วารสารวนศาสตร์ไทย 44(1): 1-16 (2568)
Thai Journal of Forestry 44(1): 1-16 (2025)

นิพนธ์ต้นฉบับ
(Original Article)

การแปรผันของสายต้นกระถินณรงค์ลูกผสม ณ ศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 6 (นครราชสีมา)

Clonal Variations of *Acacia auriculiformis* A. Cunn. ex Benth. Hybrid at Silvicultural Research Center 6 (Nakhon Ratchasima)

อนัญญา จ้อยชู[1,2], สาพิศ ดิลกสัมพันธ์[3*], สมพร แม่ลิ่ม[3] และดุริยะ สถาพร[2]
Ananya Choichu[1,2], Sapit Diloksumpun[3*], Somporn Maelim[3] and Duriya Staporn[2]

[1]สาขาบริหารทรัพยากรป่าไม้และสิ่งแวดล้อม คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[1]Forest Resource and Environmental Administration, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand
[2]ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900
[2]Silvicultural Research Section Forest Research and Development Office, Royal Forest Department, Bangkok 10900, Thailand
[3]ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
[3]Department of Silviculture Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand
*Corresponding Author, E-mail; sapit.d@ku.ac.th

รับต้นฉบับ 27 ตุลาคม 2567 **รับแก้ไข** 14 พฤศจิกายน 2567 **รับลงพิมพ์** 18 พฤศจิกายน 2567
Received: 27 October 2024 **Revised**: 14 November 2024 **Accepted**: 18 November 2024

ABSTRACT

Genetic improvement of *Acacia auriculiformis* A. Cunn. ex Benth. hybrids have enhanced their growth potential and adaptability to planting sites. However, differences in stem characteristics, yield and growth are evident. Consequently, this study examined the variation in 23 clones of a 5-year-old *A. auriculiformis* hybrid that had been planted at Silvicultural Research Center 6 (Nakhon Ratchasima) in terms of their growth, biomass and fresh weight, stem volume and carbon storage. The clonal test involved plots in a randomized complete block design with four replications. The diameter at breast height and total height of all trees were measured; subsequently, allometric equations were developed to estimate the biomass, carbon storage and stem fresh weight and volume of the trees.

Based on the results, there were highly significant differences (p<0.01) for all variables examined among the 23 clones. The RFD 3-2 clone, which was registered as a new plant variety, produced the highest total biomass and carbon stored in biomass, with mean values of 99.03 and 47.20 t/ha, respectively. Furthermore, the stem fresh weight and volume of this clone were the highest, with mean values of 102.12 t/ha and 130.02 m^3/ha, respectively, due to its straight stem and lack of forking at a low level. In addition, clones No. 12 and 13 were superior in terms of growth, biomass, stem fresh weight and stem volume, with values that were comparable to those of the RFD 3-2 clone. The findings suggested that these *A. auriculiformis* hybrid clones were suitable for reforestation and commercial plantations in Nakhon Ratchasima province and other regions with similar site conditions.

Keywords: Biomass; Volume; Allometric equation; *Acacia auriculiformis* hybrids; Carbon sequestration

บทคัดย่อ

กระถินณรงค์ลูกผสมมีการปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มศักยภาพในการเติบโตและการปรับตัวต่อพื้นที่ปลูกแต่ยังคงมีความแตกต่างระหว่างสายต้นในด้านการเติบโต ผลผลิต และรูปทรงของลำต้น การศึกษาครั้งนี้จึงวิเคราะห์การแปรผันระหว่างสายต้นของกระถินณรงค์ลูกผสมอายุ 5 ปี จำนวน 23 สายต้น ที่ปลูก ณ ศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 6 (นครราชสีมา) ทั้งในด้านการเติบโต ผลผลิตมวลชีวภาพและน้ำหนักสด ปริมาตร และการกักเก็บคาร์บอนในแปลงทดสอบสายต้นที่มีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ จำนวน 4 ซ้ำ ทำการเก็บข้อมูลเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และความสูง นำมาสร้างสมการแอลโลเมตรีเพื่อเปรียบเทียบมวลชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอน และปริมาตรไม้ในแต่ละสายต้น

จากการศึกษา พบว่า กระถินณรงค์ลูกผสม 23 สายต้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติระหว่างสายต้น (p<0.01) ในทุกตัวแปรที่ศึกษา โดยสายต้น ปม.3-2 ซึ่งเป็นสายต้นที่ได้รับการจดทะเบียนพันธุ์พืชใหม่ มีมวลชีวภาพรวม และการกักเก็บคาร์บอนสูงที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 99.03 ตันต่อเฮกตาร์ และ 47.20 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ สายต้น ปม.3-2 ยังมีน้ำหนักสดของลำต้น และปริมาตรของลำต้นสูงที่สุดด้วยเช่นกันเนื่องจากมีลำต้นเปลาตรงและไม่มีการแตกนางที่ระดับต่ำ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 102.12 ตันต่อเฮกตาร์ และ 130.02 ลูกบาศ์เมตรต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังพบว่าสายต้น 12 และ 13 มีศักยภาพทั้งการเติบโต ผลผลิตมวลชีวภาพ น้ำหนักสดและปริมาตรของลำต้น ที่สูงใกล้เคียงกับสายต้นปม.3-2 สายต้นกระถินณรงค์ลูกผสมเหล่านี้จึงมีความเหมาะสมที่จะนำไปส่งเสริมการปลูกเพื่อฟื้นฟู และเป็นการส่งเสริมการปลูกไม้เศรษฐกิจ ในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมาและพื้นที่อื่นที่มีสภาพพื้นที่ใกล้เคียงกัน

คำสำคัญ: มวลชีวภาพ ปริมาตรไม้ สมการแอลโลเมตรี กระถินณรงค์ลูกผสม อัตราการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

คำนำ

ความต้องการไม้ของโลกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทั้งสถานการณ์การผลิตและความต้องการใช้ไม้แปรรูป เช่นเดียวกับประเทศไทย จากข้อมูลสถิติการใช้ไม้ทุกชนิดที่เคยสำรวจในปี พ.ศ. 2548 มีปริมาณ 66 ล้านลูกบาศก์เมตร (40 ล้านตัน) เพิ่มขึ้นเป็นปริมาณ 87 ล้านลูกบาศก์เมตร (58 ล้านตัน) ในปี พ.ศ. 2559 และคาดว่าจะเพิ่มขึ้นเป็น 112 ล้านลูกบาศก์เมตร (75 ล้านตัน) ในปี พ.ศ. 2570 และ 128 ล้านลูกบาศก์เมตร (85 ล้านตัน) ในปี พ.ศ. 2580 ตามลำดับ (Faculty of Forestry, 2017) สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2561 - 2580) ประเด็นยุทธศาสตร์ด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ได้กำหนดเป้าหมายการเพิ่มพื้นที่ป่าไม้ให้ได้ร้อยละ 40 ของพื้นที่ประเทศ โดยเป็นป่าอนุรักษ์ร้อยละ 25 และป่าเศรษฐกิจร้อยละ 15 ในปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่ป่าไม้คิดเป็นร้อยละ 31.47 ของพื้นที่ประเทศ (Royal Forest Department, 2023) โดยมีพื้นที่ป่าอนุรักษ์ร้อยละ 22 ของพื้นที่ประเทศ ซึ่งใกล้เคียงกับเป้าหมาย ในขณะที่ป่าเศรษฐกิจที่กำหนดไว้เพื่อการผลิตไม้และของป่าเพื่อประโยชน์ในทางเศรษฐกิจโดยตรงยังขาดอีก 26 ล้านไร่ (Faculty of Forestry, 2017) ความต้องการใช้ไม้ส่วนใหญ่เป็นไม้พลังงานทั้งภาคอุตสาหกรรมและภาคครัวเรือน รองลงมาเป็นไม้แปรรูป เยื่อกระดาษ ชิ้นไม้สับ และไม้ประกอบ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ความต้องการใช้ไม้โตเร็วเนื่องจากไม้โตเร็วสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลาย เช่น การผลิตเยื่อกระดาษ ไม้พลังงาน ไม้แปรรูป และไม้เชื้อเพลิง

พรรณไม้สกุลอะคาเซีย (*Acacia* spp.) เป็นพรรณไม้ต่างถิ่นโตเร็ว (exotic fast growing tree species) ที่นิยมปลูกในประเทศมากรองจากยูคาลิปตัส ชนิดที่นิยมปลูกในประเทศไทยมี 2 ชนิด คือ กระถินเทพา (*Acacia mangium* Willd.) และกระถินณรงค์ (*Acacia auriculliformis* A. Cunn. ex Benth.) แต่พรรณไม้ทั้งสองชนิดมีความแปรผันของการเติบโตและการปรับตัวในพื้นที่ค่อนข้างมาก โดยกระถินเทพามีความต้องการพื้นที่ที่มีความชื้นสูง ในขณะที่กระถินณรงค์เป็นพรรณไม้ที่ปลูกได้ในสภาพภูมิอากาศที่ค่อนข้างกว้าง ตั้งแต่พื้นที่ที่มีความชื้นสูงถึงปานกลางและเติบโตได้ดีในพื้นที่แห้งแล้งได้ดีกว่า ทั้งนี้ กรมป่าไม้ที่เป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบในการจัดการพื้นที่ป่าไม้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งป่าเศรษฐกิจ ได้เล็งเห็นถึงศักยภาพของกระถินณรงค์ที่สามารถปรับตัวได้ดีในพื้นที่แห้งแล้งที่ถูกรบกวนหรือเสื่อมโทรมในอดีต จึงได้นำกระถินณรงค์ที่ได้นำเข้ามาปลูกรุ่นแรกและได้ปลูกกันอย่างแพร่หลายในพื้นที่ต่าง ๆ ของประเทศไทย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2478 ซึ่งเป็นกระถินณรงค์จากถิ่นกำเนิดตามธรรมชาติมีลักษณะลำต้นคดงอ แตกกิ่งก้านมาก และให้ผลผลิตเนื้อไม้ค่อนข้างต่ำ (Luangviriyasaeng, 2013) กรมป่าไม้จึงได้เริ่มโครงการวิจัยและปรับปรุงพันธุ์กระถินณรงค์ขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2527 โดยได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากรัฐบาลออสเตรเลียและได้รับเมล็ดพันธุ์จากถิ่นกำเนิดตามธรรมชาติ (provenance) 3 ถิ่นกำเนิด ได้แก่ Queensland (QLD), Northern Territory (NT) และ Papua New Guinea (PNG) ซึ่งมีลักษณะรูปทรงลำต้นที่เปลาตรง มีการเติบโตเร็ว ให้ผลผลิตเนื้อไม้สูง และทนแล้ง เป็นต้น อีกทั้งยังสามารถปรับตัวให้เข้า

กับสภาพภูมิประเทศของประเทศไทยได้เป็นอย่างดี และได้ทำการผลิตลูกผสมจากการผสมพันธุ์แบบควบคุม (controlled pollination) ทั้งลูกผสมภายในชนิดเดียวกันของกระถินณรงค์ (intraspecific hybrid) และลูกผสมข้ามชนิดระหว่างกระถินณรงค์และกระถินเทพา (interspecific hybrid) (Luangviriyasaeng, 2002) ซึ่งลูกผสมที่ได้มีการเติบโตที่ดีกว่าต้นพ่อ และ/หรือ ต้นแม่ (Kha *et al*. 1998; Royampaeng, 2001; Royampaeng, 2002) ต่อมากรมป่าไม้จึงพัฒนาพันธุ์กระถินณรงค์ และกระถินณรงค์ลูกผสมมาอย่างต่อเนื่อง ทั้งการทดสอบลูกหลาน (progeny test) และการทดสอบสายต้น (clonal test) เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์และสายต้นที่มีการเติบโตดีและสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพพื้นที่ได้กว้างขวางยิ่งขึ้น และเพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลาย (Luangviriyasaeng, 2013) ทั้งนี้ สายต้นกระถินณรงค์ลูกผสมส่วนใหญ่ของกรมป่าไม้เป็นแบบลูกผสมภายในชนิดเดียวกัน มีการปลูกทดสอบในพื้นที่ต่าง ๆ ในหลายภูมิภาค และสามารถคัดเลือกสายต้นที่มีศักยภาพสูงและได้รับการจดทะเบียนเป็นพันธุ์พืชใหม่ จำนวน 5 สายต้น (Luangviriyasaeng, 2013) จากการศึกษาของ Diloksumpun *et al.* (2016) ในแปลงทดสอบสายต้นกระถินณรงค์ลูกผสมที่ปลูกในพื้นที่เหมืองแร่ร้างที่มีลักษณะเป็นดินทราย พบว่า สายต้นกระถินณรงค์ลูกผสมภายในชนิดเดียวกันมีการเติบโตต่ำกว่าสายต้นกระถินลูกผสมระหว่างกระถินณรงค์และกระถินเทพา แต่ในทางตรงกันข้ามมีความสามารถในการทนแล้งได้ดีกว่าและขึ้นอยู่กับลักษณะทางพันธุกรรม อย่างไรก็ตาม สายต้นกระถินณรงค์ลูกผสมภายในชนิดเดียวกันจะมีลักษณะทั้งในด้านการเติบโต การปรับตัวต่อพื้นที่ และลักษณะรูปทรงของลำต้นที่ดีกว่ากระถินณรงค์ทั่วไป แต่ก็ยังมีการแปรผันค่อนข้างสูงระหว่างสายต้นขึ้นอยู่กับลักษณะทางพันธุกรรมของต้นพ่อ และ/หรือ ต้นแม่ และพื้นที่ปลูก (Choengsaad *et al*., 2016; Diloksumpun and Wongprom, 2016; Diloksumpun *et al*., 2016) ดังนั้น การคัดเลือกสายต้นให้เหมาะสมกับพื้นที่ปลูกจึงเป็นสิ่งสำคัญในการเริ่มต้นการส่งเสริมการปลูกป่าเศรษฐกิจให้ประสบความสำเร็จ

การศึกษาในครั้งนี้ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของการเติบโต และผลผลิตในรูปของมวลชีวภาพ น้ำหนักสดของลำต้น ปริมาตรไม้ และการกักเก็บคาร์บอนของสายต้นกระถินณรงค์ลูกผสมจำนวน 23 สายต้น ที่มีลักษณะทางพันธุกรรมของแม่พันธุ์และพ่อพันธุ์ที่ต่างกัน ซึ่งทำการศึกษาในแปลงทดสอบสายต้นอายุ 5 ปี ณ ศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 6 (นครราชสีมา) จังหวัดนครราชสีมา เพื่อนำผลการศึกษาที่ได้ใช้คัดเลือกสายต้นที่เหมาะสมกับพื้นที่ปลูกและการนำไปใช้ประโยชน์สำหรับการส่งเสริมการปลูกสร้างสวนป่าไม้เศรษฐกิจโตเร็วต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

ทำการศึกษาในพื้นที่ศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 6 (นครราชสีมา) ตำบลอุดมทรัพย์ อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ลักษณะพื้นที่ส่วนใหญ่ประกอบด้วยภูเขาที่มีความลาดชันเป็นภูเขาสูง ระดับความลาดชันอยู่ระหว่าง 20 - 35 องศา มีความสูงจากระดับน้ำทะเลตั้งแต่ประมาณ 200 - 770 เมตร สภาพภูมิอากาศในช่วงปี พ.ศ. 2556 - 2565 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี 1,300 มิลลิเมตร อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 25.2 องศาเซลเซียส ลักษณะดินเป็นดินร่วน มีอินทรียวัตถุจำนวนน้อย และดินชั้นบนเป็นกรดอย่างมาก โดยมีค่า pH ตั้งแต่ 3.85 - 4.24 (Staporn, 2022) ในอดีตพื้นที่ดังกล่าวเป็นป่าที่ถูกบุกรุกทำลายจนมีสภาพเป็นภูเขาหัวโล้นและทุ่งหญ้าคา กรมป่าไม้จึงได้มีการนำไม้โตเร็วต่างถิ่นเข้ามาปลูกเพื่อฟื้นฟูสภาพพื้นที่ โดยพรรณไม้ที่นำมาปลูกได้แก่ กระถินณรงค์ และ กระถินเทพา เนื่องจากเป็นไม้โตเร็วสามารถเติบโตแข่งกับหญ้าคาได้ สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาในแปลงทดสอบสายต้นกระถินณรงค์ลูกผสม ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแปลงปลูกทดลองปลูกพรรณไม้โตเร็วต่างถิ่น (Figure 1)

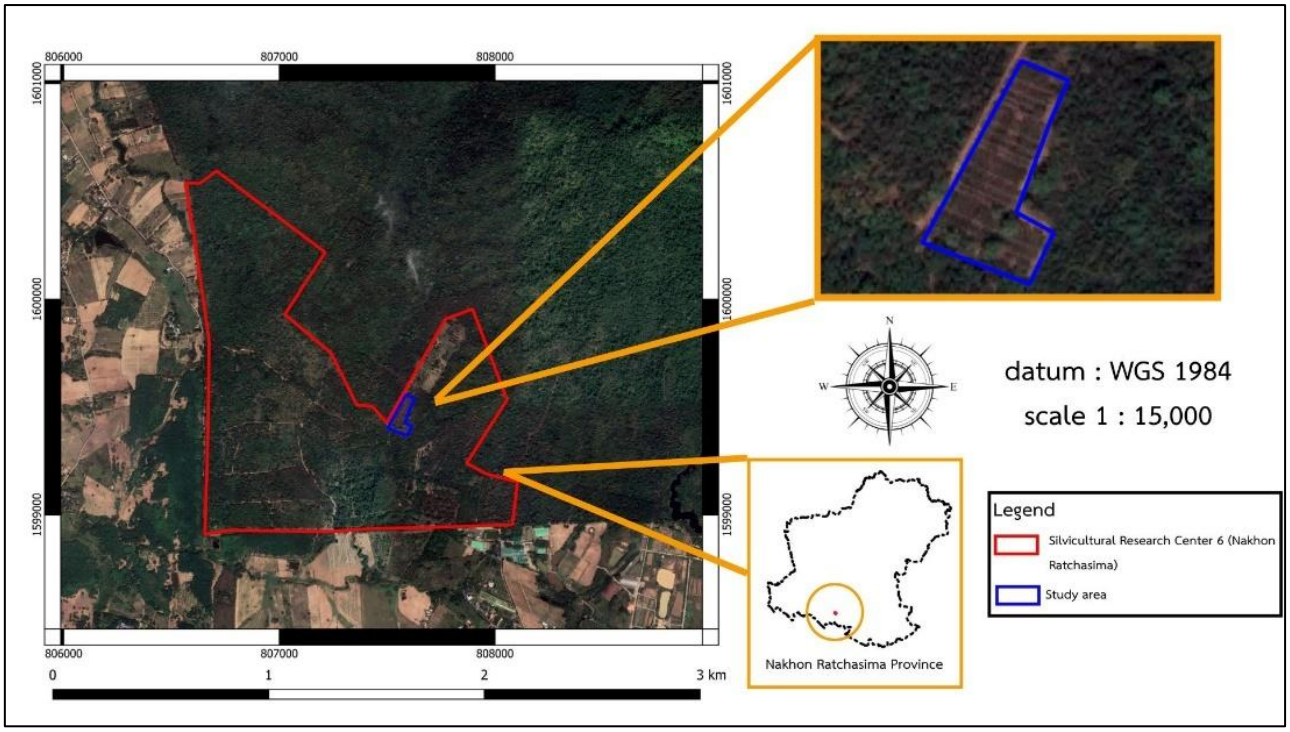

Figure 1 Clonal test site for *Acacia auriculiformis* hybrid at Silvicultural Research Center 6 (Nakhon Ratchasima)

แหล่งพันธุกรรมและการวางแผนการทดลอง

แปลงทดสอบสายต้นกระถินณรงค์ลูกผสมปลูกเมื่อเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2560 อายุ 5 ปี เนื้อที่ 9 ไร่ มีระยะปลูก 2 เมตร x 2 เมตร ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design, RCBD) มีสายต้นกระถินณรงค์ลูกผสมแบบภายในชนิดเดียวกัน (intraspecific hybrid) จำนวน 23 สายต้น ซึ่งมีแหล่งพันธุกรรมที่แตกต่างกัน (Table 1) และมีรูปแบบการปลูกเป็นบล็อค (block) จำนวน 4 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบการปลูกที่ 1 ปลูก 1 แถว แถวละ 5 ต้น รูปแบบการปลูกที่ 2 ปลูก 2 แถวติดกัน แถวละ 5 ต้น รูปแบบการปลูกที่ 3 ปลูก 3 แถวติดกัน แถวละ 5 ต้น และรูปแบบการปลูกที่ 4 ปลูก 7 แถวติดกัน แถวละ 5 ต้น โดยมีระยะระหว่างบล็อค 5 เมตร (Figure 2)

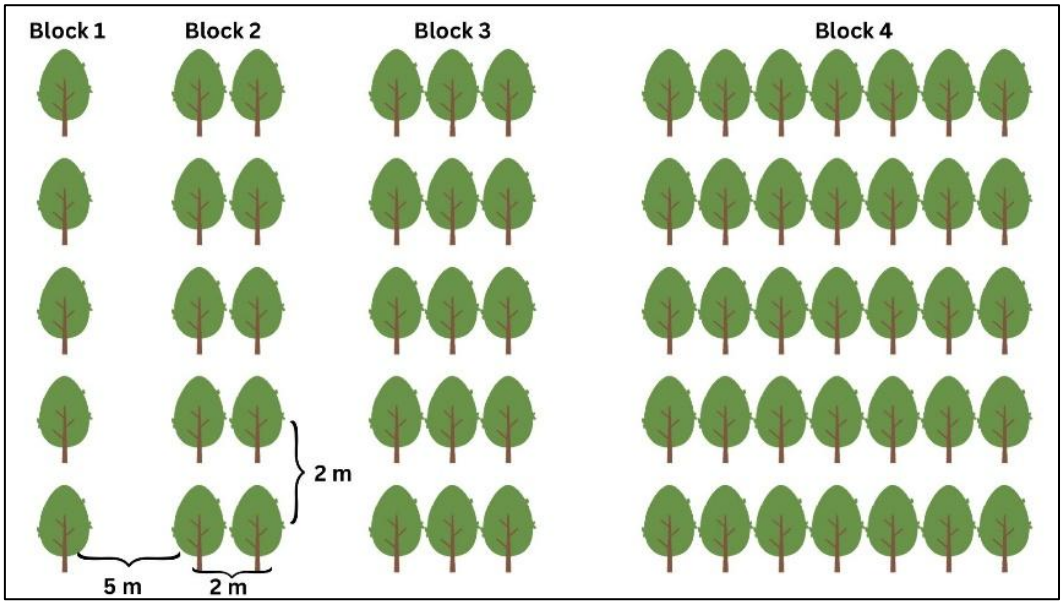

Figure 2 Planting layout of clonal test of *Acacia auriculiformis* hybrid at Silvicultural Research Center 6 (Nakhon Ratchasima)

Table 1 Genetic background of 23 *Acacia auriculiformis* hybrid clones planted at Silvicultural Research Center 6 (Nakhon Ratchasima)

Clone No.	Clone ID	Cross (Female x Male)
1	1/1/7	NT1 X QLD1
2	1/1/11	NT1 X QLD1
3	1/1/12	NT1 X QLD1
4	13/8/9	PNG1 X QLD2
5	13/8/11	PNG1 X QLD2
6	14/8/19	PNG1 X QLD2
7	24/13/28	PNG2 X QLD2
8	RFD 3-2 (ปม.3-2)	PNG2 X QLD2
9	25/14/19	QLD1 X NT2
10	27/15/21	QLD1 X PNG1
11	RFD 3-3 (ปม.3-3)	QLD1 X PNG1
12	28/16/15	QLD1 X QLD2
13	29/16/24	QLD1 X QLD3
14	29/16/28	QLD1 X QLD3
15	29/17/15	QLD1 X QLD3
16	30/17/16	QLD2 X NT3
17	RFD 3-4 (ปม.3-4)	QLD2 X NT3
18	31/18/10	QLD2 X NT3
19	RFD 3-1 (ปม.3-1)	QLD2 X NT3
20	33/19/3	QLD2 X PNG1
21	33/19/5	QLD2 X PNG1
22	33/19/8	QLD2 X PNG1
23	RFD 3-5 (ปม. 3-5)	QLD2 X PNG1

Remark: NT = Northern Territory, Australia; PNG = Papua New Guinea; QLD = Queensland, Australia; RFD = Royal Forest Department

การเก็บข้อมูลภาคสนาม

เก็บข้อมูลการเติบโตของกระถินณรงค์ลูกผสมทุกสายต้นทั้งหมดทุกต้นในแปลง โดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (diameter at breast height, DBH) ด้วยเทปวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง (diameter tape) และวัดความสูงทั้งหมดของต้นไม้ (height, H) ด้วย (vertex hypsometer) นำค่า DBH มาแจกแจงความถี่เป็นอันตรภาคชั้น จากนั้นทำการเลือกต้นไม้ที่จะทำการตัดเพื่อพัฒนาสมการมวลชีวภาพและน้ำหนักสด จำนวนสายต้นละ 2 ต้น รวมเป็น 46 ต้น โดยกำหนดเกณฑ์ในการเลือกต้นไม้ที่จะทำการตัดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกใกล้เคียงค่าเฉลี่ยของแต่ละสายต้นและให้กระจายครอบคลุมทุกอันตรภาคชั้นของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก โดยการตัดต้นไม้ตัวอย่างที่ระดับชิดดิน (diameter at ground level, D_0) และทอนลำต้นเป็นท่อนทุก ๆ 1 เมตร จนถึงปลายยอด ทำการวัด DBH ที่ (โคนท่อนและปลายท่อน) ในแต่ละท่อน แยกเป็นแต่ละส่วนเป็น ลำต้น กิ่ง ใบ บันทึกน้ำหนักสดของทุกส่วนในแต่ละท่อน และรวมเป็นน้ำหนักสดทั้งหมดของต้นไม้ตัวอย่างแต่ละต้น ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างส่วนลำต้น กิ่ง และใบ (โดยการเก็บตัวอย่างในแต่ละส่วนนั้น จะมีน้ำหนักประมาณ 500 กรัม) จากนั้นนำตัวอย่างมาชั่งน้ำหนักสดและนำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 - 80 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักจะคงที่ เพื่อชั่งน้ำหนักแห้ง (Viriyabuncha, 2003)

การพัฒนาสมการแอลโลเมตรี

คำนวณค่าร้อยละความชื้นของตัวอย่างจากน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง เพื่อนำค่าร้อยละความชื้นไปคำนวณค่าน้ำหนักแห้งทั้งหมดของส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ตัวอย่าง นำข้อมูลของต้นไม้ตัวอย่างชุดที่ 1 จำนวน 23 ต้น มาสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพส่วนต่าง ๆ และระหว่าง

น้ำหนักสดของลำต้นส่วนที่เป็นสินค้าได้ (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร) กับขนาดของต้นไม้ในมิติต่าง ๆ เช่น DBH^2, DBH^2H, D_0^2, D_0^2H ในรูปแบบสมการแอลโลเมตรี (allometric equation) ตาม Sahunalu (2009) ดังนี้

$$Y = aX^b$$

โดย Y = มวลชีวภาพของลำต้น กิ่ง ใบ และส่วนเหนือพื้นดิน และน้ำหนักสด (กิโลกรัม)

X = parabolic volume ในรูปต่าง ๆ DBH^2, DBH^2H, D_0^2, D_0^2H (DBH และ D_0, เซนติเมตร; H, เมตร)

a และ b คือ ค่าคงที่ของสมการ

นำสมการความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพส่วนต่าง ๆ และระหว่างน้ำหนักสดของลำต้นส่วนที่เป็นสินค้าได้ กับขนาดของต้นไม้ในมิติต่าง ๆ ข้างต้น และเลือกสมการค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R^2) ที่มีค่าสูงที่สุดมาใช้ในการประเมินมวลชีวภาพส่วนต่าง ๆ และน้ำหนักสดของลำต้นส่วนที่เป็นสินค้าได้ (มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 2.5 เซนติเมตรขึ้นไป) ของสายต้นทั้ง 23 สายต้น

วิเคราะห์ปริมาตรของต้นไม้ตัวอย่างที่ตัดทุก ๆ ท่อน ตั้งแต่ท่อนโคนจนถึงท่อนปลายที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร ซึ่งเป็นขนาดเล็กที่สุดที่ใช้เป็นสินค้าได้ โดยใช้สูตรของ Smalian 's formula (Avery, 1967) ดังนี้

$$V_s = \frac{B + b}{2} \times L$$

โดยที่ V_s = ปริมาตรไม้ของต้นไม้แต่ละท่อน (ลูกบาศก์เมตร)

B = พื้นที่หน้าตัด ณ โคนท่อน (ตารางเมตร)

b = พื้นที่หน้าตัด ณ ปลายท่อน (ตารางเมตร)

L = ความยาวของท่อนไม้ (เมตร)

นำข้อมูลของต้นไม้ตัวอย่างชุดที่ 1 จำนวน 23 ต้น มาสร้างสมการปริมาตรของลำต้นในรูปแบบสมการแอลโลเมตรี (allometric equation) ในรูปแบบของสมการยกกำลัง (power equation) ของปริมาตรของลำต้นกับขนาดของต้นไม้ (Sahunala, 2009)

$$Y = aX^b$$

โดย Y = ปริมาตรของลำต้นที่เป็นสินค้าได้ (ลูกบาศก์เมตร)

X = parabolic volume ในรูปต่าง ๆ DBH^2, DBH^2H, D_0^2, D_0^2H (DBH และ D_0, เซนติเมตร; H, เมตร)

a และ b เป็นค่าคงที่ของสมการ

นำสมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของลำต้นส่วนที่เป็นสินค้าได้ กับขนาดของต้นไม้ในมิติต่าง ๆ ข้างต้น และเลือกสมการค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R^2) ที่มีค่าสูงที่สุดมาใช้ในการประเมินปริมาตรของลำต้นส่วนที่เป็นสินค้าได้

นำข้อมูลชุดที่ 2 จำนวน 23 ต้น มาทดสอบสมการแอลโลเมตรีของมวลชีวภาพ น้ำหนักสดและปริมาตรของลำต้นที่เป็นสินค้าได้ โดยการคำนวณโดยใช้สมการที่เลือกเพื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลน้ำหนักและปริมาตรที่ได้จากการเก็บข้อมูลภาคสนาม โดยการสร้างกราฟเพื่อพิจารณาความสัมพันธ์

การประเมินมวลชีวภาพ น้ำหนักสด ปริมาตรลำต้น และการกักเก็บคาร์บอน

คำนวณมวลชีวภาพส่วนต่าง ๆ น้ำหนักสดและปริมาตรลำต้นของส่วนที่เป็นสินค้าได้ของกระถินณรงค์ลูกผสมทั้ง 23 สายต้น ด้วยสมการแอลโลเมตรีที่คัดเลือกและผ่านการทดสอบ และคำนวณต่อหน่วยพื้นที่ (ต่อเฮกตาร์) คำนวณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพรวม โดยคำนวณมวลชีวภาพรวมจากมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน และมวลชีวภาพใต้พื้นดิน ซึ่งมวลชีวภาพส่วนใต้พื้นดินคำนวณจากอัตราส่วนระหว่างมวลชีวภาพใต้ดินต่อมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (root/shoot ratio) เท่ากับ 0.13 และคำนวณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพรวมจากปริมาณคาร์บอนเฉลี่ยของไม้สกุลอะคาเซีย ซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 47.66 ของน้ำหนักแห้ง (Faculty of Forestry, 2011)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของมวลชีวภาพ น้ำหนักสดและปริมาตรของลำต้นส่วนที่เป็นสินค้าได้ และการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพระหว่างสายต้น โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยต่าง ๆ ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ R (R Core Team, 2022)

ผลและวิจารณ์

การเติบโต

การศึกษาการเติบโตของสายต้นกระถินณรงค์ลูกผสม จำนวน 23 สายต้น พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) ระหว่างสายต้น โดยสายต้น 12, 13 และสายต้นปม.3-2 มีค่าเฉลี่ยของ DBH สูงสุด เท่ากับ 12.25, 12.18 และ 11.80 เซนติเมตร ตามลำดับ และสายต้นกระถินณรงค์ลูกผสมที่มีค่าเฉลี่ย DBH ต่ำสุด ได้แก่ สายต้น 14, 4 และสายต้น 7 เท่ากับ 8.33, 8.79 และ 8.89 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่สายต้น ปม.3-2, ปม.3-4 และสายต้น 15 มีค่าเฉลี่ยทางความสูงสูงสุด เท่ากับ 15.23, 14.43 และ 14.05 เซนติเมตร ตามลำดับ และสายต้น 21, 3 และสายต้น 14

มีค่าเฉลี่ยทางความสูงต่ำสุด เท่ากับ 11.21, 11.59 และ 11.76 เมตร ตามลำดับ ซึ่งความโตทาง (DBH) และความสูง (H) (Table 2) จากผลการศึกษาข้างต้นเห็นได้ว่าพื้นที่ของศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 6 (นครราชสีมา) มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีประมาณ 1,300 มิลลิเมตรต่อปี ซึ่งถือว่ามีค่าค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่อื่น ๆ จึงมีผลทำให้กระถินณรงค์มีการเติบโตดี และสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Choengsaad *et al*. (2016) ที่ได้ศึกษาการเติบโต มวลชีวภาพ และปริมาณสารอาหารของสายต้นกระถินณรงค์ลูกผสม ที่มีการเติบโตดีจำนวน 6 สายต้น อายุ 4 ปี ในจังหวัดสระแก้ว พบว่า สายต้นกระถินณรงค์ลูกผสม สายต้น 14 (QLD x QLD) มีการเติบโตทาง DBH และความสูง เท่ากับ 11.34 เซนติเมตร และ 11.84 เมตร ตามลำดับ คิดเป็นอัตราความเพิ่มพูนเฉลี่ยทาง DBH และความสูงใกล้เคียงกับกระถินณรงค์ลูกผสม สายต้น ปม.3-2 (PNG x QLD) สายต้น 12, 13 ซึ่งเป็นลูกผสมจากถิ่นกำเนิด QLD เช่นกัน แต่ในการศึกษาครั้งนี้มีความแตกต่างจากการศึกษาของ Diloksumpun *et al.* (2016) ซึ่งทดสอบสายต้นของกระถินลูกผสม ทั้งกระถินณรงค์ลูกผสมภายในชนิดเดียวกัน ลูกผสมระหว่างกระถินณรงค์และกระถินเทพา และลูกผสมระหว่างกระถินเทพาและกระถินณรงค์ ที่ปลูกในพื้นที่พื้นฟูเหมืองแร่ร้าง ณ สถานีวิจัยวนศาสตร์พังงา จังหวัดพังงา จำนวน 20 สายต้น พบว่า ในช่วง 2 ปีแรก สายต้นลูกผสมข้ามชนิดมีการเติบโตดีกว่าลูกผสมกระถินณรงค์ภายในชนิดเดียวกัน สอดคล้องกับการศึกษา Thepchatri *et al.* (2018) ที่พบว่ากลุ่มสายต้นกระถินลูกผสมระหว่างกระถินเทพาและกระถินณรงค์ อายุ 2 ปี ที่ปลูกใน 2 พื้นที่ของจังหวัดเชียงใหม่ มีการเติบโตดีกว่ากลุ่มสายต้นกระถินณรงค์ลูกผสมอันเป็นผลมาจากความแตกต่างของพื้นที่ผิวใบเฉพาะซึ่งเป็นลักษณะเชิงหน้าที่ที่สำคัญของใบ อย่างไรก็ตาม สายต้นของกระถินลูกผสมที่ปลูก ณ สถานีวิจัยวนศาสตร์พังงา ในปีที่ 3 ซึ่งเกิดภาวะแห้งแล้งในพื้นที่ปลูก พบว่า สายต้นจากลูกผสมระหว่างกระถินณรงค์และกระถินเทพา และสายต้นกระถินณรงค์ลูกผสมจากถิ่นกำเนิด PNG x QLD มีการเติบโตดีกว่าสายต้นกระถินณรงค์ลูกผสมจากถิ่นกำเนิดอื่น ๆ (Diloksumpun *et al.*, 2016) สอดคล้องกับการศึกษาของ Luangviriyasaeng *et al.* (1995) ที่พบว่าสายพันธุ์กระถินณรงค์ที่มีถิ่นกำเนิดจาก QLD และ PNG มีการเติบโตดีกว่าสายพันธุ์ที่มีถิ่นกำเนิดจาก NT และสายพันธุ์ดั้งเดิมในประเทศไทย

สมการมวลชีวภาพ น้ำหนักสดของลำต้น และปริมาตรของลำต้น

ในการพัฒนาสมการมวลชีวภาพมีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพส่วนต่าง ๆ ได้แก่ ลำต้น กิ่ง ใบ และส่วนที่อยู่เหนือดิน และขนาดของต้นไม้ในรูปแบบ parabolic volume ได้แก่ DBH^2, DBH^2H, D_0^2, D_0^2H ในรูปแบบของสมการแอลโลเมตรี เช่นเดียวกับการพัฒนาสมการน้ำหนักสดของลำต้นส่วนที่เป็นสินค้าได้ และปริมาตรลำต้นส่วนที่เป็นสินค้าได้ พบว่า ทุกสมการที่ให้ค่า R^2 สูงสุด ได้แก่ การนำค่าความสูง (H) มาเป็นตัวแปรอิสระร่วมกับค่าเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกยกกำลังสอง (DBH^2) ในรูปของ Parabolic volume หรือ DBH^2H (Table 3) สอดคล้องกับการศึกษาของ Kira and Shidei (1967) ที่พบว่า ตัวแปร DBH^2H ในรูปของ parabolic volume จะทำให้สามารถประมาณหาปริมาณมวลชีวภาพได้อย่างถูกต้อง เนื่องจากเป็นค่าโดยประมาณของปริมาตรต้นไม้ ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับมวลชีวภาพ หรือน้ำหนัก ทั้งนี้ Sahunala (2009) แนะนำว่า มวลชีวภาพ และน้ำหนักแห้งในส่วนลำต้นของต้นไม้จะมีความสัมพันธ์อย่างมากกับปริมาตรของลำต้น และการใช้สมการแอลโลเมตรีในการประมาณมวลชีวภาพของต้นไม้จะใช้ขนาดของต้นไม้ที่วัดได้จากส่วนต่าง ๆ เช่น ความสูง และเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก โดยจะวัดจากส่วนที่มีรูปทรงลักษณะทางเลขาคณิตอย่างง่าย และเป็นบริเวณที่วัดง่าย เช่นเดียวกับการศึกษาของ Khotma *et al.* (2016) ที่ได้ศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดิน และปริมาณธาตุอาหารในไม้อะคาเซียลูกผสมสายต้นต่าง ๆ 6 สายต้น และเลือกสมการที่ใช้ในการประมาณมวลชีวภาพในรูปแบบสมการแอลโลเมตรี ทุกสมการได้จากสมการที่มีตัวแปร DBH^2H ซึ่งมีค่า R^2 สูงสุดมาใช้ในการคำนวณเช่นเดียวกัน

Table 2 Diameter at breast height (DBH) and height of *Acacia auriculiformis* hybrid clones planted at Silvicultural Research Center 6 (Nakhon Ratchasima) (mean ± standard deviation)

Clone No.	Clone reference	DBH (cm)	Height (m)
1	1/1/7	11.47 ± 1.94^{fgh}	13.46 ± 1.34^{ef}
2	1/1/11	10.72 ± 2.28^{defg}	11.91 ± 1.55^{abc}
3	1/1/12	10.43 ± 1.88^{cdef}	11.59 ± 0.92^{ab}
4	13/8/9	8.79 ± 2.28^{ab}	12.32 ± 2.00^{bcd}
5	13/8/11	10.96 ± 2.14^{efg}	12.62 ± 1.53^{cde}
6	14/8/19	10.05 ± 2.06^{cde}	12.19 ± 1.82^{bc}
7	24/13/28	8.89 ± 1.40^{ab}	11.76 ± 1.61^{abc}
8	RFD 3-2	11.80 ± 1.87^{gh}	15.23 ± 1.19^{h}
9	25/14/19	10.23 ± 1.66^{cde}	13.69 ± 0.92^{fg}
10	27/15/21	9.78 ± 1.74^{bcd}	11.99 ± 1.58^{abc}
11	RFD 3-3	11.68 ± 1.76^{gh}	13.59 ± 2.11^{fg}
12	28/16/15	12.25 ± 2.03^{h}	13.92 ± 1.73^{fg}
13	29/16/24	12.18 ± 1.80^{h}	13.64 ± 0.73^{fg}
14	29/16/28	8.33 ± 1.55^{a}	11.78 ± 1.71^{abc}
15	29/17/15	10.18 ± 1.84^{cde}	14.05 ± 1.77^{fg}
16	30/17/16	10.13 ± 1.71^{cde}	13.47 ± 1.42^{efg}
17	RFD 3-4	10.49 ± 1.23^{gef}	14.43 ± 0.87^{gh}
18	31/18/10	9.29 ± 1.38^{abc}	13.25 ± 1.46^{ef}
19	RFD 3-1	10.16 ± 1.93^{cde}	13.17 ± 1.99^{def}
20	33/19/3	9.68 ± 1.56^{bcd}	12.62 ± 1.06^{cde}
21	33/19/5	10.73 ± 1.98^{defg}	11.21 ± 1.95^{a}
22	33/19/8	11.77 ± 2.20^{gh}	11.83 ± 1.70^{abc}
23	RFD 3-5	10.11 ± 1.30^{cde}	13.52 ± 1.25^{efg}
Mean ± S.D.		10.45 ± 2.06	12.96 ± 1.83
F-value		18.298	27.518
P-value		<0.01**	<0.01**

Remark: **Highly significant difference (p<0.01)

การศึกษาในครั้งนี้ได้เลือกสมการมวลชีวภาพในรูปแบบของ DBH^2H เนื่องจากมีค่า R^2 สูงสุด ทั้ง 3 สมการ โดยสมการประเมินมวลชีวภาพส่วนลำต้นมีค่า R^2 = 0.9744 มวลชีวภาพส่วนกิ่งมีค่า R^2 = 0.5639 มวลชีวภาพส่วนใบ มีค่า R^2 = 0.7686 ทั้งนี้ สมการมวลชีวภาพของลำต้นให้ค่า R^2 สูงกว่า สมการมวลชีวภาพของกิ่ง และใบ อาจเนื่องมาจากต้นไม้ตัวอย่างมาจาก 23 สายต้น ซึ่งมีรูปทรงลำต้น การแตกกิ่ง และปริมาณใบที่แตกต่างกัน แตกต่างจากการศึกษาของ Choensaad *et al.* (2016) ซึ่งพัฒนาสมการเฉพาะของสายต้นกระถินณรงค์ลูกผสม 6 สายต้น ทำให้ค่า R^2 ของสมการมวลชีวภาพของกิ่งและใบมีค่าค่อนข้างสูง ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้ จึงสร้างสมการมวลชีวภาพเหนือพื้นดินเพื่อประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ซึ่งมีค่า R^2 = 0.9617 มาใช้แทนผลรวมของมวลชีวภาพของลำต้น กิ่ง และใบ จะเหมาะสมมากกว่า (Figure 3) สำหรับสมการน้ำหนักสดของลำต้นส่วนที่เป็นสินค้าได้ และปริมาตรส่วนที่เป็นสินค้าได้ เลือกตัวแปรรูปแบบของ DBH^2H เนื่องจากมีค่า R^2 สูงสุด เช่นกัน โดยสมการน้ำหนักสดของลำต้นส่วนที่เป็นสินค้าได้ มีค่า R^2 = 0.9812 และสมการปริมาตรลำต้นส่วนที่เป็นสินค้าได้ มีค่า R^2 = 0.9834 ซึ่งค่อนข้างสูงใกล้เคียงกับสมการมวลชีวภาพของลำต้น (Figure 3) อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาของ Sriarkarin *et al.* (2022) ซึ่งทำการประเมินผลผลิตของไม้กระถินเทพาอายุ 6 ปี ณ สถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา พบว่า สมการปริมาตรไม้ที่ทำเป็นสินค้าได้ของกระถินเทพา อายุ 6 ปี ใช้สมการแอลโลเมตรีที่มีตัวแปร DBH เพียงอย่างเดียว และเป็นสมการที่ให้ค่า R^2 สูงเช่นกัน (R^2= 0.9430)

จากการทดสอบสมการทั้ง 6 สมการข้างต้น โดยการใช้ข้อมูลชุดที่ 2 จำนวน 23 ต้น สร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากภาคสนามและข้อมูลจากการคำนวณจากสมการ พบว่าสมการที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับลำต้น ได้แก่ มวลชีวภาพส่วนลำต้นน้ำหนักสดของลำต้นส่วนที่เป็นสินค้าได้ และ ปริมาตรลำต้นส่วนที่เป็นสินค้าได้ ให้ค่าความถูกต้องมากกว่าร้อยละ 99 โดยสมการมวลชีวภาพส่วนลำต้นมีค่า R^2 = 0.9923 สมการน้ำหนักสดของลำต้นส่วนที่เป็นสินค้าได้ มีค่า R^2 = 0.9946 และสมการปริมาตรลำต้นส่วนที่เป็นสินค้าได้ มีค่า R^2 = 0.9933 ตรงข้ามกับสมการมวลชีวภาพส่วนกิ่ง และมวลชีวภาพส่วนใบ ซึ่งมีค่าความถูกต้องน้อยกว่าร้อยละ 85 (Figure 4) ดังนั้นการประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินควรเลือกใช้สมการมวลชีวภาพเหนือพื้นดินซึ่งมีค่าความถูกต้องมากกว่า (R^2 = 0.9479) จึงมีความแม่นยำมากกว่า

Table 3 Allometric equations for biomass, stem fresh weight and stem volume of 23 *Acacia auriculiformis* hybrid clones planted at Silvicultural Research Center 6 (Nakhon Ratchasima)

Y	X	Equation	R^2
Biomass	DBH^2H	$W_s = 0.0126(DBH^2H)^{1.0547}$	0.9744
		$W_b = 0.0020(DBH^2H)^{1.0930}$	0.5639
		$W_l = 0.0040(DBH^2H)^{0.8836}$	0.7686
		$W_{ABG} = 0.0177(DBH^2H)^{1.0464}$	0.9617
Stem fresh weight	DBH^2H	$W_f = 0.0245(DBH^2H)^{1.0481}$	0.9812
Stem volume	DBH^2H	$V_s = 0.000072(DBH^2H)^{0.9134}$	0.9834

Remarks: W_s = stem biomass (kg); W_b = branch biomass (kg); W_l = leaf biomass (kg); W_{ABG} = aboveground biomass (kg); W_f= stem fresh weight (kg); V_s = stem volume (m^3); H = tree height (m); DBH = diameter at breast height (cm)

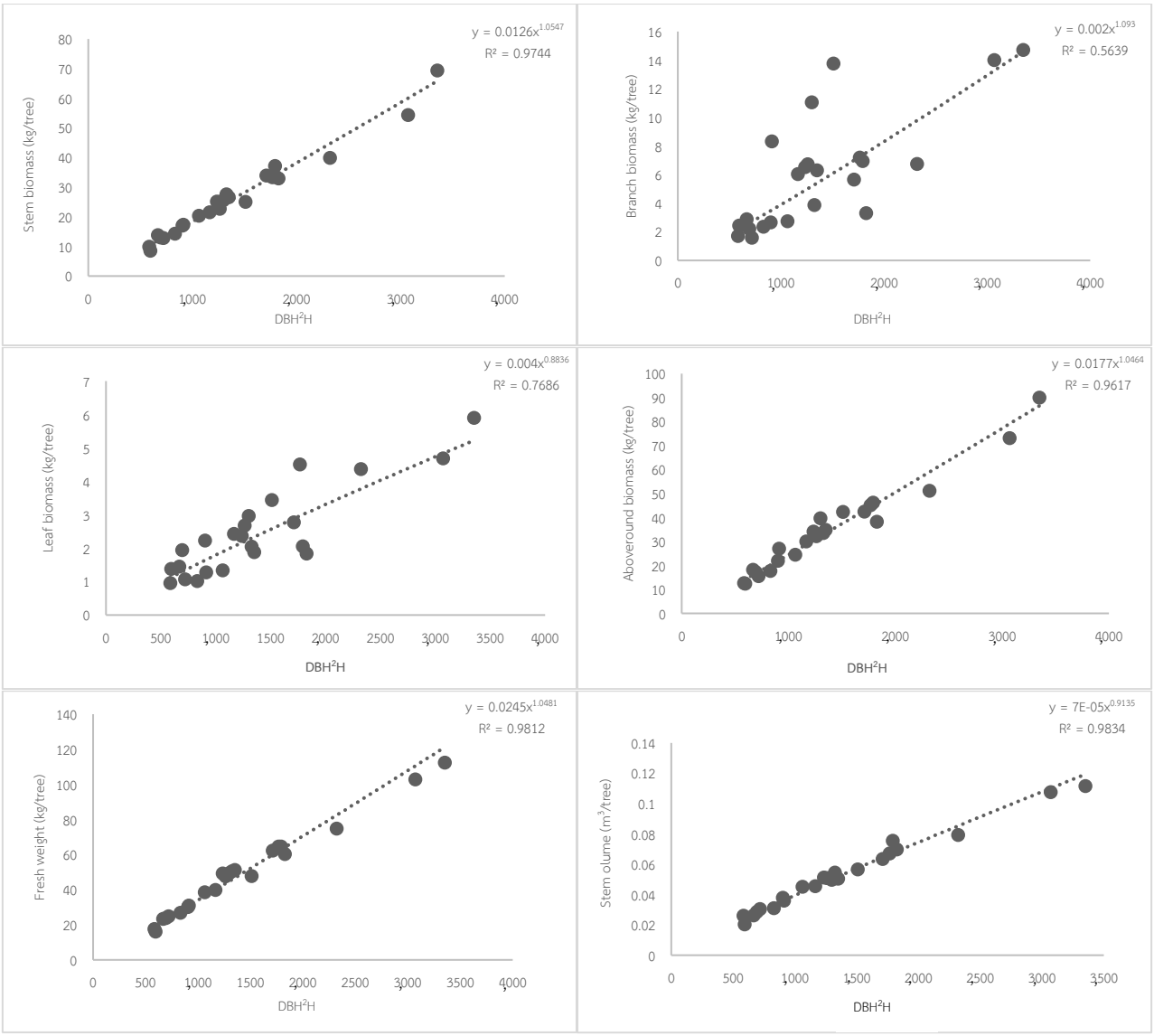

Figure 3 Relationship between biomass, stem fresh weight and stem volume of *Acacia auriculiformis* hybrid clones at Silvicultural Research Center 6 (Nakhon Ratchasima)

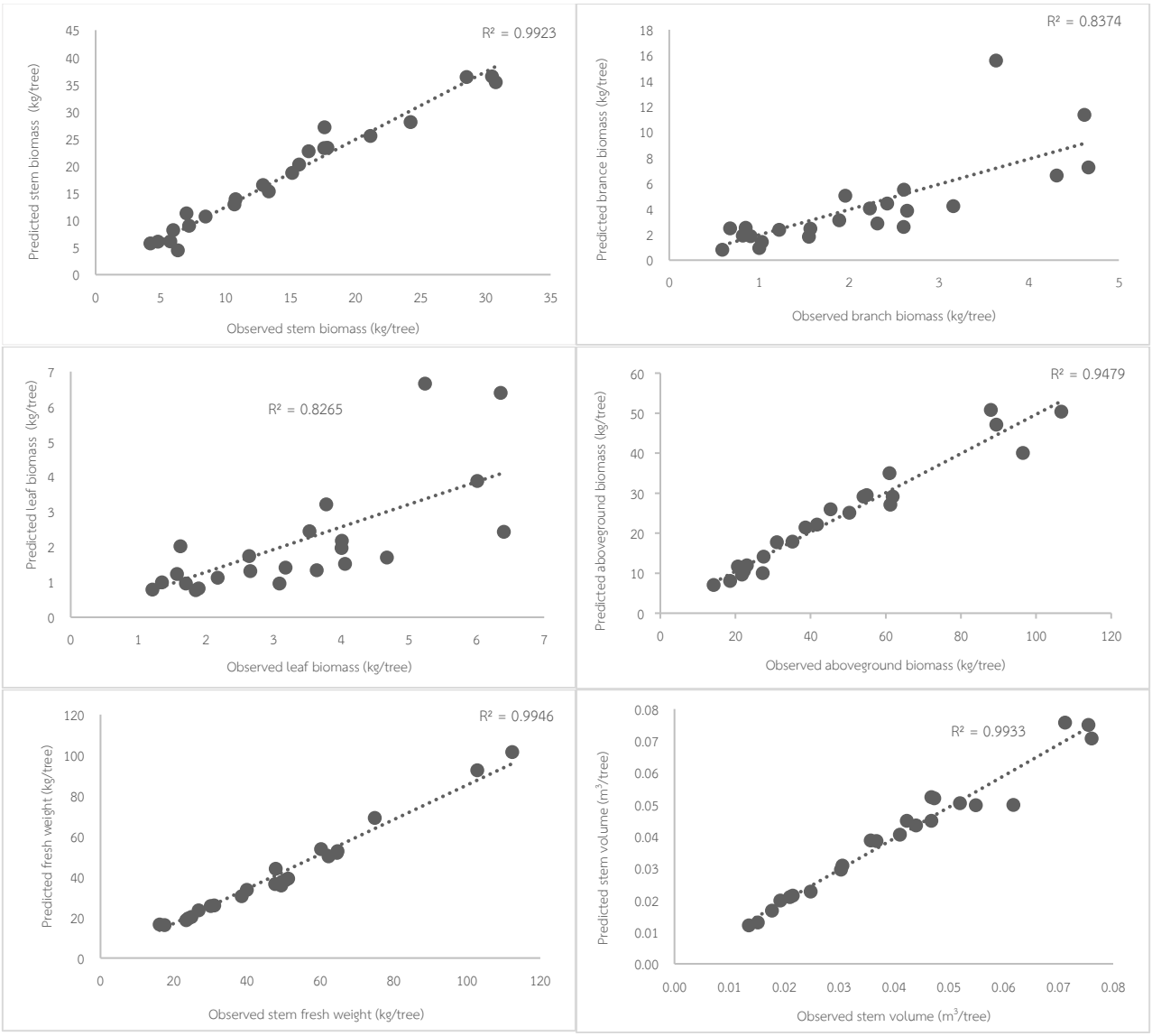

Figure 4 Relationship between observed and predicted values of biomass, stem fresh weight and stem volume of *Acacia auriculiformis* hybrid clones at Silvicultural Research Center 6 (Nakhon Ratchasima)

มวลชีวภาพ น้ำหนักสดของลำต้น และปริมาตรของลำต้น

การศึกษามวลชีวภาพของสายต้นกระถินณรงค์ลูกผสมจำนวน 23 สายต้น พบว่า สายต้นปม.3-2, สายต้น 13 และสายต้น 12 มีค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพในส่วนของลำต้น กิ่ง ใบ และมวลชีวภาพรวมสูงสุด โดยมีค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพส่วนลำต้นมีค่าเท่ากับ 67.50, 64.96 และ 64.15 ตันต่อเฮกตาร์ มีค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพส่วนกิ่ง เท่ากับ 14.39, 13.84 และ 13.69 ตันต่อเฮกตาร์ มีค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพส่วนใบ เท่ากับ 5.75, 5.55 และ 5.44 ตันต่อเฮกตาร์ และมีค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพเหนือพื้นดินสูงสุด เท่ากับ 87.64, 84.35 และ 83.27 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ ในขณะเดียวกัน พบว่า มวลชีวภาพส่วนลำต้นของสายต้น 14, สายต้น 6 และสายต้น 7 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด เท่ากับ 30.07, 30.08, และ 30.11 ตันต่อเฮกตาร์ มวลชีวภาพส่วนกิ่งของสายต้น 14, 7 และ 4 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด เท่ากับ 6.22, 6.24 และ 7.13 ตันต่อเฮกตาร์ มวลชีวภาพส่วนใบของสายต้น 7, สายต้น 14 และสายต้น 4 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด เท่ากับ 2.91, 2.94 และ 3.24 ตันต่อเฮกตาร์ และมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของสายต้น 14, 7 และสายต้น 4 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด เท่ากับ 32.24, 39.26 และ 44.60 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ เช่นเดียวกับผลการศึกษาน้ำหนักสดของลำต้น พบว่า สายต้นปม.3-2, สายต้น 13 และสายต้น 12 มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักสดของลำต้นสูงสุดเท่ากับ 102.12, 98.31 และ 97.04 ตันต่อเฮกตาร์ และสายต้น 14, สายต้น 7 และสายต้น 4 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 45.75, 45.78 และ 52.00 ตันต่อเฮกตาร์ ทั้งนี้ มวลชีวภาพในส่วนของลำต้น กิ่ง ใบ และมวลชีวภาพเหนือพื้นดินรวม น้ำหนักสดของลำต้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งทางสถิติระหว่างสายต้น (p<0.01) (Table 4) และจากผลการศึกษามวลชีวภาพน้ำหนักสดของลำต้น และปริมาตรของลำต้น มีค่าสูงก็เพราะว่ากระถินณรงค์ลูกผสมจำนวน 23 สายต้นนั้นมีการเติบโตที่ดีตามค่าเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) และค่าความสูง (H) ที่ได้แสดงไว้ข้างต้น

Table 4 Biomass, stem fresh weight and stem volume of *Acacia auriculiformis* hybrid clones planted at Silvicultural Research Center 6 (Nakhon Ratchasima) (mean ± standard deviation)

Clone No.	Clone reference	Biomass (t/ha)				Stem fresh weight	Stem volume
		Stem	Branch	Leaf	Aboveground	(t/ha)	(m^3/ha)
1	1/1/7	58.45 ± 28.38^{g}	12.41 ± 6.22^{hi}	5.07 ± 2.12^{g}	75.94 ± 36.70^{g}	88.50 ± 42.72^{h}	114.34 ± 49.06^{gh}
2	1/1/11	44.74 ± 26.28^{cdef}	9.43 ± 5.76^{cdefg}	4.02 ±1.98^{cde}	58.16 ± 34.01^{cdef}	67.83 ± 39.60^{cdef}	90.10 ± 45.79^{cdef}
3	1/1/12	41.46 ± 18.89^{bcde}	8.69 ± 4.08^{bcdef}	3.81 ± 1.51^{bcde}	53.96 ± 24.47^{bcde}	62.91 ± 28.50^{bcde}	85.11 ± 34.52^{bcde}
4	13/8/9	34.23 ± 17.62^{ab}	7.13 ± 3.77^{ab}	3.24 ± 1.46^{a}	44.60 ± 22.85^{ab}	52.00 ± 26.64^{ab}	71.96 ± 33.16^{ab}
5	13/8/11	49.07 ± 21.38^{ef}	10.37 ± 4.65^{fg}	4.36 ± 1.65^{de}	69.79 ± 27.67^{ef}	74.36 ± 32.23^{ef}	97.90 ± 38.00^{ef}
6	14/8/19	30.08 ± 14.90^{bcd}	8.32 ± 3.83^{bcde}	3.64 ± 1.42^{bc}	51.63 ± 23.01^{bcd}	60.20 ± 26.83^{bcd}	81.35 ± 32.61^{bcd}
7	24/13/28	30.11 ± 13.94^{a}	6.24 ± 2.96^{a}	2.91 ± 1.20 ^{a}	39.26 ± 18.12^{a}	45.78 ± 21.11^{a}	64.44 ± 27.21^{a}
8	RFD 3-2	67.50 ± 21.51^{h}	14.39 ± 4.72^{i}	5.75 ± 1.61^{h}	87.64 ± 27.82^{h}	102.12 ± 32.69^{h}	130.02 ± 37.24^{i}
9	25/14/19	47.92 ± 23.54^{def}	10.09 ± 5.10^{defg}	4.31 ± 1.86^{de}	62.32 ± 30.49^{def}	72.65 ± 35.52^{def}	96.59 ± 42.71^{def}
10	27/15/21	39.79 ± 21.89^{bcd}	8.33 ± 4.70^{bcde}	3.68 ± 1.79^{bcd}	51.79 ± 28.39^{bcd}	60.39 ± 33.09^{bcd}	82.08 ± 40.81^{bcde}
11	RFD 3-3	59.51 ± 23.84^{g}	12.65 ± 5.22^{hi}	5.15 ± 1.79^{gh}	77.37 ± 30.84^{gh}	90.10 ± 35.90^{gh}	116.18 ± 41.37^{hi}
12	28/16/15	64.15 ± 22.95^{g}	13.69 ± 4.99^{hi}	5.44 ± 1.78^{gh}	83.27 ± 29.71^{gh}	97.04 ± 34.60^{gh}	123.14 ± 40.97^{hi}
13	29/16/24	64.96 ±25.39^{g}	13.84 ± 5.55^{hi}	5.55 ± 1.92^{gh}	84.35 ± 32.85^{gh}	98.31 ± 38.24^{gh}	125.57 ± 44.50^{hi}
14	29/16/28	30.07 ± 14.90^{bcd}	6.22 ± 3.17^{a}	2.94 ± 1.26^{a}	32.24 ± 19.33^{a}	45.75 ± 22.55^{a}	81.20 ± 27.04^{a}
15	29/17/15	48.20 ± 20.36^{def}	10.16 ±4.39^{efg}	4.32 ± 1.64 ^{def}	62.68 ± 26.38^{def}	73.07 ± 30.74 ^{def}	96.78 ± 37.57^{def}
16	30/17/16	42.79 ± 16.93^{bcdef}	8.99 ± 3.67^{bcdefg}	3.89 ± 1.32^{bcde}	55.68 ± 21.92^{bcdef}	64.90 ± 25.54^{bcdef}	87.06 ± 30.43^{bcdef}
17	RFD 3-4	50.32 ± 15.97^{f}	10.61 ± 3.45^{g}	4.52 ± 1.36^{ef}	65.42 ± 20.69^{f}	76.28 ± 24.10^{f}	101.03 ± 28.86^{fg}
18	31/18/10	37.71 ± 12.68^{abc}	7.86 ± 2.73^{abc}	6.56 ± 1.03^{bc}	49.16 ± 16.43^{abc}	57.20 ± 19.15^{abc}	79.07 ± 23.46^{bc}
19	RFD 3-1	45.68 ± 22.68^{cdef}	9.62 ± 4.89^{cdefg}	4.11 ± 1.82^{cde}	59.41 ± 29.38^{cdef}	69.26 ± 34.24^{cdef}	92.15 ± 41.60^{cdef}
20	33/19/3	39.25 ± 13.64^{bcd}	8.20 ± 2.94^{bcd}	3.67 ± 1.11^{bcd}	51.13 ± 17.68^{bcd}	59.62 ± 20.61^{bcd}	81.78 ± 25.27^{bcd}
21	33/19/5	39.98 ± 16.66^{bcd}	8.39 ± 3.61^{bcde}	3.66 ± 1.32^{bcd}	52.03 ± 21.58^{bcd}	60.66 ± 25.15^{bcd}	81.79 ± 30.22^{bcd}
22	33/19/8	46.14 ± 17.90^{cdef}	9.76 ± 3.91^{cdefg}	4.07 ± 1.36^{cde}	59.97 ± 23.17^{cdef}	69.96 ± 26.98^{cdef}	91.48 ± 31.45^{cdef}
23	RFD 3-5	43.64 ± 14.55^{cdef}	9.15 ± 3.13^{cdefg}	3.99 ± 1.19^{cde}	56.78 ± 18.85^{cdef}	74.28 ± 24.10^{cdef}	89.20 ± 27.04^{cdef}
Mean ± S.D.		**41.21 ± 22.36**	**8.68 ± 4.86**	**3.70 ± 1.73**	**53.60 ± 28.95**	**62.49 ± 33.72**	**82.97 ± 39.94**
F-value		**15.268**	**15.486**	**13.948**	**15.232**	**15.228**	**14.218**
P-value		**<0.01****	**<0.01****	**<0.01****	**<0.01****	**<0.01****	**<0.01****

Remark: **Highly significant difference (p<0.01).

เมื่อเปรียบเทียบถึงมวลชีวภาพรวม (เหนือพื้นดินและใต้พื้นดิน) พบว่า สายต้น ปม.3-2, สายต้น 13 และสายต้น 12 มีค่าสูงสุดเท่ากับ 99.30, 95.32 และ 94.10 ตันต่อเฮกตาร์ และสายต้น 14, สายต้น 7 และสายต้น 4 มีค่าต่ำสุด เช่นกัน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 44.34, 44.36 และ 50.40 ตันต่อเฮกตาร์ และการศึกษาความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีของมวลชีวภาพรวม พบว่า สายต้น ปม.3-2, สายต้น 13 และสายต้น 12 มีค่าสูงสุด เท่ากับ 19.81, 19.06 และ 18.82 ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี และสายต้น 14, สายต้น 7 และสายต้น 4 มีค่าต่ำสุด เท่ากับ 8.86, 8.87 และ 10.08 ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี เช่นกัน ทั้งนี้ มวลชีวภาพรวม และความเพิ่มพูนของมวลชีวภาพรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งทางสถิติ (p<0.01) (Table 5) เมื่อเปรียบเทียบมวลชีวภาพของอะคาเซียลูกผสม 6 สายต้น อายุ 4 ปี ในพื้นที่จังหวัดสระแก้ว พบว่า กระถินณรงค์ลูกผสมสายต้น 14 (QLD x QLD) มีมวลชีวภาพของลำต้นสูงสุด เท่ากับ 38.61 ตันต่อเฮกตาร์ แต่สายต้น 1 (NT x QLD) มีมวลชีวภาพเหนือพื้นดินสูงที่สุด เท่ากับ 76.22 ตันต่อเฮกตาร์ เนื่องจากมีมวลชีวภาพของกิ่งและใบรวมกันมากกว่าร้อยละ 50 ของมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ทั้งสองสายต้นมีความเพิ่มพูนของมวลชีวภาพเหนือดิน 14.13 และ 19.06 ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี ตามลำดับ (Choengsaad *et al.*, 2016) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงใกล้เคียงกับความเพิ่มพูนมวลชีวภาพของกระถินณรงค์ลูกผสมสายต้นที่เติบโตดีที่ทำการศึกษา (16.47–17.13 ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี) ทั้งนี้อาจเนื่องจากสภาพพื้นที่และปริมาณน้ำฝนใกล้เคียงกัน ในทางตรงข้าม Khotrma *et al.* (2016) ทำการศึกษามวลชีวภาพของอะคาเซียลูกผสม 6 สายต้น อายุ 4 ปี ที่ปลูกในพื้นที่ดินเสื่อมโทรมจังหวัดกาญจนบุรี พบว่า ลูกผสมกระถินณรงค์และกระถินเทพาสายต้น 3 (NT x *A. mangium*) มีมวลชีวภาพเหนือพื้นดินสูงสุด 25.14 ตันต่อเฮกตาร์ และกระถินณรงค์ลูกผสมสายต้น 14 (QLD x QLD) มีมวลชีวภาพเหนือพื้นดินต่ำสุดเพียง 19.19 ตันต่อเฮกตาร์ และคิดความเพิ่มพูนมวลชีวภาพเหนือพื้นดินเพียง 6.29 และ 4.80 ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี ซึ่งมีค่าค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสภาพพื้นที่ดินเสื่อมโทรมและปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีเพียง 1,067 มิลลิเมตร

นอกจากนี้ ผลการศึกษาปริมาตรไม้ที่ใช้เป็นสินค้าได้ของสายต้นกระถินณรงค์ลูกผสม จำนวน 23 สายต้น พบว่า กระถินณรงค์ลูกผสมสายต้น ปม.3-2, สายต้น 13 และสายต้น 12 มีค่าเฉลี่ยของปริมาตรไม้สูงสุด เท่ากับ 130.02, 125.57 และ 123.14 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ และสายต้น 7, สายต้น 4 และสายต้น 14 เท่ากับ 64.44, 71.96 และ 81.20 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ และปริมาตรไม้เฉลี่ยของกระถินณรงค์ลูกผสมแต่ละสายต้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งทางสถิติ (p<0.01) (Table 4) ซึ่งมีค่าค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับการประเมินผลผลิตของไม้กระถินเทพาอายุ 6 ปี ในสถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งพบว่า ปริมาตรไม้กระถินเทพาที่ทำเป็นสินค้าได้เท่ากับ 70.81 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกตาร์ หรือ 11.80 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกตาร์ (Sriarkarin *et al.*, 2022) ส่วนหนึ่งอาจเนื่องมาจากชนิดที่ต่างกัน และรูปแบบสมการที่ใช้ประเมินปริมาตรแตกต่างกัน ซึ่งปริมาตรไม้กระถินเทพาประเมินจากสมการที่มี DBH เป็นตัวแปรอิสระเพียงตัวเดียว

การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพ

การศึกษาค่าเฉลี่ยการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพรวมของสายต้นกระถินณรงค์ลูกผสมเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับปริมาณมวลชีวภาพในส่วนของลำต้นและมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน เนื่องจากการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของสวนป่าส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของมวลชีวภาพของสวนป่ามากกว่าปริมาณคาร์บอนที่สะสมในมวลชีวภาพ (Diloksumpun, 2007) ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า สายต้น ปม.3-2, สายต้น 13 และสายต้น 12 มีค่าเฉลี่ยการกักเก็บคาร์บอนสูงสุด เท่ากับ 47.20, 45.43 และ 44.85 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ และสายต้น 14, สายต้น 7 และสายต้น 4 มีค่าต่ำสุด เท่ากับ 21.13, 21.14 และ 24.02 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีของการกักเก็บคาร์บอนของสายต้น ปม.3-2, สายต้น 13 และสายต้น 12 มีค่าสูงสุด เท่ากับ 9.44, 9.09 และ 8.97 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ต่อปี และสายต้น 14, สายต้น 7 และสายต้น 4 มีค่าเท่ากับ 4.22, 4.23 และ 4.80 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ต่อปี คิดเป็นอัตราการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของสายต้น ปม.3-2, สายต้น 13 และสายต้น 12 เท่ากับ 34.61, 33.32 และ 32.88 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อเฮกตาร์ต่อปี และสายต้น 14, สายต้น 7 และสายต้น 4 เท่ากับ 15.49, 15.50 และ 17.61 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อเฮกตาร์ต่อปี ซึ่งสายต้น ปม.3-2 มีอัตราการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นสองเท่าของสายต้น 14 ทั้งนี้ การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพรวม ความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีของการกักเก็บคาร์บอน และอัตราการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งทางสถิติระหว่างสายต้น (p<0.01) (Table 5) จากการรวบรวมข้อมูลของ Faculty of Forestry (2011) เพื่อวิเคราะห์ศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพรวมของกระถินณรงค์ ในพื้นที่มีความเหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง และเหมาะสมน้อย พบว่า มีค่าเฉลี่ยการกักเก็บคาร์บอนเท่ากับ 8.64, 5.92 และ 3.91 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อเฮกตาร์ต่อปี ตามลำดับ หรือคิดเป็นอัตราการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยเท่ากับ 31.68, 27.71 และ 14.32 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อเฮกตาร์ต่อปี ตามลำดับ ซึ่งสายต้นที่มีศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงสุด 3 ลำดับแรก มีอัตราการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย (32.88 - 34.61 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อเฮกตาร์ต่อปี) มากกว่ากระถินณรงค์ที่ปลูกในพื้นที่มีความเหมาะสมมากในทำนองเดียวกัน สายต้นที่มีศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำสุด 3 ลำดับแรก มีอัตราการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย (15.49 - 17.61 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อเฮกตาร์ต่อปี) สูงกว่ากระถินณรงค์ที่ปลูกในพื้นที่มีความเหมาะสมน้อยเพียงเล็กน้อย ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญในการเลือกสายต้น และลักษณะทางพันธุกรรมของกระถินณรงค์ลูกผสมให้เหมาะสมกับพื้นที่ปลูก

Table 5 Total biomass, mean annual increment (MAI), carbon storage and sequestration of *Acacia auriculiformis* hybrid clones planted at Silvicultural Research Center 6 (Nakhon Ratchasima) (mean ± standard deviation)

Clone No.	Clone reference	Total biomass (t/ha)	MAI (t/ha/yr)	Carbon storage (t C/ha)	Carbon sequestration (t C/ha/yr)	Carbon sequestration (t CO_2/ha/yr)
1	1/1/7	85.81 ± 41.48^{g}	17.16 ± 8.30g	40.89 ± 19.77^{g}	8.18 ± 3.95^{g}	29.99 ± 14.50^{g}
2	1/1/11	65.75 ± 38.43^{cdef}	13.05 ± 7.69^{cdef}	31.33 ± 18.32^{cdef}	6.27 ± 3.66^{cdef}	22.98 ± 13.43^{cdef}
3	1/1/12	60.97 ± 27.66^{bcde}	12.19 ± 5.53^{bcde}	29.06 ± 13.18^{bcde}	5.81 ± 2.64^{bcde}	21.31 ± 9.67^{bcde}
4	13/8/9	50.40 ± 25.81^{ab}	10.08 ± 5.16^{ab}	24.02 ± 12.03^{ab}	4.80 ± 2.46^{bcd}	17.61 ± 9.02^{ab}
5	13/8/11	72.08 ± 31.27^{ef}	14.42 ± 6.25^{ef}	34.35 ± 14.90^{ef}	6.87 ± 2.98^{ef}	25.19 ± 10.93^{ef}
6	14/8/19	58.35 ± 26.01^{bcd}	11.67 ± 5.20^{bcd}	27.81 ± 12.39^{bcd}	5.56 ± 2.48^{bcd}	20.39 ± 9.09^{bcd}
7	24/13/28	44.36 ± 20.45^{a}	8.87 ± 4.09^{a}	21.14 ± 9.75^{a}	4.23 ± 1.95^{a}	15.50 ± 7.15^{a}
8	RFD 3-2	99.03 ± 31.44^{h}	19.81 ± 6.29^{h}	47.20 ± 14.99^{h}	9.44 ± 3.00^{h}	34.61 ± 10.99^{h}
9	25/14/19	70.42 ± 34.45^{def}	14.08 ± 6.89^{def}	33.56 ± 16.42^{def}	6.71 ± 3.28^{def}	24.61 ± 12.04^{def}
10	27/15/21	58.53 ± 32.08^{bcd}	11.71 ± 6.42^{bcd}	27.89 ± 15.29^{bcd}	5.58 ± 3.06^{bcd}	20.46 ± 11.21^{bcd}
11	RFD 3-3	87.36 ± 34.85^{gh}	17.47 ± 6.97^{gh}	41.63 ± 16.61^{gh}	8.33 ± 3.32^{gh}	30.53 ± 12.18^{gh}
12	28/16/15	94.10 ± 33.57^{gh}	18.82 ± 6.71^{gh}	44.85 ± 16.00^{gh}	8.97 ± 3.20^{gh}	32.88 ± 11.73^{gh}
13	29/16/24	95.32 ± 37.12^{gh}	19.06 ± 7.42^{gh}	45.43 ± 17.69^{gh}	9.09 ± 3.54^{gh}	33.32 ± 12.97^{gh}
14	29/16/28	44.34 ± 21.84^{a}	8.86 ± 4.37^{a}	21.13 ± 10.41^{a}	4.22 ± 2.08^{a}	15.50 ± 7.63^{a}
15	29/17/15	70.83 ± 29.81^{def}	14.17 ± 5.96^{def}	33.76 ± 14.21^{def}	6.75 ± 2.84^{def}	24.75 ± 10.42^{def}
16	30/17/16	62.90 ± 24.77^{bcdef}	12.58 ± 4.95^{bcde}	29.98 ± 11.81^{bcdef}	6.00 ± 2.36^{bcdef}	21.99 ± 8.66^{bcdef}
17	RFD 3-4	73.93 ± 23.38^{f}	14.79 ± 4.68^{f}	35.23 ± 11.14^{f}	7.05 ± 2.23^{f}	25.84 ± 8.17^{f}
18	31/18/10	55.51 ± 18.56^{abc}	11.10 ± 3.71^{abc}	26.46 ± 8.85^{abc}	5.29 ± 1.77^{abc}	19.40 ± 6.49^{abc}
19	RFD 3-1	67.14 ± 33.20^{cdef}	13.43 ± 6.64^{cdef}	32.00 ± 15.82^{cdef}	6.40 ± 3.16^{cdef}	23.46 ± 11.60^{cdef}
20	33/19/3	57.77 ± 19.98^{bcd}	11.55 ± 3.99^{bcd}	27.54 ± 9.52^{bcd}	5.51 ± 1.90^{cdef}	20.19 ± 6.98^{bcd}
21	33/19/5	58.79 ± 24.38^{bcd}	11.76 ± 4.88^{bcd}	28.02 ± 11.62^{bcd}	5.60 ± 2.32^{bcd}	20.55 ± 8.52^{bcd}
22	33/19/8	67.77 ± 26.18^{cdef}	13.55 ± 5.24^{cdef}	32.30 ± 12.48^{cdef}	6.46 ± 2.50^{cgef}	23.68 ± 9.15^{cdef}
23	RFD 3-5	64.16 ± 21.30^{cdef}	12.83 ± 4.26^{cdef}	30.58 ± 10.15^{cdef}	6.12 ± 2.03^{cdef}	22.42 ± 7.45^{cdef}
Mean ± S.D.		**60.57 ± 32.71**	**12.11 ± 6.54**	**28.87 ± 15.59**	**5.77 ± 3.11**	**23.83 ± 11.43**
F-value		**15.232**	**15.232**	**15.232**	**15.232**	**15.232**
P-value		**<0.01****	**<0.01****	**<0.01****	**<0.01****	**<0.01****

Remark: **Highly significant difference ($p \leq 0.01$)

สรุปและข้อเสนอแนะ

การเติบโต ผลผลิต และการกักเก็บคาร์บอนของกระถินณรงค์ลูกผสม 23 สายต้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสายต้น สายต้น ปม.3-2 ซึ่งเป็นสายต้นที่ได้รับการจดทะเบียนพันธุ์พืชใหม่ และสายต้น 12 และสายต้น 13 มีศักยภาพทั้งการเติบโต ผลผลิตมวลชีวภาพ และการกักเก็บคาร์บอนสูงที่สุด ตามลำดับ โดยที่ทั้ง 3 สายต้นนี้มีลักษณะรูปทรงลำต้นเปลาตรง ไม่มีการแตกนางที่ระดับต่ำ และมีกิ่งขนาดใหญ่จำนวนน้อย ทำให้มีน้ำหนักสดและปริมาตรของลำต้นที่ใช้เป็นสินค้าได้สูงที่สุดด้วยเช่นกัน ทั้ง 3 สายต้นนี้จึงมีความเหมาะสมที่จะปลูกโดยใช้รอบตัดฟันยาวเพื่อนำไปใช้ประโยชน์เป็นไม้แปรรูป นอกจากนี้ยังพบว่า สายต้นที่มีศักยภาพเหล่านี้มีมวลชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพ และอัตราการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์เป็นสองเท่าของสายต้นที่มีศักยภาพต่ำ ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญในการเลือกสายต้น และลักษณะทางพันธุกรรมของกระถินณรงค์ลูกผสมให้เหมาะสมกับพื้นที่ปลูก (site matching) ดังนั้น สายต้นกระถินณรงค์ลูกผสมเหล่านี้จึงมีความเหมาะสมที่จะนำไปปลูกในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมาและพื้นที่อื่นที่มีสภาพใกล้เคียงกัน ได้แก่ สภาพภูมิประเทศ ลักษณะดิน สภาพภูมิอากาศ และพืชพรรณตามธรรมชาติ อย่างไรก็ตาม มวลชีวภาพ ผลผลิต และการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพ ของสายต้นกระถินณรงค์ลูกผสมในการศึกษานี้มีรูปแบบการปลูกที่แตกต่างกันทำให้แต่ละรูปแบบมีความหนาแน่นของต้นไม้ต่อหน่วยพื้นที่แตกต่างกัน ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงเป็นค่าเฉลี่ยของทั้ง 4 รูปแบบ จึงควรมีการวิเคราะห์ความแตกต่างของการเติบโต มวลชีวภาพ น้ำหนักสด ปริมาตร และการกักเก็บคาร์บอน ในการปลูกแต่ละรูปแบบ เพื่อวิเคราะห์รูปแบบที่ให้ศักยภาพของการเติบโตและผลผลิตสูงสุด และเหมาะสมต่อการนำไปใช้ประโยชน์แต่ละประเภทต่อไป

คำนิยม

การศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีคณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณ คุณนรินทร์ เทศสร หัวหน้าศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 6 (นครราชสีมา) และคณะเจ้าหน้าที่ที่อำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูล และให้ความคิดเห็นและคำแนะนำที่ก่อให้เกิดประโยชน์แก่งานวิจัยในครั้งนี้

REFERENCES

Avery, T. E. 1967. **Forest Measurements.** McGraw - Hill Inc. New York, USA.

Choengsaad, J., Poolsiri, R., Diloksumpun, S. 2016. Growth, biomass and nutrient content of *Acacia hybrid* clones in Sa Kaeo province. **Journal of Forestry**, 35(2): 54-65. (in Thai)

Diloksumpun, S. 2007. Carbon storage in forests and global warming. **Journal of Soil and Water Conservation,** 22(3): 40-49. (in Thai)

Diloksumpun, S., Wongprom, J. 2016. **Clonal Test of *Acacia auriculiformis* Hybrids on Mining Rehabilitation Area at Phang-Nga Forestry Research Station, Phang-Nga Province.** Final Report, Kasetsart University Research and Development Institute, Bangkok, Thailand. (in Thai)

Diloksumpun, S., Wongprom, J., A-kakhun, S. 2016. Growth and phyllode functional traits of *Acacia hybrid* clones planted on a post mining rehabilitation site in southern Thailand. In: **Proceedings of SEAMEO BIOTROP 2nd International Conference on Tropical Biology "Ecological Restoration in Southeast Asia: Challenges, Gains, and Future Directions",** SEAMEO BIOTROP, Bogor-INDONESIA, 12-13 October 2015, pp. 98-112.

Faculty of Forestry. 2011. **Handbook on the Potential of Tree Species for Promotion under the A/R Clean Development Mechanism Project**. Aksorn Siam, Bangkok, Thailand. (in Thai)

Faculty of Forestry. 2017. **Strategy and Action Plan for Extension of Integrated Economic Trees (2018-2036)**. Royal Forest Department, Bangkok, Thailand. (in Thai)

Kha, L.D., Nguyen N.D., Hai D., Vinh H.Q. 1998. Clonal Tests and Propagation Options for Natural Hybrids between *Acacia mangium* and *A. auriculiformis*. In: Turnbull JW (Ed.), **Advances in Tropical Acacia Research**. Proceedings of an international workshop held in Bangkok, Thailand, 11-15 February 1991. pp. 203-210.

Khotrma, R., Poolsiri, R., Haruthaithanasan, M. 2016. Aboveground biomass and nutrient content of various *Acacia hybrid* clones planted on degraded soil at Kanchanaburi province. **King Mongkut's Agricultural Journal**, 34: 21-30. (in Thai)

Kira, T., Shidei, T. 1967. Primary production and turnover of organic matter in difference forest ecosystems of the Weatern Pacific. **Japanese Journal of Ecology**, 17(2): 70-87.

Luangviriyasaeng, V. 2002. Breeding *Acacia* species for commercial plantations. In: **The Proceedings of the 7th Silviculture Seminar, "Silviculture for the Development of Economic Forest Plantations"** Kasetsart University, Bangkok, Thailand, pp. 1-10. (in Thai)

Luangviriyasaeng, V. 2013**. Economic Fast-growing Tree Improvement for Farmers and Community.** Forest Research and Development Bureau, Royal Forest Department, Bangkok, Thailand. (in Thai)

Luangviriyasaeng, V., Pinyopusarerk, K., Pitpreecha, K., Simsiri, A., Kiatvuttinand, B. 1995. Early growth of *acacia auriculiformis* progeny trials. **Journal of Forestry**, 14: 81-93. (in Thai)

R Core Team. 2022. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. https://www.R-project.org/, 17 November 2023.

Royal Forest Department. 2023. **Forest Area Statistics.** https://data.forest.go.th/dataset/https-www-forest-go-th-land, 18 August 2024. (in Thai)

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

Royampaeng, S. 2002. Growth and physiological performance of *Acacia auriculiformis* x *A. mangium* hybrids. In: **Proceedings of the 7th Silviculture Seminar. "Silviculture for the Development of Economic Forest Plantations"** Kasetsart University, Bangkok, Thailand, pp. 370-382. (in Thai)

Sahunala, P. 2009. Biomass estimation of plants and forests. **Forestry Management Journal**, 3(5): 63-88. (in Thai)

Sriarkarin, S., Suksard, S., Khunrattanasiri, W., Jundang, W., Junkerd, N., Tuklang, S. 2022. Yield assessment and financial return analysis of 6 years old *Acacia mangium* Willd. at Wang Nam Khiao Forestry Research and Student Training Station, Nakhon Ratchasima province. **Thai Journal of Forestry**, 41(2): 63-74. (in Thai)

Staporn, D. 2022: **Ecological Application and Silvicultural Practices for Rehabilitation at Sakaerat Silvicultural Research Station Northeastern Thailand.** Ph.D. Thesis, Kasetsart University, Bangkok, Thailand. (in Thai)

Thepchatri, T., Diloksumpun, S., Haruthaithanasan, M. 2018. Clonal variations in growth and some leaf functional traits of *Acacia* hybrids in Fang District, Chiang Mai Province. **Thai Journal of Forestry**, 37(1): 84-95. (in Thai)

Viriyabuncha, C. 2003. **Manual for Estimation of Forest Biomass Production**. Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok, Thailand. (in Thai)