. **Physiology of Intraspecific and Interspecific Hybrids of *Acacia auriculiformis* A. Cunn. E Benth.** Ph.D. Thesis, Northern Territory University.

Schneider, C.A., W.S. Rasband and K.W. Eliceiri. 2012. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. **Nature Methods** 9: 671-675.

Tisdale, S.L. and W.L. Nelson. 1975. **Soil Fertility and Fertilizers**. Macmillan Publishing Co., Inc., New York.

Wu, T.G., M.K. Yu, G.G. Wang, Y. Dong and X.R. Cheng. 2012. Leaf nitrogen and phosphorus stoichiometry across forty-two woody species in southeast China. **Biochemical Systematics and Ecology** 44: 255-263.