รายงานฉบับสมบูรณ์

การปรับปรุงดินเพื่อเพิ่มผลผลิตในแปลงปลูกสร้างสวนป่าของไม้ Acacia

Improvement of Soil to Increase Productivity of Acacia Plantation

โดย

วิลาวัณย์ วิเชียรนพรัตน์[1]	Wilawan Wichiennopparat
ธิติ วิสารัตน์[1]	Thiti Visarattana
มยุรี วรรณพินิจ[1]	Mayuree Wanapinit
ชนาธิป กุลดิลก[2]	Chanatip Kuldelok
วิฑูรย์ เหลืองวิริยะแสง[1]	Vitoon Luangviriyasaeng

กลุ่มงานวนวัฒนวิจัย
สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้
กรมป่าไม้

[1] นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ e-mail : wilawanbwcc@yahoo.com

[2] นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ สำนักส่งเสริมการปลูกป่า

Abstract

The study of soil improvement to increase productivity of Acacia plantation was carried out at Sakaerat Silvicultural Research Station, Pak Thong Chai District, Nakhon Ratchasima province, using split-split design with 4 replicates. Four different soil improvement methods were applied to four main plots; 1) control (no treatment) 2) application of dolomite (400 kg/rai) 3) application of dolomite (400 kg/rai) and organic fertilizer (1 kg/tree) and 4) application of dolomite (400 kg/rai) and chemical fertilizer (100 g/tree) and three different Acacia were applied to the subplots; 1) *Acacia auriculiformis* 2) Acacia hybrid (*A. mangium* x *A. auriculiformis*) and 3) *A. crassicarpa*. Four clones of each Acacia species were applied as the plots level. The trees were planted at 3 m x 3 m spacing. A soil pit was dug to study soil profile. The composite soil sample were collected at the depth of 0–10, 10–20 and 20–30 cm in each plot at the planting time and at 3 and a half years after planting to study the effect of the species and treatments on properties of the soil. The DBH and total height of the trees at 1, 2, 3 and 4 years after planting were recorded and statistically analyzed using GENSTAT program. The soils were acidic with high organic matter content on the topsoils and low to moderate organic matter content in the subsoils. The soil fertility was moderate. The study revealed that soil improvement method had statistical significant effect on DBH of Acacia but not on height growth. Species and clones of Acacia had statistical significant on both DBH and height of Acacia. The application of dolomite and organic fertilizer revealed to be the best soil improvement method used while Acacia hybrid had higher DBH and height growth than *Acacia auriculiformis* and *A. crassicarpa*. Different clones of Acacia showed different in growth performance. The study of soil characteristic at 3 and a half years showed that there was clear trend on the change of several soil characteristics including decreasing of soil pH, soil organic matter content, exchange K, Ca and Na and base situration in all treatments at every soil depth. Increasing of available P was found in the every plot applied with dolomite and organic fertilizer and in every plot applied with dolomite and chemical fertilizer. Increasing of cation exchange capacity was also found in every treatment at every soil depth.

Keywords: Commercial plantation, Soil improvement, Increase productivity, *Acacia auriculiformis*, Acacia hybrid, *A. crassicarpa*

บทคัดย่อ

การศึกษาการปรับปรุงดินเพื่อเพิ่มผลผลิตในแปลงปลูกสร้างสวนป่าของไม้อะเคเซีย ดำเนินการทดลองในพื้นที่สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา วางแผนการทดลองแบบสปลิท–สปลิทพลอท (Split–split plot design) มีจำนวนซ้ำ 4 ซ้ำ แต่ละซ้ำประกอบด้วยแปลงทดลองหลัก (main plots) จำนวน 4 แปลง ซึ่งเป็นตัวแทนของวิธีการปรับปรุงดิน 4 แบบ ได้แก่ 1) แปลงควบคุม 2) การปรับปรุงดินโดยใช้โดโลไมท์ 3) การปรับปรุงดินโดยใช้โดโลไมท์และปุ๋ยอินทรีย์ และ 4) การปรับปรุงดินโดยใช้โดโลไมท์และปุ๋ยเคมี (ใช้โดโลไมท์อัตรา 400 กิโลกรัม/ไร่ ปุ๋ยอินทรีย์ 1 กิโลกรัม/ต้น และปุ๋ยเคมี (16:16:16 อัตรา 100 กรัม/ต้น) ในแต่ละแปลงทดลองหลักประกอบด้วย 4 แปลงทดลองรอง (subplots) ซึ่งเป็นตัวแทนของชนิดไม้จำนวน 3 ชนิด คือ 1) กระถินณรงค์ (*Acacia auriculiformis*) 2) กระถินลูกผสม (กระถินเทพาและกระถินณรงค์) และ 3) กระถินคราสสิคาร์ปา *(A. crassicarpa*) ในแต่ละแปลงทดลองรองจะแบ่งเป็น 4 แปลงทดลองย่อย (sub–subplots) เป็นตัวแทนของแหล่งสายต้น (clones) ของไม้แต่ละชนิดที่คัดมา โดยชนิดละ 4 แหล่งสายต้น โดยใช้ระยะปลูก 3 เมตร x 3 เมตร การศึกษาประกอบด้วยการศึกษาดินตัวแทนแปลงทดลองในพื้นที่ การเก็บตัวอย่างดินแบบดินรวม (composite sample) ในแปลงทดลองย่อยแต่ละแปลงที่ระดับความลึก 0–10, 10–20 และ 20–30 เซนติเมตร เพื่อประเมินคุณสมบัติของดินรวม 2 ครั้ง คือ ช่วงเริ่มต้นปลูก และ เมื่อต้นไม้อายุ 3 ปี 6 เดือน บันทึกวัดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) และความสูงต้นไม้ ที่อายุ 1, 2, 3 และ 4 ปี และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม GENSTAT การศึกษาลักษณะดินพบว่าเป็นดินกรด อินทรียวัตถุในดินชั้นบนอยู่ในระดับสูง ชั้นล่างอยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำ ความอุดมสมบูรณ์ของดินอยู่ในระดับปานกลาง การศึกษาการเติบโตของไม้อะเคเซียที่อายุ 4 ปี พบว่า ปัจจัยการปรับปรุงดินมีผลต่อการเติบโตทางเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีผลต่อการเติบโตทางความสูง สำหรับปัจจัยของชนิดไม้อะเคเซียและแหล่งสายต้นนั้นมีผลต่อการเติบโตทางเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับอก และความสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การปรับปรุงดินโดยใช้โดโลไมท์และปุ๋ยอินทรีย์จะให้ค่าการเติบโตดีที่สุด และไม้อะเคเซียกระถินลูกผสมจะให้ค่าเฉลี่ยการเติบโตทางเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับอก และความสูงดีกว่ากระถินณรงค์และกระถินคราสสิคาร์ปา โดยแหล่งสายต้นต่างแหล่งจะให้ค่าเฉลี่ยการเติบโตที่แตกต่างกัน การศึกษาคุณสมบัติของดินหลังปลูกไม้อะเคเซีย 3 ปี 6 เดือน พบว่า มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดินที่ชัดเจนหลายลักษณะ ได้แก่ ค่าปฏิกิริยาดิน อินทรียวัตถุในดิน ปริมาณโปแตสเซียม แคลเซียม โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ และความอิ่มตัวด้วยด่าง มีค่าต่ำลงทุกตำรับการทดลอง และทุกระดับชั้นความลึกดิน โดยมีค่าฟอสฟอรัสที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในแปลงที่มีการปรับปรุงดินโดยใช้โดโลไมท์และปุ๋ยอินทรีย์ และการปรับปรุงดินโดยใช้โดโลไมท์และปุ๋ยเคมีมีค่าสูงขึ้นทุกระดับความลึกดิน ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเพิ่มขึ้นทุกตำรับการทดลองและทุกระดับความลึกดิน

คำหลัก: สวนป่าไม้เศรษฐกิจ การปรับปรุงดิน การเพิ่มผลผลิต ไม้อะเคเซีย กระถินณรงค์ กระถินลูกผสม กระถินคราสสิคาร์ปา

คำนำ

หลายปีที่ผ่านมาประเทศไทยได้นำเข้าไม้ในรูปไม้ซุง ไม้แปรรูป ประดิษฐ์กรรมไม้ เยื่อกระดาษและกระดาษจำนวนมาก ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการส่งออกไม้ในรูปต่างๆ แล้วทำให้ประเทศขาดดุลการค้าในส่วนนี้ เป็นเงินหลายพันล้านบาทต่อปี ล่าสุดในปี พ.ศ. 2546 การนำเข้าเข้าไม้ท่อนและไม้แปรรูปรวมมีมูลค่าถึง 17,751 ล้านบาท (กรมป่าไม้, 2546) หากสามารถลดการนำเข้าลงได้ก็จะเป็นการสร้างความแข็งแรงทางเศรษฐกิจของทรัพยากรป่าไม้และลดการขาดดุลทางการค้าลงได้

การปลูกป่าที่มีประสิทธิภาพนอกจากจะช่วยเสริมสร้างรายได้และเสริมความมั่นคงทางเศรษฐกิจในครัวเรือนแล้ว ยังเป็นการเพิ่มพื้นที่ป่าและผลิตผลไม้จากการปลูกป่าเพื่อเป็นไม้ใช้สอยในครัวเรือน เพิ่มรายได้ในชุมชนจากการขายไม้ ลดการทำลายป่า ปรับปรุงสภาพสิ่งแวดล้อมที่ดี เพิ่มความชุ่มชื่นแก่พื้นที่ ในขณะเดียวกันเป็นการแก้ไขปัญหาความแห้งแล้งซ้ำซากอันเกิดจากการขาดแคลนพื้นที่สีเขียวในชุมชนของประเทศ นับเป็นการลงทุนครั้งเดียวที่ได้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าคือเป็นการเพิ่มรายได้ให้แก่ชุมชน สร้างความมั่นคงให้แก่ประเทศและเป็นการปรับปรุงคุณภาพสิ่งแวดล้อมของประเทศที่ไม่สามารถประเมินเป็นมูลค่าได้ด้วย

การปลูกป่าให้ประสพผลสำเร็จนั้นประกอบด้วยการคัดเลือกชนิดพันธุ์ไม้ปลูกให้เหมาะสมกับพื้นที่ ซึ่งส่วนมากเป็นพื้นที่ที่ดินมีคุณภาพโดยทั่วไปต่ำ ทำให้ผลผลิตไม่เป็นที่จูงใจต่อการลงทุนของเกษตรกร จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการคัดเลือกชนิดพันธุ์ไม้ปลูกที่เหมาะสมและการปรับปรุงคุณภาพดินให้ดีขึ้นสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการปลูกสร้างสวนป่าได้อย่างดียิ่ง (พรพรรณ, 2539) ซึ่งการปรับปรุงคุณภาพดินจะต้องเลือกวิธีที่เหมาะสมกับสภาพดินในแต่ละพื้นที่ โดยสามารถเลือกใช้หลายวิธีร่วมกัน เช่น การปลูกผสมกับพืชปรับปรุงดิน การปรับสภาพความเป็นกรดเป็นด่างของดินให้เหมาะต่อการเติบโตของชนิดไม้ที่ปลูก การแก้ไขปัญหาทางกายภาพของดินและการเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ดิน เป็นต้น เท่าที่ผ่านมาพบว่าการปลูกป่าโดยทั่วไป ยังขาดแคลนการนำวิธีการที่เหมาะสมไปปรับใช้เพื่อเพิ่มผลผลิตของไม้ที่ปลูก และยังมีความจำเป็นจะต้องศึกษาหาวิธีเพิ่มประสิทธิภาพของการปลูกป่าให้กับสภาพพื้นที่ที่ต่างกันและหาวิธีที่เหมาะสมกับไม้แต่ละชนิดเพื่อจะได้นำไปใช้กำหนดเป็นแนวทางการปลูกป่าให้ประสบผลสำเร็จยิ่งขึ้นต่อไป

ไม้ในตระกูลอะเคเซียเป็นไม้ที่เหมาะสมในการใช้ปลูกสร้างสวนป่าและมีไม้ในตระกูลนี้ที่สามารถปรับตัวและเติบโตได้ดีในสภาพพื้นที่ที่ต่างกันหลายแบบ ไม้อะเคเซียที่มีความสามารถในการปรับตัวดีที่สุดชนิดหนึ่ง ได้แก่ ไม้กระถินณรงค์ (Pinyopusarerk, 1990) ซึ่งได้นำไปปลูกในหลายทวีป ได้แก่ เอเชีย แอฟริกา มานานกว่า 50 ปีแล้ว นอกจากนี้ ยังมี

ไม้อะเคเซียที่ได้นำมาปลูกในประเทศไทยและสามารถเติบโตได้ดีอีกหลายชนิด ได้แก่ กระถินเทพา *A. cassicarpa*, *A. auracocarpa* และไม้ Acacia ลูกผสม ที่ได้พัฒนาขึ้นในประเทศไทย

การปลูกสร้างสวนป่าโดยใช้ไม้อะเคเซียสามารถปลูกเป็นแปลงขนาดใหญ่แบบสวนป่าเศรษฐกิจเพื่อผลิตไม้แปรรูป เยื่อกระดาษ แทนนิน และผลิตวัตถุดิบเพื่อป้อนโรงงานอุตสาหกรรมไม้ได้หลายชนิด และสามารถปลูกเป็นแปลงขนาดเล็กในชุมชนเพื่อเป็นแหล่งของไม้ฟืนและไม้ใช้สอยในครัวเรือนได้ อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันนี้การหาพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์และมีคุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับปลูกสร้างสวนป่ามีจำกัด การปรับปรุงคุณภาพดินให้เหมาะสมจะสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตของไม้ที่ปลูกและยังเป็นการลดรอบตัดฟันของไม้ในสวนป่าได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ที่ดินมีคุณสมบัติไม่เหมาะสมและขาดความอุดมสมบูรณ์ พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือนับว่าเป็นพื้นที่เป้าหมายที่ควรเร่งให้มีการปลูกสร้างสวนป่าให้เพิ่มมากขึ้น การปรับปรุงคุณภาพดินจะต้องมีการปรับสภาพความเป็นกรดเป็นด่างของดินให้เหมาะสมเพื่อให้พืชสามารถนำธาตุอาหารไปใช้ได้อย่างสะดวก เนื่องจากพื้นที่ที่ใช้ในการปลูกสร้างสวนป่าส่วนมากเป็นดินกรด การใช้ปูนชนิดต่างๆ สามารถช่วยปรับค่า pH ของดินให้เหมาะสมและสามารถเพิ่มผลผลิตของดินได้ระดับหนึ่ง วิลาวัณย์ และคณะ (2542) พบว่า การใส่ปูนโดโลไมท์สามารถเพิ่มความเติบโตของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซีส ในพื้นที่ดินเค็มที่มีสภาพเป็นกรดจัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้มากกว่าดินที่ไม่มีการปรับปรุงคุณภาพดิน อย่างไรก็ตาม การปรับค่าปฏิกิริยาดิน (soil pH) ให้เหมาะสมอย่างเดียวอาจไม่พอ การขาดธาตุอาหารที่จำเป็นในช่วงที่พืชพัฒนาการเติบโตอาจทำให้พืชแคระแกรนและง่ายต่อการทำลายของโรคและแมลง จึงมีความจำเป็นต้องเพิ่มธาตุอาหารควบคู่กันไปเพื่อให้พืชได้รับธาตุอาหารที่สำคัญอย่างเพียงพอ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในช่วงปีแรกๆ ของการเติบโต

เนื่องจากไม้อะเคเซียเป็นไม้ปรับปรุงดินที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ (N–fixing trees) คือเป็นไม้ที่มีความสามารถเพิ่มปริมาณธาตุอาหารในดินได้ด้วย การปลูกไม้อะเคเซียจึงสามารถเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้ดินที่ใช้ในการปลูกสร้างสวนป่าได้เป็นอย่าดี (Khanna, 1997; Wichiennopparat *et al.*, 1997 และ Yantasath, 1986) ซึ่งนับว่าต่างจากไม้หลายชนิดที่ทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลงเนื่องจากธาตุอาหารในดินถูกดูดไปใช้อย่างต่อเนื่อง และธาตุอาหารเหล่านี้จะถูกนำออกไปจากพื้นที่ (nutrient removal) เมื่อมีการตัดฟันไม้ออกไปใช้ การใช้สายต้นอะเคเซียที่มีลักษณะทางพันธุกรรมที่ดีร่วมกับการปรับปรุงดินให้เหมาะสมสามารถทำให้การปลูกไม้อะเคเซียในพื้นที่ที่มีคุณภาพต่ำมีผลผลิตมากขึ้น เป็นการเพิ่มรายได้และคุณภาพชีวิตให้เกษตรกรได้ และสามารถฟื้นฟูสภาพดินให้มีความอุดมสมบูรณ์ยิ่งขึ้นและเป็นการ

แก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดจากการขาดสมดุลของสิ่งแวดล้อมอันเกิดจากการลดลงของพื้นที่ป่าซึ่งไม่สามารถประเมินค่าได้ด้วย

วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้เพื่อศึกษาถึงผลการปรับปรุงดินแบบต่างๆ ต่อการเพิ่มผลผลิตของสวนป่าไม้อะเคเซีย 3 ชนิด แต่ละชนิดประกอบด้วย 4 สายต้น ทั้งนี้เพื่อหารูปแบบการปลูกไม้อะเคเซียที่เหมาะสมในการปลูกป่าเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจของชุมชนและการปลูกเชิงพาณิชย์ และศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารในดินในแปลงปลูกไม้อะเคเซีย เพื่อใช้วางแผนการปรับปรุงคุณภาพดินโดยการปลูกป่าโดยใช้ไม้อะเคเซียต่อไปในอนาคตด้วย

วิธีการศึกษา

สถานที่ศึกษา

การปรับปรุงดินเพื่อเพิ่มผลผลิตในแปลงปลูกสร้างสวนป่าของไม้อะเคเซียเป็นโครงการต่อยอด เพื่อมุ่งหวังผลงานวิจัยที่สามารถเพิ่มผลผลิตของสวนป่าไม้เศรษฐกิจให้สูงขึ้น โดยทำการวางแปลงทดลองศึกษาในพื้นที่สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา มีอุณหภูมิเฉลี่ย 28.06 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 31.94 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 24.18 องศาเซลเซียส และมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปีเท่ากับ 1,362 มิลลิเมตร (Table 1) ลักษณะสภาพภูมิอากาศในช่วงปี พ.ศ. 2549–2553 (Figure 1) พบว่าในแต่ละปีจะมีช่วงปริมาณน้ำฝนและช่วงแล้งที่แตกต่างกันในแต่ละปี แต่โดยค่าเฉลี่ยของช่วงเวลาแล้วจะมีช่วงของฤดูฝนประมาณ 8 เดือน และมีช่วงแล้งประมาณ 4 เดือน ระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์

Table 1. Climatic data of Sakaerat Silvicultural Research Station, Nakhon Ratchasima province from B.C. 2548 to B.C. 2553.

Year	Annual rain fall (mm)	No. of rainyday (day)	Mean temp. (°C)	Mean max. temp. (°C)	Mean min. temp. (°C)
2548	1,342	108	29.19	34.22	24.16
2549	1,159	106	27.99	31.48	24.50
2550	1,352	110	28.49	29.97	27.01
2551	1,635	127	27.59	30.32	24.86
2552	1,321	113	28.66	34.64	22.68
2553	1,493	127	26.44	31.02	21.86
Mean	**1,384**	**115**	**28.06**	**31.94**	**24.18**

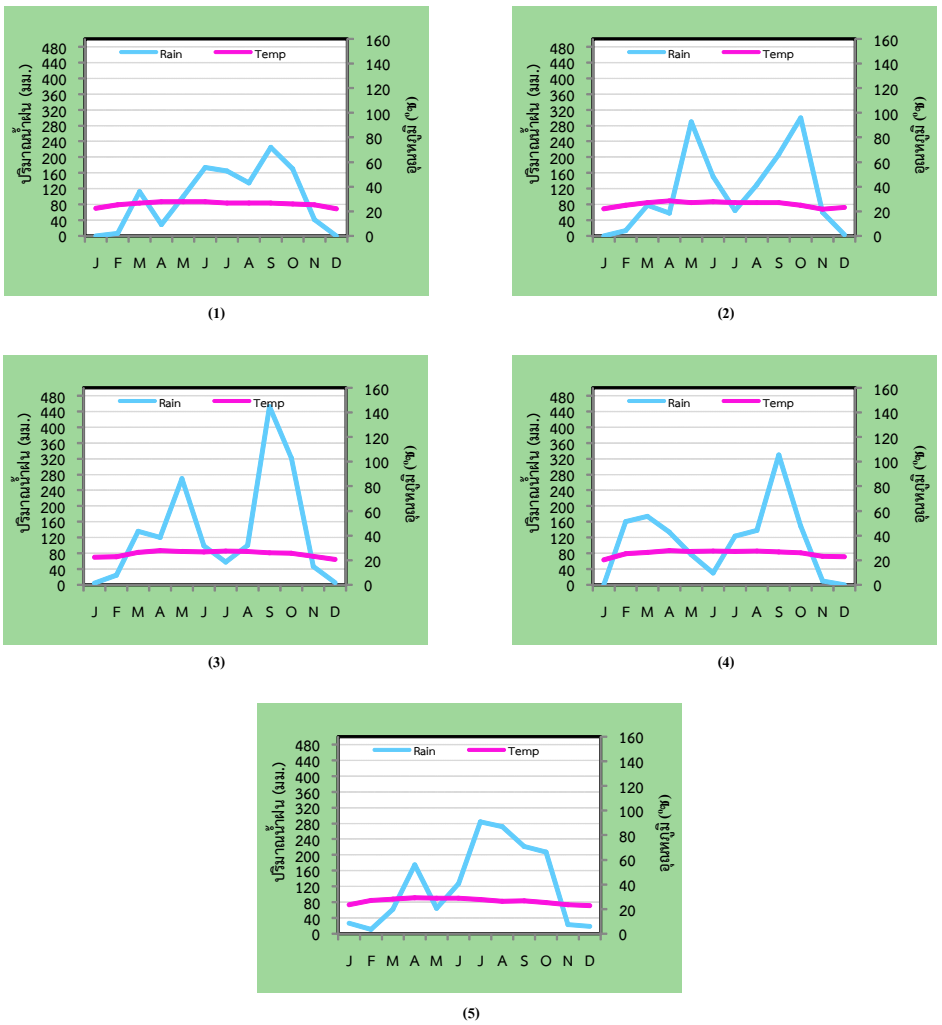

Figure 1. Pluviothermic graph showing relationship between monthly rainfall (mm) and temperature (^{O}C) in 1) B.C. 2549, 2) B.C. 2550, 3) B.C. 2551, B.C. 2552 and 4) B.C. 2553 at Sakaerat Silvicultural Research Station, Nakhon Ratchasima province.

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสปลิท–สปลิทพลอท (split–split plot design) มีจำนวนซ้ำ 4 ซ้ำ แต่ละซ้ำประกอบด้วยแปลงทดลองหลัก (main plots) จำนวน 4 แปลง ซึ่งเป็นตัวแทนของวิธีการปรับปรุงดินแบบต่างๆ กัน ได้แก่

1. แปลงควบคุม (T1)
2. การปรับปรุงดินโดยใช้โดโลไมท์ (T2)
3. การปรับปรุงดินโดยใช้โดโลไมท์และปุ๋ยอินทรีย์ (T3)
4. การปรับปรุงดินโดยใช้โดโลไมท์และปุ๋ยเคมี (T4)

โดยใช้โดโลไมท์ในอัตรา 400 กิโลกรัม/ไร่ ปุ๋ยอินทรีย์ 1 กิโลกรัม/ต้น และปุ๋ยเคมี (16:16:16) อัตรา 100 กรัม/ต้น ในแต่ละแปลงทดลองหลักประกอบด้วย 4 แปลงทดลองรอง (subplots) โดยเป็นตัวแทนของชนิดไม้จำนวน 3 ชนิด คือ กระถินณรงค์ (*Acacia auriculiformis: Aa*) กระถินลูกผสม (กระถินเทพาและกระถินณรงค์) (Acacia hybrid: *Ah*) และกระถินคราสสิคาร์ปา (*A. crassicarpa: Ac*) ในแต่ละแปลงทดลองรองจะแบ่งเป็น 4 แปลงทดลองย่อย (sub–subplots) เป็นตัวแทนของแหล่งสายต้น (clones) ของไม้แต่ละชนิดที่คัดมา (Table 2) โดยชนิดละ 4 แหล่งสายต้น ซึ่งแต่ละแปลงทดลองย่อยประกอบด้วยต้นไม้จำนวน 9 ต้น มีระยะปลูก 3 เมตร x 3 เมตร จะมีต้นไม้รอบทุกแปลงทดลองหลัก 2 แถวเพื่อเป็นแนวป้องกัน (buffer zone) ทำการสุ่มวางตามแผนผังการทดลอง ลงในแปลงทดลองหลัก แปลงทดลองรอง และแปลงแปลงทดลองย่อย

Table 2. List of Acacia species and code of plus tree designated in the experimental design.

Clone no.	Species	Code of plus tree
*Aa*1	กระถินณรงค์	1/1/16
*Aa*2	กระถินณรงค์	14/8/19
*Aa*3	กระถินณรงค์	31/17/25
*Aa*4	กระถินณรงค์	32/18/24
*Ah*1	กระถินลูกผสม	No.2 ชุมพร
*Ah*2	กระถินลูกผสม	No.6 ชุมพร
*Ah*3	กระถินลูกผสม	No.8 ชุมพร
*Ah*4	กระถินลูกผสม	No.10 ชุมพร
*Ac*1	กระถินคราสสิคาร์ปา	18937
*Ac*2	กระถินคราสสิคาร์ปา	18940
*Ac*3	กระถินคราสสิคาร์ปา	18947
*Ac*4	กระถินคราสสิคาร์ปา	ทรายทอง

การเก็บตัวอย่างดิน

ทำการเก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกแบบตัวอย่างดินรวม (composite sample) หลังจากการเตรียมพื้นที่แล้วเพื่อประเมินคุณสมบัติโดยเฉลี่ยของดินในแต่ละแปลง เก็บที่ความลึก 0–10 10–20 และ 20–30 เซนติเมตร มาวิเคราะห์สมบัติของดินดังนี้ ปฏิกิริยาดิน (soil reaction , pH ดิน:น้ำ เท่ากับ 1:1 – วัดด้วย pH meter) O.M. – Walkley and Black method) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus, P– Bray II method) โปแตสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable potassium, calcium, magnesium, sodium ; K, Ca, Mg, Na – วัดด้วย atomic absorption spectrophotometer) ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (cation exchange capacity, C.E.C. – Summation method, exchangeable basic cation plus exchange acidity) การอิ่มตัวด้วยด่าง (base saturation, B.S. – percentage basic cation in C.E.C.) สมบัติทางฟิสิกส์ คือ ปริมาณกลุ่มอนุภาคดินขนาดทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว (sand, silt และ clay – Bouyoucos hydrometer method) เพื่อประเมินชนิดเนื้อดิน (soil texture) และประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินเพื่อใช้กำหนดตำรับการปรับปรุงดิน

การเตรียมพื้นที่ปลูก

ทำการเตรียมพื้นที่ดังนี้ ใช้รถแทรกเตอร์ปรับดันพื้นที่ ทำการเก็บริบ ขุดตอไม้และปรับพื้นที่ให้เรียบสม่ำเสมอและไถบุกเบิก 1 ครั้ง ใส่สารปรับปรุงตามตำรับการทดลองที่กำหนดในแปลงที่มีการใส่ปูนโดโลไมท์และไถพรวนอีกครั้งเพื่อเป็นการคลุกปูน แล้วทำการปลูกต้นไม้ตามตำหรับการทดลองที่กำหนดไว้ ขนาดของหลุมกำหนดไว้เท่ากับ 30 X 30 X 30 เซนติเมตร ใช้ระยะปลูก 3 เมตร x 3 เมตร ตรวจสอบการรอดตายของกล้าไม้และปลูกซ่อมให้เรียบร้อยภายใน 1 เดือน

การตรวจวัดและเก็บข้อมูล

การวัดการเติบโตของต้นไม้จะเก็บข้อมูลการเติบโตทางด้านความสูง (Ht) และความโตลำต้นที่ระดับอก (DBH) หากต้นไม้มีหลายลำต้น (multiple stems) หากมีขนาดลำต้นของนางที่แตกใหญ่กว่าครึ่งหนึ่งของลำต้นหลัก ให้ถือว่านางที่แตกมานั้นเป็นอีกลำต้นหนึ่ง และนำมาคำนวณเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นโดยใช้สูตร

$$DBH = \sqrt{(dbh_1^2+dbh_2^2+...dbh_n^2)}$$

เก็บตัวอย่างดินอีกครั้งพร้อมวิเคราะห์คุณสมบัติของดินเมื่อต้นไม้อายุ 3 ปี 6 เดือน พร้อมวิเคราะห์คุณสมบัติของดิน

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ จะใช้โปรแกรมทางสถิติ GENSTAT โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD

ผลและวิจารณ์ผล

การศึกษาทดลองการปรับปรุงดินเพื่อเพิ่มผลผลิตในแปลงปลูกสร้างสวนป่าของไม้อะเคเซีย พื้นที่สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช อ.วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา มีผลการศึกษาดังนี้

ลักษณะดิน

พื้นที่แปลงทดลองดำเนินการขุดหลุมเพื่อศึกษาหน้าตัดดิน (soil profile) ก่อนการปลูกในพื้นที่สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช อ.วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ลักษณะดินแสดงไว้ใน Figure 2 การเรียงตัวของชั้นดินประกอบด้วยชั้น A, B_t, $B_{tc}1$ และ $B_{tc}2$

Figure 2. Soil profile of the experimental site at Sakarat Silvicultural Research Station, Nakhon Rachasima province.

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของดินแสดงไว้ใน Table 3 ลักษณะดินเป็นดินกรดโดยชั้นบนสุดเป็นกรดรุนแรง (4.4) ชั้นล่างลงมาเป็นกรดรุนแรงถึงค่อนรุนแรงที่สุดตลอดชั้นหน้าดิน (4.0–4.2) ปริมาณอินทรียวัตถุในดินของชั้นบนสุดอยู่ในระดับสูง (3.9%) และในดินล่างอยู่ในระดับต่ำ (0.43–1.19%) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำตลอดชั้นหน้าตัดดิน (nil–0.6 ppm) ปริมาณโปตัสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินชั้นบนสุดอยู่ในระดับสูง (105 ppm) ในดินชั้นล่างอยู่ในระดับสูง (134–171 ppm) ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินชั้นบนสุดอยู่ในระดับต่ำมาก (297 ppm) ชั้นล่างลงมาอยู่ในช่วงระดับต่ำมากถึงต่ำ (313–892 ppm) แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินชั้นบนสุดอยู่ในระดับต่ำ (54 ppm) และในระดับต่ำลงมาอยู่ในระดับต่ำ (23.1–32.0 ppm) โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำตลอดชั้นหน้าตัดดิน (23.9–25.1 ppm) ความจุของการแลกเปลี่ยนประจุบวกอยู่ในระดับปานกลางตลอดชั้นหน้าตัดดิน (15.73–20.09 me/100 g) ความอิ่มตัวด้วยด่างชั้นบนสุดอยู่ในระดับต่ำ (14.18%) และในดินล่างอยู่ในระดับต่ำ ถึงปานกลาง (13.13–35.29%) เนื้อดินชั้นบนเป็นดินร่วนเหนียว และดินชั้นล่างเป็นดินเหนียวตลอดชั้นหน้าดินล่าง เมื่อนำค่าคุณสมบัติดินมาประเมินค่าความอุดมสมบูรณ์ของดิน พบว่าระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินอยู่ในระดับปานกลางตลอดทั้งหน้าตัดดิน

Table 3. Some soil characteristics in Acacia trial plot at Sakaerat Silvicultural Research Station, Nakhon Ratchasima province.

Horizon	pH 1:1 H_2O	O.M. (%)	Avail. P (ppm)	Exch. Cation (ppm)				C.E.C. (me/100g)	B.S. (%)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Soil texture
				K	Ca	Mg	Na						
A (0–10 cm)	4.7	3.90	0.6	105	297	54	7	15.73	14.18	42	25	33	Clay loam
Bt (10–48 cm)	4.1	1.19	nil	171	892	263	7	20.09	35.29	28	25	47	Clay
$B_{tc}1$ (48–70 cm)	4.0	0.93	nil	168	426	126	8	18.62	19.44	24	21	55	Clay
$B_{tc}2$ (70–100+ cm)	4.2	0.43	nil	134	313	77	6	19.57	13.13	22	19	59	Clay

การศึกษาเติบโต

การศึกษาการปรับปรุงดินเพื่อเพิ่มผลผลิตในแปลงปลูกสร้างสวนป่าของไม้ Acacia พื้นที่สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช อ.วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา โดยศึกษาถึงปัจจัยการปรับปรุงดิน 4 ระดับดังนี้ 1) แปลงควบคุม (T1) 2) การปรับปรุงดินโดยใช้โดโลไมท์ (T2) 3) การปรับปรุงดินโดยใช้โดโลไมท์และปุ๋ยอินทรีย์ (T3) และ 4) การปรับปรุงดินโดยใช้โดโลไมท์

และปุ๋ยเคมี (T4) และปัจจัยรองคือ ชนิดไม้จำนวน 3 ชนิด ดังนี้ 1) กระถินณรงค์ (*Acacia auriculiformis : Aa*) 2) กระถินลูกผสม (กระถินเทพาและกระถินณรงค์) (Acacia hybrid: *Ah*) และ 3) กระถินคราสสิคาร์ปา (*A. crassicarpa: Ac*) ดังแสดงใน Figure 3 โดยไม้แต่ละชนิดจะศึกษาถึงความแตกต่างของสายต้นที่ต่างกัน 4 สายต้น ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้ต้นไม้มีการเติบโตแตกต่างกันทั้งด้านเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับอกและความสูง โดยมีรายละเอียดการศึกษาดังนี้

Acacia auriculiformis Acacia hybrid *Acacia crassicarpa*

Figure 3. Trial plots of *A. auriculiformis*, Acacia hybrid and *A. crassicarpa* under different soil improvement methods at the age of 2 years old at Sakaerat Silvicultural Research Station, Nakhon Ratchasima province.

เส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับอก

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติค่าเฉลี่ย DBH ของไม้อะเคเซีย โดยภาพรวมศึกษาถึงปัจจัยการปรับปรุงดินต่อ DBH (Table 4) เมื่ออายุ 1, 2, 3 และ 4 ปี พบว่าวิธีการปรับปรุงมีผลต่อการเติบโตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกระดับอายุ

Table 4. Anova analysis of DBH of Acacia species at the age of 1, 2, 3 and 4 years after planting methods at under different soil improvement at Sakaerat Silvicultural Research Station, Nakhon Ratchasima province.

Source of variation	d.f.	1 year		2 year		3 year		4 year	
		m.s.	F pr.	m.s.	F pr.	m.s.	F pr.	m.s.	F pr.
rep stratum	3	4.877		18.97		41.949		43.584	
rep.Mainp stratum									
Improve	3	11.047	<.001	28.908	<.001	26.608	0.005	17.807	0.031
Residual	9	0.7533		1.9026		3.0537		3.806	
rep.Mainp.Subp stratum									
Spp	2	7.4692	<.001	65.831	<.001	123.33		175.68	<.001
Improve.Spp	6	0.8978	0.152	1.8128	0.211	1.6695		1.936	0.757
Residual	24	0.5109		1.1834		2.0421		3.453	
rep.Mainp.Subp.Sub_subp stratum									
Spp.Clone	9	4.0714	<.001	14.193	<.001	23.615		24.911	<.001
Improve.Spp.Clone	27	0.0871	0.996	0.3213	0.937	0.5132		0.988	0.647
Residual	108	0.2146		0.5361		0.801		1.131	
Total	191								

เมื่อพิจารณาถึงผลของการศึกษาเมื่อต้นไม้มีอายุ 4 ปี (Table 5) พบว่า วิธีการปรับปรุงดินโดยใช้โดโลไมท์และปุ๋ยอินทรีย์ (T3) จะให้ค่าเฉลี่ย DBH สูงสุด 12.3 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่นๆ และวิธีการไม่ปรับปรุงดิน (T1) จะให้ค่าการเติบโตต่ำสุดมีค่าเฉลี่ย 10.9 เซนติเมตร และเมื่อเปรียบเทียบถึงวิธีการปรับปรุงดินเมื่อต้นไม้ที่อายุ 4 ปี โดยวิธี LSD พบว่า วิธีการปรับปรุงดินโดยใช้โดโลไมท์และปุ๋ยอินทรีย์ หรือ การปรับปรุงดินโดยใช้โดโลไมท์และปุ๋ยเคมี (T4) มีผลต่อ DBH อยู่ในเกณฑ์ดี สำหรับแปลงควบคุมซึ่งไม่มีการปรับปรุงดินเลยจะให้ค่า DBH อยู่ในเกณฑ์ต่ำสุดและมีค่าใกล้เคียงกับแปลงที่มีการปรับปรุงดินโดยใช้โดโลไมท์ (T2) เพียงอย่างเดียว

Table 5. DBH of different Acacia clones and species at the age of 1, 2, 3 and 4 years after planting under different soil improvement method at Sakaerat Silvicultural Research Station, Nakhon Ratchasima province.

Year	Treatment	กระถินณรงค์ (*Aa*)				ค่าเฉลี่ย	กระถินณรงค์ลูกผสม (*Ah*)				ค่าเฉลี่ย	กระถินคราสสิคาร์ปา (*Ac*)				ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย
		*Aa*1	*Aa*2	*Aa*3	*Aa*4	*Aa*	*Ah*1	*Ah*2	*Ah*3	*Ah*4	*Ah*	*Ac*1	*Ac*2	*Ac*3	*Ac*4	*Ac*	Treatment
1	T1	3.0	0.9	1.6	1.7	**1.8**	2.4	2.8	2.0	2.0	**2.3**	2.5	2.3	2.4	2.7	**2.5**	**2.2 b**
	T2	2.9	1.1	1.7	2.2	**2.0**	2.5	3.1	2.7	2.5	**2.7**	3.2	2.3	2.5	2.9	**2.7**	**2.5 b**
	T3	3.7	2.0	2.4	2.6	**2.7**	3.3	3.6	3.1	3.1	**3.3**	3.8	3.3	3.8	3.9	**3.7**	**3.2 a**
	T4	3.8	1.9	2.8	3.0	**2.9**	3.1	3.7	3.0	3.1	**3.3**	3.2	2.3	2.9	3.1	**2.9**	**3.0 a**
Mean Spp.						**2.3 b**					**2.9 a**					**3.0 a**	
2	T1	7.5	3.4	4.5	4.8	**5.1**	7.4	7.4	6.2	6.7	**6.9**	5.7	5.2	5.8	6.0	**5.7**	**5.9 c**
	T2	7.9	4.2	5.2	6.0	**5.8**	8.0	8.4	7.8	7.6	**8.0**	7.2	5.6	6.4	6.5	**6.4**	**6.7 b**
	T3	8.4	5.4	6.3	6.5	**6.7**	8.7	8.9	8.5	8.3	**8.6**	7.9	7.2	7.8	8.2	**7.8**	**7.7 a**
	T4	8.8	5.1	6.5	6.7	**6.8**	8.5	9.0	8.4	8.7	**8.7**	6.7	5.2	6.9	7.0	**6.5**	**7.3 ab**
Mean Spp.						**6.1 c**					**8.0 a**					**6.6 b**	
3	T1	10.8	5.5	6.8	7.1	**7.5**	10.3	10.0	8.9	9.4	**9.7**	7.3	6.5	7.7	7.9	**7.4**	**8.2 c**
	T2	11.1	6.3	7.6	8.2	**8.3**	10.8	11.1	10.4	10.5	**10.7**	9.1	7.1	8.1	8.1	**8.1**	**9.0 b**
	T3	11.5	7.5	8.6	8.9	**9.1**	11.7	11.5	10.8	11.0	**11.2**	9.4	9.0	9.7	9.8	**9.5**	**9.9 a**
	T4	11.5	7.0	8.3	8.7	**8.9**	11.3	11.4	11.3	11.6	**11.4**	8.2	6.6	8.7	9.0	**8.1**	**9.5 ab**
Mean Spp.						**8.4 b**					**10.7 a**						
4	T1	13.7	8.0	9.7	9.7	**10.3**	13.8	12.9	11.6	12.6	**12.7**	9.7	8.8	10.2	9.9	**9.7**	**10.9 b**
	T2	13.6	9.0	10.4	10.8	**10.9**	13.5	13.5	12.9	13.3	**13.3**	10.9	9.0	10.1	10.1	**10.0**	**11.4 ab**
	T3	13.8	9.8	11.3	11.5	**11.6**	14.4	13.9	13.4	13.5	**13.8**	11.6	11.0	11.7	11.6	**11.5**	**12.3 a**
	T4	13.9	8.9	10.6	11.3	**11.2**	14.0	13.9	14.5	14.5	**14.2**	10.2	8.4	10.8	11.8	**10.3**	**11.9 a**
Mean Spp.						**11.0 b**					**13.5 a**					**10.4 b**	

เมื่อพิจารณาถึงชนิดพันธุ์ไม้ที่ปลูก จำนวน 3 ชนิด ชนิด กระถินณรงค์ กระถินลูกผสม และกระถินคราสสิคาร์ปา ผลจากการวิเคราะห์ชนิดพันธุ์ไม้ (Table 4) พบว่าที่อายุ 1, 2, 3 และ 4 ปี ชนิดพันธุ์ไม้ต่างชนิดค่า DBH จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกชั้นอายุ โดยไม้กระถินลูกผสมจะให้ค่าเฉลี่ย DBH ที่เด่นกว่าไม้ชนิดอื่นที่อายุ 2, 3 และ 4 ปี (Table 5) ซึ่งจะให้ค่าเฉลี่ย DBH สูงสุดที่อายุ 1, 2, 3 และ 4 ปี ตามลำดับดังนี้ 8.0, 10.7, 9.9 และ 13.5 เซนติเมตร และเมื่อเปรียบเทียบถึงชนิดพันธ์ไม้เมื่อต้นไม้อายุ 4 ปี โดยวิธี LSD จะเห็นว่าไม้กระถินลูกผสมจะให้ค่า DBH มีอยู่ในเกณฑ์ดีสุด (13.5 เซนติเมตร) ส่วนกระถินณรงค์และกระถินคราสสิคาร์ปาอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่า (11.0 และ 10.4 เซนติเมตร ตามลำดับ)

ผลการศึกษาอิทธิพลระหว่างวิธีการปรับปรุงดินกับชนิดไม้ไม่ปรากฏว่ามีอิทธิพลร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่อย่างใดในทุกระดับอายุของต้นไม้

สำหรับการคัดเลือกแหล่งพันธุกรรมไม้ที่นำมาปลูกจำนวน 4 สายต้นในแต่ละชนิด จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย DBH (Table 4) ชนิดไม้และแหล่งไม้นั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าแหล่งสายต้นมีผลต่อ DBH แตกต่างกัน ที่อายุ 1, 2, 3 และ 4 ปี และเมื่อเปรียบเทียบ DBH โดยวิธี LSD (Table 6) จะพบว่า เมื่อเปรียบเทียบแหล่งสายต้นของกระถินณรงค์ 4 แหล่งนั้นค่า DBH มีความแตกต่างกัน ดังนั้นจึงควรพิจารณาใช้กล้าจากแหล่งสายต้น *Aa*1 ให้ค่าเฉลี่ย DBH ที่สุดที่อายุ 4 ปี (13.8 เซนติเมตร) และ *Aa*2 ให้ค่าที่ต่ำสุด (8.9 เซนติเมตร) และสำหรับไม้กระถินลูกผสม จากการทดลองพบว่าแหล่งสายต้น 4 แหล่งสายต้นมีผลต่อ DBH แตกต่างกันในช่วงระยะ 2 ปีแรกหลังจากนั้นจะไม่มีผลต่อค่าเฉลี่ยแตกต่างกันแต่อย่างใด อย่างไรก็ตามเมื่อต้นไม้อายุ 4 ปี กล้าไม้กระถินลูกผสมที่ได้จากแหล่ง *Ah*1 จะให้ค่า DBH อยู่ในเกณฑ์ดีสุด (13.9 เซนติเมตร) รองลงมาคือ *Ah*2 (13.5 เซนติเมตร) และ *Ah*4 (13.5 เซนติเมตร) ผลจากการเปรียบเทียบแหล่งสายต้นของกระถินคราสสิคาร์ปา 4 แหล่งนั้น ค่า DBH มีความแตกต่างกันทุกชั้นอายุ ดังนั้น ที่อายุ 4 ปี สามารถเลือกใช้ใช้กล้าจากแหล่งสายต้น *Ac*4 *Ac*3 และ *Ac*1 ซึ่งให้ค่า DBH (10.9, 10.7 และ 10.6 เซนติเมตร ตามลำดับ) และ *Ac*2 ให้ค่า DBH ที่ต่ำสุด (9.3 เซนติเมตร)

การศึกษาถึงอิทธิพลระหว่างวิธีการปรับปรุงดินกับชนิดไม้และแหล่งสายต้นนั้น ผลการศึกษาไม่ปรากฏว่ามีอิทธิพลร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่อย่างใดในทุกระดับอายุของต้นไม้

Table 6. Average DBH of different Acacia species and clone at the age of 1, 2, 3 and 4 years at Sakaerat Silvicultural Research Station, Nakhon Ratchasima province.

Year	กระถินณรงค์ (*Aa*)				กระถินลูกผสม (*Ah*)				กระถินคราสสิคาร์ปา (*Ac*)			
	*Aa*1	*Aa*2	*Aa*3	*Aa*4	*Ah*1	*Ah*2	*Ah*3	*Ah*4	*Ac* 1	*Ac* 2	*Ac*3	*Ac*4
1	3.3 a	1.5 c	2.1 b	2.4 b	2.8 b	3.3 a	2.7 b	2.7 b	3.2 a	2.6 b	2.9 ab	3.1 a
2	8.1 a	4.5 c	5.7 b	6.0 b	8.2 ab	8.4 ab	7.7 b	7.8 b	6.9 a	5.8 b	6.7 a	7.0 a
3	11.2 a	6.6 c	7.8 b	8.2 b	10.0 ns	11.0 ns	10.4 ns	10.6 ns	8.5 a	7.3 b	8.5 a	8.7 a
4	13.8 a	8.9 c	10.5 b	10.8 b	13.9 ns	13.5 ns	13.1 ns	13.5 ns	10.6 a	9.3 b	10.7 a	10.9 a

Remark: ns = non signifacant

ความสูง

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติค่าเฉลี่ยการเติบโตทางการเติบโตทางความสูงของไม้อะเคเซีย โดยภาพรวมศึกษาถึงปัจจัยการปรับปรุงดินต่อการเติบโตทางความสูง (Table 7) เมื่ออายุ 1, 2, 3 และ 4 ปี พบว่าวิธีการปรับปรุงมีผลต่อการเติบโตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับอายุ 1 และ 2 ปีเท่านั้น และที่อายุ 3 และ 4 ปี ไม่ผลต่อการเติบโตทางความสูงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่อย่างใด ผลการเปรียบเทียบถึงวิธีการปรับปรุงดินเมื่อต้นไม้ที่อายุ 4 ปี (Table 8) จะเห็นได้ว่าแนวโน้มของวิธีการปรับปรุงดินโดยใช้โดโลไมท์และปุ๋ยอินทรีย์ (T3) ให้ค่าการเติบโตเฉลี่ยความสูงดีที่สุด รองลงมาตามลำดับคือ การปรับปรุงดินโดยใช้โดโลไมท์และปุ๋ยเคมี (T4) การปรับปรุงดินโดยใช้โดโลไมท์ (T2) และแปลงควบคุมซึ่งไม่มีการปรับปรุงดินเลยจะให้ค่าการเติบโตทางความสูงอยู่ในเกณฑ์ต่ำสุด (T1) โดยมีค่าเฉลี่ยความสูงตามลำดับคือ 1316.6, 1262.3, 1238.1 และ 1172.0 เซนติเมตร

Table 7. Anova analysis of height of Acacia species at the age of 1, 2, 3 and 4 years after planting methods at under different soil improvement at Sakaerat Silvicultural Research Station, Nakhon Ratchasima province.

Source of variation	d.f.	1 year		2 year		3 year		4 year	
		m.s.	F pr.	m.s.	F pr.	m.s.	F pr.	m.s.	F pr.
rep stratum	3	35564.1		225535		576251		518631	
rep.Mainp stratum									
Improve	3	46631.8	<.001	116927	0.007	148220	0.098	172463	0.072
Residual	9	2907.8		14957		52191		52315	
rep.Mainp.Subp stratum									
Spp	2	17026		127818	<.001	188188	<.001	382205	<.001
Improve.Spp	6	3936.4	0.001	11397	0.232	15546	0.497	21525	0.619
Residual	24	1899.8	0.095	7776		16882		28871	
rep.Mainp.Subp.Sub_subp stratum									
Spp.Clone	9	16465.4	<.001	39193	<.001	55345	<.001	48723	<.001
Improve.Spp.Clone	27	433.1	0.989	2255	0.731	3060	0.827	7078	0.511
Residual	108	948.7		2786		4202		7272	
Total	191								

Table 8. Total height of different Acacia clones and species at the age of 1, 2, 3 and 4 years after planting under different soil improvement method at Sakaerat Silvicultural Research Station, Nakhon Ratchasima province.

Year	Treatment	กระถินณรงค์ (*Aa*)				ค่าเฉลี่ย	กระถินณรงค์ลูกผสม (*Ah*)				ค่าเฉลี่ย	กระถินคราสสิคาร์ปา (*Ac*)				ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย
		*Aa*1	*Aa*2	*Aa*3	*Aa*4	*Aa*	*Ah*1	*Ah*2	*Ah*3	*Ah*4	*Ah*	*Ac*1	*Ac*2	*Ac*3	*Ac*4	*Ac*	Treatment
1	T1	322.4	198.6	262.9	262.1	261.5	299.8	333.8	281	276.2	297.7	314.6	289.0	288.9	299.9	298.1	285.8 b
	T2	342.2	223.3	281.3	295.3	285.5	317.5	350.3	316.7	307.8	323.1	343.2	289.9	298.4	332.6	316.0	308.2 b
	T3	392.0	278.5	315.4	315.4	325.3	356.5	381.0	343.7	350.4	357.9	374.3	353.3	380.8	381.2	372.4	351.9 a
	T4	394.0	273.8	358.8	354.0	345.2	361.1	389.1	346.3	360.2	364.2	347.2	283.2	323.9	346.2	325.1	344.8 a
Mean Spp.						304.4 b					335.7 a					327.9 a	
2	T1	688.0	459.6	554.7	549.5	563.0	707.1	698.7	626.1	674.5	676.6	627.4	589.6	601.3	629.3	611.9	617.2 b
	T2	715.9	528.0	603.4	667.4	628.7	734.5	737.8	686.5	736.0	723.7	736.2	616.8	641.1	694.4	672.1	674.8 a
	T3	741.8	626.8	670.2	693.5	683.1	767.5	774.0	793.4	745.3	756.6	765.2	711.9	743.2	775.5	749.0	729.5 a
	T4	771.1	602.2	717.3	708.6	699.8	764.4	782.9	739.1	791.0	769.4	688.9	562.6	669.8	725.2	661.6	710.3 a
Mean Spp.						643.6 b					731.6 a					673.7 b	
3	T1	927.2	707.7	795.5	792.5	805.7	954.2	935.9	864.9	922.1	919.3	861.5	812.3	859.8	887.4	855.3	860.1
	T2	954.6	743.3	845.2	854.5	849.4	1033.0	998.3	960.1	1037.6	1007.3	1015.7	846.4	879.9	917.4	914.9	923.8
	T3	1039.6	878.1	943.7	955.7	954.3	1060.7	1024.4	958.2	1020.7	1016.0	1018.4	976.7	1025.2	1024.5	1011.2	993.8
	T4	1026.1	830	935.1	904	923.8	1027.0	1013.5	970.1	1058.9	1017.4	964.1	758.5	921.9	945.9	897.6	946.3
Mean Spp.						883.3 b					990.0 a					919.7 b	
4	T1	1272.1	1007.2	1139.2	1117.8	1134.1	1375.3	1287.5	1236.1	1243.1	1285.5	1095.9	1068.2	1101.1	1120.3	1096.5	1172.0
	T2	1252.9	1132.7	1196.9	1208.1	1197.7	1371.4	1305.4	1315.8	1381.0	1343.4	1287.4	1113.3	1153.0	1139.3	1173.3	1238.1
	T3	1326.9	1223.0	1284.0	1263.7	1274.4	1417.9	1353.3	1343	1358.8	1368.3	1304.8	1230.7	1333.1	1359.7	1307.1	1316.6
	T4	1353.9	1171.6	1280.4	1288.9	1273.7	1347.1	1306.9	1314.6	1394.1	1340.7	1251.4	1009.7	1183.8	1245.0	1172.5	1262.3
Mean Spp.						1220.0 b					1334.5 a					1187.3 b	

เมื่อพิจารณาถึงชนิดพันธุ์ไม้ที่ปลูก จำนวน 3 ชนิด ชนิด กระถินณรงค์ กระถินลูกผสม และกระถินคราสสิคาร์ปา ผลจากการวิเคราะห์ชนิดพันธุ์ไม้ (Table 7) พบว่าที่อายุ 1, 2, 3 และ 4 ปี ชนิดพันธุ์ไม้ต่างชนิดให้ผลการเติบโตทางความสูงที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกชั้นอายุ โดยไม้กระถินลูกผสมจะให้ค่าเฉลี่ยการเติบโตทางความสูงที่เด่นกว่าไม้ชนิดอื่นที่อายุ 1, 2, 3 และ 4 ปี (Table 8) โดยมีค่าเฉลี่ยการเติบโตทางความสูงสูงสุดที่อายุ 1, 2, 3 และ 4 ปี ตามลำดับ ดังนี้ 335.7, 731.6, 990.0 และ 1334.5 เซนติเมตร

การศึกษาอิทธิพลระหว่างวิธีการปรับปรุงดินกับชนิดไม้ต่อการเติบโตทางความสูง ผลการศึกษาไม่ปรากฏว่ามีอิทธิพลร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่อย่างใดในทุกระดับอายุของต้นไม้

สำหรับการคัดเลือกแหล่งสายต้นที่นำมาปลูกจำนวน 4 แหล่งในแต่ละชนิด จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยทางความสูง (Table 7) ชนิดไม้และแหล่งไม้นั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าแหล่งสายต้นมีผลต่อการเติบโตทางเฉลี่ยทางความสูงแตกต่างกันที่อายุ 1, 2, 3 และ 4 ปี และเมื่อเปรียบเทียบการเติบโตเฉลี่ยทางความสูง โดยวิธี LSD (Table 9) จะพบว่า ชนิดไม้กระถินณรงค์เมื่อเปรียบเทียบแหล่งสายต้น 4 สายต้นนั้น ค่าความเติบโตเฉลี่ยทางความสูงมีความแตกต่างกัน ดังนั้นจึงควรพิจารณาใช้กล้าจากแหล่งสายต้น *Aa*1 ซึ่งจะให้ค่าเฉลี่ยการเติบโตดีที่สุดเมื่ออายุ 4 ปี มีความสูง 1301.5 เซนติเมตร หรืออาจจะเลือกใช้สายต้นจาก *Aa*3 (1225.1 เซนติเมตร) โดย *Aa*2 ให้ค่าที่ต่ำสุด (1133.6 เซนติเมตร) สำหรับไม้กระถินณรงค์ลูกผสม จากการทดลองพบว่าเมื่อเปรียบเทียบแหล่งสายต้น 4 สายต้นนั้น ในหลายแหล่งสายต้นค่าความเติบโตเฉลี่ยทางความสูงมีความแตกต่างกันไม่มาก ดังนั้นจึงสามารถตัดสินใจใช้สายต้นได้หลายสายต้น โดยสายต้น *Ah*1 ซึ่งจะให้ค่าเฉลี่ยการเติบโตดีที่สุดเมื่ออายุ 4 ปี (1377.9 เซนติเมตร) หรืออาจจะเลือกใช้สายต้นจาก *Ah*4 (1344.3 เซนติเมตร) หรือ *Ah*2 (1313.3 เซนติเมตร) โดย *Ah*3 จะให้ค่าที่ต่ำสุด (1302.4 เซนติเมตร) ซึ่งแตกต่างจากผลการศึกษา DBH ที่แหล่งสายต้นไม่มีความแตกต่างกัน สำหรับไม้กระถินคราสสิคาร์ปาผลจากการเปรียบเทียบแหล่งสายต้นของกระถินคราสสิคาร์ปา 4 แหล่งนั้น ค่าความเติบโตเฉลี่ยทางความสูงมีความแตกต่างกันไม่มากเช่นเดียวกับไม้ไม้กระถินลูกผสม ดังนั้นจึงสามารถตัดสินใจใช้สายต้นได้หลายแหล่ง โดยผลจากการเปรียบเทียบพิจารณาแนะนำให้ใช้กล้าจากแหล่งสายต้น *Ac*1, *Ac*4 และ *Ac*3 ให้ค่าเฉลี่ยการเติบโตที่อายุ 4 ปี 1234.9, 1216.1 และ 1192.8 เซนติเมตร โดย *Ac*2 มีค่าความสูงต่ำสุด (1105.5 เซนติเมตร) ผลการศึกษานี้อาจแตกต่างจาก DBH ดังนั้นจะพิจารณาคัดเลือกแหล่งพันธุกรรมไม้ก็ควรให้ความสำคัญกับ DBH เป็นหลัก ดังนั้นการคัดเลือกแหล่งไม้ชนิดนี้ก็ควรใช้แหล่งไม้ตามลำดับดังนี้ *Ac*4, *Ac*3 และ *Ac*1 ตามลำดับ

การศึกษาถึงอิทธิพลระหว่างวิธีการปรับปรุงดินกับชนิดไม้และแหล่งสายต้นต่อการเติบโตทางความสูงนั้น ผลการศึกษาไม่ปรากฏว่ามีอิทธิพลร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่อย่างใดในทุกระดับอายุของต้นไม้

Table 9. Total height of different Acacia species sum by clone at the age of 1, 2, 3 and 4 years after planting at Sakaerat Silvicultural Research Station, Nakhon Ratchasima province.

Year	กระถินณรงค์ (*Aa*)				กระถินลูกผสม (*Ah*)				กระถินคราสสิคาร์ปา (*Ac*)			
	*Aa*1	*Aa*2	*Aa*3	*Aa*4	*Aa*1	*Aa*2	*Aa*3	*Aa*4	*Aa*1	*Aa*2	*Aa*3	*Aa*4
1	362.7 a	243.6 c	303.4 b	307.9 b	333.7 b	363.6 a	321.9 b	323.7 b	344.8 a	303.9 b	323.0 ab	340.0 a
2	729.2 a	554.2 c	636.4 b	654.8 b	743.4 b	748.4 a	697.8 c	736.7 b	704.4 a	620.2 b	663.9 ab	706.1 a
3	986.9 a	789.8 c	879.9 ab	876.7 b	1018.7 a	993.0 ab	938.3 b	1009.8 a	964.9 a	848.5 ab	921.7 a	943.8 a
4	1301.5 a	1133.6 c	1225.1 ab	1219.6 b	1377.9 a	1313.3 ab	1302.4 b	1344.3 ab	1234.9 a	1105.5 b	1192.8 a	1216.1 a

การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดิน

ผลของการวิเคราะห์คุณสมบัติของดินตามชั้นความลึกของดินที่ 0–10 , 10–20 และ 20–30 เซนติเมตร ที่แบ่งตามตำรับการทดลองการปรับปรุงดินตามวิธีต่างๆ เมื่อเริ่มต้นปลูก (P1) และเมื่อต้นไม้อายุ 3 ปี 6 เดือน (P2) ดังแสดงไว้ใน Table 10 ผลการศึกษาคุณสมบัติของดินหลังปลูกไม้อะเคเซีย 3 ปี 6 เดือน พบว่า มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดินที่ชัดเจนหลายลักษณะ ได้แก่ ค่าปฏิกิริยาดิน อินทรียวัตถุในดิน ปริมาณโปแตสเซียม แคลเซียม โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ และความอิ่มตัวด้วยด่าง มีค่าต่ำลงทุกตำรับการทดลอง และทุกระดับชั้นความลึกดิน โดยมีค่าฟอสฟอรัสที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในแปลงที่มีการปรับปรุงดินโดยใช้โดโลไมท์และปุ๋ยอินทรีย์ และการปรับปรุงดินโดยใช้โดโลไมท์และปุ๋ยเคมีมีค่าสูงขึ้นทุกระดับความลึกดินและค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเพิ่มขึ้นทุกการทดลองและทุกระดับความลึกดิน สำหรับคุณสมบัติอื่น ได้แก่ ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ยังไม่เด่นชัดและยังไม่แน่นอน และการวิเคราะห์เนื้อดิน (ปริมาณอนุภาคดินทราย ดินแป้ง และดินเหนียว) แสดงให้เห็นว่าลักษณะดินตัวอย่างที่เก็บช่วงปลูกและหลังจากปลูกแล้ว 3 ปี 6 เดือน ปริมาณเนื้อดินมีค่าใกล้เคียงกัน บ่งบอกลักษณะของตัวอย่างดินที่ใช้ในการศึกษาว่ามีคุณภาพใกล้เคียงกันและมีความสม่ำเสมอ สามารถสรุปได้ว่าดินตัวอย่างที่เก็บมาเป็นตัวแทนที่ดี

Table 10. Some characteristics of soil in the study plots at Sakaerat Silvicultural Research Station, Nakhon Ratchasima province at the planting time and at the age of 4 years old.

Treatment	pH 1:1 H2O		O.M(%)		Avail. P (ppm)		Exch.Cation (ppm) K		Ca		Mg		Na		C.E.C. (me/100g)		B.S %		% Soil composition Sand		Silt		Clay	
	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2
0–10 cm																								
T1	4.5	4.4	3.46	3.37	4.44	4.55	201	167	472	352	144	158	8.9	6.5	14.69	16.87	27.76	21.94	41.1	42.4	24.3	23.9	34.6	33.8
T2	5.3	4.9	3.51	3.43	3.89	2.64	194	156	927	704	334	308	8.5	6.1	15.65	17.88	50.61	38.11	39.0	40.7	26.0	26.2	35.0	33.2
T3	5.4	5.0	3.29	3.27	3.84	4.06	188	151	920	733	328	312	7.7	6.4	14.67	15.83	53.51	43.21	40.0	40.4	25.6	26.2	34.4	35.4
T4	5.3	4.9	3.77	3.70	4.29	5.36	227	178	933	768	341	340	11.0	6.2	16.36	17.50	49.68	41.67	39.8	39.6	24.4	25.8	35.8	34.7
10–20 cm																								
T1	4.5	4.4	2.76	2.56	3.18	3.10	146	103	364	247	106	107	9.6	5.4	13.81	15.72	22.03	16.3	39.0	40.7	23.8	24.1	37.3	35.2
T2	4.7	4.5	2.96	2.39	3.65	2.89	168	90	522	339	164	141	8.4	5.6	14.09	15.56	31.33	21.00	37.3	38.3	25.2	25.4	37.5	36.3
T3	4.8	4.5	2.70	2.43	3.33	3.72	163	91	545	376	155	145	9.0	5.4	13.78	14.36	31.49	24.17	38.5	38.2	25.1	25.0	36.5	36.4
T4	4.7	4.5	2.90	2.67	2.79	4.80	177	106	499	352	159	154	9.4	5.3	14.62	15.61	28.82	22.17	36.8	37.2	23.5	24.2	39.7	38.6
20–30 cm																								
T1	4.5	4.3	1.81	1.75	1.97	1.82	84	65	231	161	65	69	9.9	4.6	12.75	15.26	15.04	11.03	38.0	38.5	22.3	22.8	39.7	38.6
T2	4.6	4.4	1.97	1.82	2.11	2.22	101	65	303	199	86	84	8.2	5.4	13.38	14.89	18.55	13.23	34.8	36.0	23.8	23.6	41.4	40.4
T3	4.6	4.4	1.95	1.75	2.10	2.91	105	66	342	220	89	84	9.5	5.4	13.00	13.62	20.55	15.22	35.2	35.6	23.5	23.0	41.3	41.1
T4	4.6	4.4	1.98	1.95	1.74	2.26	108	73	312	203	92	88	9.7	5.6	14.11	15.20	18.52	13.51	34.0	34.2	21.4	21.9	44.7	43.4

สรุปผล

จากการศึกษาการปรับปรุงดินเพื่อเพิ่มผลผลิตในแปลงปลูกสร้างสวนป่าของไม้อะเคเซียที่ปลูกในท้องที่ อ.ปักธงชัย จ.นครราชสีมา ผลการศึกษาเมื่อต้นไม้มีอายุ 4 ปี สรุปผลได้ดังนี้

1. ผลการศึกษาหาแนวทางในการปรับปรุงดินเพื่อเพิ่มผลผลิตในแปลงปลูกสร้างสวนป่าของไม้ Acacia พบว่าการปรับปรุงดินมีผลต่อ DBH ของไม้อะเคเซียแตกต่างกันอย่างมีนัยทางสถิติแต่ไม่มีผลต่อการเติบโตทางความสูงของต้นไม้ ซึ่งวิธีการปรับปรุงดินที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ทดลองนี้คือ วิธีการปรับปรุงดินโดยใช้โดโลไมท์+ปุ๋ยอินทรีย์ หรือ การปรับปรุงดินโดยใช้โดโลไมท์+ปุ๋ยเคมี ซึ่งให้ผลดีกว่าการปรับปรุงดินโดยการใส่โดโลไมท์เพียงอย่างเดียว และวิธีการที่ไม่มีการปรับปรุงดินให้ผลที่ต่ำสุด

2. การศึกษาชนิดไม้อะเคเซียที่เหมาะสมในการปลูกสร้างสวนป่าในพื้นที่แปลงทดลอง พบว่า DBH ของไม้กระถินลูกผสมมีค่าสูงกว่า DBH ของไม้กระถินคราสสิคาร์ปา 30.18

เปอร์เซ็นต์ แม้ด้านความสูงจะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติแต่ก็สูงกว่า 12.4 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นผลการศึกษาครั้งนี้จึงกล่าวสรุปได้ว่าควรจะเลือกไม้กระถินณรงค์ลูกผสมในการปลูกสร้างสวนป่าเพื่อผลิตเนื้อไม้

3. เนื่องจากผลการศึกษาพบว่าแหล่งพันธุกรรมไม้มีผลต่อ DBH อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงควรจะพิจารณาถึงแหล่งพันธุกรรมไม้ของไม้อะเคเซียแต่ละชนิดที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการปลูกสร้างสวนป่าในพื้นที่ต่อไป ซึ่งการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่า หากต้องการนำไม้กระถินณรงค์ลูกผสมไปปลูกในพื้นที่ลักษณะใกล้เคียงกับพื้นที่แปลงทดลองสามารถเลือกใช้กล้าไม้สายต้น No.2 ชุมพร, No.10 ชุมพร และ No.6 ชุมพร แต่หากต้องการเลือกใช้ไม้กระถินณรงค์และหากต้องการปลูกไม้กระถินณรงค์ควรใช้กล้าไม้สายต้น 1/1/16 สำหรับไม้กระถินคราสสิคาร์ปาควรใช้กล้าไม้สายต้น ทรายทอง, 18937 และ 18947

4. การศึกษาคุณสมบัติของดินหลังปลูกไม้อะเคเซีย 3 ปี 6 เดือน พบว่า มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดินที่ชัดเจนหลายลักษณะ ได้แก่ ค่าปฏิกิริยาดิน อินทรียวัตถุในดิน ปริมาณโปแตสเซียม แคลเซียม โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ และความอิ่มตัวด้วยด่าง มีค่าต่ำลงทุกตำรับการทดลอง และทุกระดับชั้นความลึกดิน โดยมีค่าฟอสฟอรัสที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในแปลงที่มีการปรับปรุงดินโดยใช้โดโลไมท์และปุ๋ยอินทรีย์และการปรับปรุงดินโดยใช้โดโลไมท์และปุ๋ยเคมี มีค่าสูงขึ้นทุกระดับความลึกดินและค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเพิ่มขึ้นทุกการทดลองและทุกระดับความลึกดิน

5. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดินในแปลงปลูกป่าเป็นข้อมูลที่สำคัญสำหรับการวางแผนการปลูกป่าอย่างยั่งยืนต่อไป และควรจะต้องทำอย่างต่อเนื่องในแปลงปลูกป่าไม้ชนิดอื่นๆ ด้วย

เอกสารอ้างอิง

กรมป่าไม้. 2546. สถิติการป่าไม้ของประเทศไทย. กองแผนงาน กรมป่าไม้. พิมพ์ที่ เฟื่องฟ้า. 155 หน้า.

พรพรรณ จงสุขสันติกุล. 2539. การทดลองการจัดการดินสวนป่ายูคาลิปตัส คามาลดูเลนซีส. เอกสารทางวิชาการ เล่มที่ 22. เมษายน 2539. กลุ่มปฐพีวิทยาป่าไม้ ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900. 46 หน้า.

วิลาวัณย์ วิเชียรนพรัตน์, สุปิยา วงศ์นนทิ และ สิริรัตน์ จันทร์มหเสถียร. 2542. ผลของการปรับปรุงดินต่อการเติบโตและธาตุอาหารในใบของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซีสและไม้พฤกษ์ในพื้นที่ดินเค็ม. เอกสารทางวิชาการ เล่มที่ 4 กรกฎาคม 2542. กลุ่มปฐพีวิทยาป่าไม้ ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้.

Khanna, P. K. 1997. Comparison of growth and nutrition of young monocultures and mixed stand of *Eucalyptus globulus* and *Acacia mernsii*. Forest Ecology and Management 94, 105–113.

Pinyopusarerk, P. 1990. *Acacia auriculiformis*: an annotated bibligraphy. Division of Forest and Forest Products, CSIRO, Canberra, Australia. Published by Winrock International Institute of Agricultural Development and Australian Centre for International Agricultural Research. 154 pp.

Wichiennopparat, W., P. K. Khanna and P. Snowdon. 1997. Contribution of acacia to the growth and nutrient status of eucalyptus in mixed–species stands at Ratchaburi, Thailand. Presented at the third International Acacia Workshop. 27–30 October 1997. Hanoi, Vietnam.

Yantasath, K. 1986. Field trial of fast growing, nitrogen–fixing trees in Thailand, pp. 176–179. *In* Turnbull, J. W. (ed.) ACIAR Proceeding No.16: Australian Acacias in Developing Country. Proceedings of an international workshop held at the Forestry Training Centre, Gympie, Qld., Australia, 4–7 August 1986.