การปรับปรุงคุณภาพดินเพื่อเพิ่มผลผลิตของสวนป่าไม้เศรษฐกิจ
Improvement of Soil to Increase Productivity of Commercial Plantation

โดย

วิลาวัณย์ วิเชียรนพรัตน์	Wilawan Wichiennopparat
มยุรี วรรณพินิจ	Mayuree Wanpinit
ดุริยะ สถาพร	Duriya Sataporn
วิฑูรย์ เหลืองวิริยะแสง	Vitoon Luangviriyasaeng
สมพงษ์ เกตุพุฒ	Sompong Kateput
มงคล ศรีอนันต์	Mongkol Srianan
ประจักษ์ รื่นฤทธิ์	Prachak Ruenrit

กลุ่มงานวนวัฒนวิจัย
สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้
กรมป่าไม้

Abstract

This study was carried out to investigate the responses of six clones of *Eucalyptus camaldulensis* to the effects of soil improvement methods in 2 different sites including Ratchaburi Silvicultural Research Station, Paktor District, Ratchaburi Province and Ladkrating Plantation, Sanamchaikate District, Chachoengsao Province. The experimental design was split plot with 4 replicates. Four different soil improvement methods (treatments) were applied at main plot level, including 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 x 2 times). Six clones of *E. camaldulensis* were used at subplot level, including 1) TPC5 2) EC048 3) L192 4) L317 5) A5 and 6) D1. The trees were planted at 2 m x 3 m spacing. At each study site a soil pits was dug to study soil profiles. The soil samples in the study plots were collected at the depth of 0-5, 5-10 and 10-20 cm at the planting time and at 3 years after planting, and were analyzed. The height and DBH of the trees at 1 month, 1, 2 and 3 years after planting were recorded and statistically analyzed using GENSTAT program. The soils were acidic with low fertility at both sites. The results revealed that soil improvement methods and clones had statistical significant effects on height and diameter growth of *Eucalyptus camaldulensis* at both sites. Statistical analysis showed no interaction effect between soil improvement method and clone. In general, the height and diameter growth of *Eucalyptus camaldulensis* in the plots applied with improvement materials were higher than those in the control plots. At 3 years old, the highest height and diameter growth were found in the plots applied with dolomite and chemical fertilizer at both Ratchaburi and Chachoengsao. The clone L192 had the highest height and diameter growth (12.12 m and 8.97 cm) at Ratchaburi Silvicultural Research Station and, clones D1 had the highest height and diameter growth (11.88 m and 9.07 cm) at Ladkrating Plantation.

Keywords: Commercial plantation, Soil improvement, Increase productivity, *Eulalyptus camaldulensis* clone

บทคัดย่อ

การศึกษาการปรับปรุงดินต่อการเจริญเติบโตของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส *(Eucalyptus camaldulensis)* จากสายต้น 6 แหล่ง ดำเนินการปลูกใน 2 พื้นที่ คือ สถานีวนวัฒนวิจัยราชบุรี อำเภอปากท่อ จังหวัดราชบุรี และ สวนป่าลาดกระทิง อำเภอสนามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยวางแผนการทดลองแบบ split plot design มีจำนวนแปลง 4 ซ้ำ (replication) โดยให้ปัจจัยหลัก (main plot) คือการปรับปรุงดิน มี 4 ตำหรับการทดลอง (treatment) ประกอบด้วย 1) แปลงควบคุม 2) แปลงใส่โดโลไมท์ (400 กก/ไร่) 3) แปลงใส่โดโลไมท์ (400 กก/ไร่) และปุ๋ยอินทรีย์ (1 กก/ต้น) และ 4) แปลงใส่โดโลไมท์ (400 กก/ไร่) และปุ๋ยเคมี (100 ก/ต้น) และปัจจัยรอง (sub plot) ประกอบด้วยสายต้นแม่ไม้ ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส 6 สายต้น ประกอบด้วย 1) TPC5 2) EC048 3) L192 4) L317 5) A5 และ 6) D1 โดยใช้ระยะปลูก 2 ม x 3 ม การศึกษาประกอบด้วยการคัดเลือกพื้นที่ตัวแทนของพื้นที่ที่ทำการทดลองเพื่อศึกษาชั้นหน้าตัดดิน พร้อมทั้งเก็บตัวอย่างดินแบบดินรวมที่ระดับความลึก 0-5, 5-10 และ 10-20 ซม เพื่อประเมินคุณสมบัติของดินในแต่ละแปลงทดลองย่อย 2 ครั้ง คือ ช่วงเริ่มต้นปลูก และเมื่อต้นไม้อายุ 3 ปี บันทึกวัดความสูงของต้นไม้และเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม GENSTAT ลักษณะดินโดยทั่วไปเป็นดินกรดและมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำทั้ง 2 พื้นที่ จากการศึกษาพบว่า ที่อายุ 3 ปี ปัจจัยการปรับปรุงดิน และสายต้นยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส (clone) มีผลต่อความสูงของต้นไม้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้ง 2 พื้นที่ที่ทำการศึกษา ผลการวิเคราะห์ทางสถิติไม่พบค่าอิทธิพลร่วมกันระหว่างปัจจัยหลักกับปัจจัยรอง ซึ่งการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่าโดยทั่วไปแปลงที่มีการปรับปรุงดินจะมีแนวโน้มเจริญเติบโตทางความสูงดีกว่าแปลงควบคุม ที่อายุ 3 ปี แปลงที่ใส่ปูนโดโลไมท์และปุ๋ยเคมีมีการเจริญเติบโตทางความสูงและเส้นผ่าศูนย์กลางสูงสุดทั้งที่จังหวัดราชบุรีและจังหวัดฉะเชิงเทรา โดยที่สถานีวนวัฒนวิจัยราชบุรี สายต้น L192 มีการเจริญเติบโตทั้งความสูงและ DBH สูงสุดคือ 12.12 ม และ 8.97 ซม และในพื้นที่สถานีสวนป่าลาดกระทิง สายต้น D1 มีการเจริญเติบโตทั้งความสูงและ DBH สูงสุดคือ 11.88 ม และ 9.07 ซม

คำหลัก: สวนป่าไม้เศรษฐกิจ การปรับปรุงดิน การเพิ่มผลผลิต สายต้นยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส

คำนำ

การลดลงของพื้นที่ป่าไม้ในประเทศไทยเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในช่วงปี พ.ศ. 2516 – 2536 ปริมาณพื้นที่ป่าไม้จากเดิมที่มีอยู่ 43.21% ได้ลดลงเหลือ 26.02% หรือประมาณ 83.45 ล้านไร่ (กรมป่าไม้, 2539) เพื่อเป็นการแก้ไขสถานการณ์วิกฤตอันเกิดจากการลดลงของพื้นที่ป่า รัฐบาลได้ประกาศนโยบายการปิดป่าสัมปทานทั่วประเทศในปี พ.ศ. 2532 การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับสถานการณ์ป่าไม้ในประเทศไทย มีผลให้ประเทศไทยต้องปรับเปลี่ยนจากประเทศผู้ผลิตไม้สู่ตลาดโลกในอดีต เป็นประเทศผู้นำเข้าไม้และผลิตภัณฑ์ในประเทศต่างๆ จากต่างประเทศ ล่าสุดใน ปี พ.ศ. 2553 มียอดการนำเข้าเข้าไม้ท่อนและไม้แปรรูปมีมูลค่ากว่า 12,668 ล้านบาท (กรมป่าไม้, 2553)

ความวิตกต่อการนำเข้าไม้ของประเทศในรูปของไม้ซุง ไม้แปรรูป ประดิษฐ์กรรมไม้ เยื่อกระดาษและกระดาษเป็นจำนวนมากนี้ทำให้ประเทศไทยขาดดุลการค้าในส่วนนี้เงินหลายหมื่นล้านบาทต่อปี กรมป่าไม้มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาและส่งเสริมการปลูกสร้างสวนป่าไม้เศรษฐกิจให้ประสบผลสำเร็จเพื่อลดการนำเข้า เพิ่มปริมาณวัตถุดิบในประเทศไทยซึ่งเป็นการเสริมสร้างความแข็งแรงมั่นคงทางเศรษฐกิจ โดยมีเป้าหมายสูงสุดคือลดการขาดดุลทางการค้าและเพิ่มมูลค่าการส่งออกของไม้และอุตสาหกรรมไม้ภายในประเทศ

การปลูกป่าที่มีประสิทธิภาพมิได้มีประโยชน์เพียงแค่เสริมสร้างรายได้และความมั่นคงทางเศรษฐกิจของครัวเรือน ของชุมชน และของประเทศเพียงเท่านั้น การเพิ่มพื้นที่ปลูกสร้างสวนป่าสามารถปรับปรุงสภาพแวดล้อมที่ดี เพิ่มความเขียวและความชุ่มชื้นแก่ประเทศเพราะต้นไม้ใหญ่สามารถดูดซับน้ำไว้ในส่วนต่างๆ ของต้นไม้ได้ถึง 40% ของปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาและนับเป็นมาตรการสำคัญในการแก้ไขปัญหาความแห้งแล้งซ้ำซากอันเกิดจากการลดลงของพื้นที่ป่าซึ่งส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก (climate change) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันประเทศไทยได้รับผลกระทบจากภัยแล้งรุนแรงที่สุดเท่าที่เคยประสบมา เนื่องจากฝนทิ้งช่วงในเกือบทุกจังหวัดทั่วประเทศ โดยมูลค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นในพื้นที่การเกษตรที่ได้รับผลกระทบมีมูลค่าไม่ต่ำกว่า 6,000 ล้านบาท และคาดว่าถ้าไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้ทันท่วงทีมูลค่าอาจไม่ต่ำกว่า 10,000 ล้านบาท

ในปัจจุบันแม้ว่าจะมีการสนับสนุนและส่งเสริมการปลูกป่า โดยผ่านทางมาตรการต่างๆ ของรัฐอย่างต่อเนื่องรวมทั้งการปลูกป่าของเอกชนรายใหญ่หลายราย พบว่าปริมาณไม้ที่ผลิตได้ก็ไม่สามารถทดแทนปริมาณความต้องการที่มีเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องได้ เนื่องจากการปลูกป่าให้ประสพผลสำเร็จนั้น ประกอบด้วยการคัดเลือกชนิดพันธุ์ไม้ที่ปลูกให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่โดยใช้สายต้นที่ดีที่ได้ผ่านการปรับปรุงและคัดเลือกมาแล้ว และเนื่องจากการเสื่อมสภาพดินที่เกิดขึ้น (land degradation) อันเนื่องมาจากการใช้พื้นที่อย่างต่อเนื่องโดยขาดความรู้ความเข้าใจ ขาดการฟื้นฟูสภาพดินทำให้พื้นดินที่ใช้ปลูกป่าโดยทั่วไปมีคุณภาพต่ำ ดังจะเห็นได้ว่าในอดีตที่ผ่านมาการปลูกป่าโดยอาศัยธรรมชาติเลี้ยงเพียงอย่างเดียวไม่สามารถประสพผลสำเร็จคือมีอัตราการรอดตายและให้ผลผลิตได้ตามต้องการ ดังนั้นแนวทางการปรับปรุงดินเพื่อเพิ่มอัตราการรอดตายและเพิ่มผลผลิตของสวนป่าไม้เศรษฐกิจจะต้องมีการนำมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล เพื่อให้การปลูกสร้างสวนป่าเพื่อเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมของประเทศอย่างเป็นรูปธรรมต่อไป

ไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซีส (*Eucalyptus camaldulensis*) เป็นไม้ที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในหลายพื้นที่และปลูกแพร่หลายในหลายประเทศโดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศแถบร้อนและกึ่งร้อน ในประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซีส มากกว่า 2 ล้านไร่ แม้ว่าไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซีส จะสามารถเจริญเติบโตได้ในดินหลายชนิดและมีข้อจำกัดทางด้านปัจจัยดินน้อยกว่าไม้เศรษฐกิจชนิดอื่นหลายชนิด เช่น ไม้สัก เป็นต้น อย่างไรก็ตาม เนื่องจากพื้นที่ส่วนมากที่นำมาใช้ในการปลูกสร้างสวนป่าไม้โตเร็วเป็นพื้นที่ที่ดินมีคุณภาพต่ำ และไม่มีการปรับปรุงคุณภาพดินให้เหมาะสมเพื่อเอื้อต่อการเจริญเติบโตที่ดี ทำให้ต้นไม้ที่ปลูกมีอัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตต่ำ การเจริญเติบโตไม่สม่ำเสมอและมีรูปทรงไม่เป็นที่ต้องการของตลาด ในสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมกับถิ่นกำเนิดในระยะ 10 ปีแรก ไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซีส จะมีความเพิ่มพูนเฉลี่ยต่อปีถึง 2 เมตร ทางความสูงและ 2 เซนติเมตรทางเส้นผ่าศูนย์กลาง (National Academy of Science, 1980) ในประเทศอาร์เจนตินาให้ผลผลิตเป็นเนื้อไม้ประมาณ 20–25 ลูกบาศก์เมตร/เฮกแตร์ และประมาณ 30 ลูกบาศก์เมตร/เฮกแตร์ และในรอบตัดฟันต่อมาจะได้เนื้อไม้จากการแตกหน่อสูงถึง 21–30 ลูกบาศก์เมตร/เฮกแตร์ แต่ในพื้นที่แห้งแล้งและดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำผลผลิตที่ได้ต่อปีอาจลดลงเหลือ 2–11 ลูกบาศก์เมตร/เฮกแตร์ และรอบตัดฟันอาจต้องขยายออกไปเป็น 14–15 ปี

การใช้ปุ๋ยในการปลูกสร้างสวนป่าเป็นทางเลือกหนึ่งเพื่อเพิ่มผลผลิตของไม้ และพบว่าการใช้ปุ๋ยสามารถเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตให้กับไม้หลายชนิด เช่น สุรินทร์ (2506) พบว่าการใส่ปุ๋ยสามารถลดรอบหมุนเวียนของการตัดฟันลงครึ่งหนึ่งและทำให้น้ำหนักรากเพิ่มขึ้น 3–5 เท่า และพบว่าการใส่ปุ๋ยให้แก่สวนป่าสามารถทำให้การเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นถ้าใส่ติดต่อกันและสามารถทำให้การเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นถึง 20% ของการใส่ปุ๋ยในปีแรกเพียงครั้งเดียว Jones and Curlin (1968) พบว่าการใช้ปุ๋ยควรจะรู้ถึงสภาวะที่เหมาะสมมากที่สุดของพื้นที่ สำหรับการใส่ปุ๋ยที่จะให้ผลผลิตที่ได้กำไรทางเศรษฐกิจมากที่สุด ได้แก่ ชนิดปุ๋ย ระดับปุ๋ย ตลอดจนเวลาในการใช้ปุ๋ยสำหรับท้องที่ต่างๆ

อย่างไรก็ตาม การปรับปรุงดินมิได้จำกัดเพียงแต่การใช้ปุ๋ยเพียงอย่างเดียว การเพิ่มผลผลิตทางการปลูกสร้างสวนป่าและการศึกษาวิจัยที่จะสามารถให้ผลสมบูรณ์จะเกิดขึ้นได้จะต้องมีการบูรณาการข้อมูลอย่างครบวงจร โดยคำนึงถึงใช้สายต้นของไม้ป่าที่ได้ผ่านการปรับปรุงคัดเลือกแล้วและทำการศึกษาทดลองในสภาพดินที่เหมาะสมและสภาพดินอื่นๆ และจะต้องมีฐานข้อมูลที่สำคัญรองรับอย่างครบถ้วนและเพียงพอ ซึ่งรวมถึงคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีที่สำคัญของดิน ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพในการปรับปรุงดินให้เหมาะสมต่อการปลูกป่าที่มีประสิทธิภาพต่อไป ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตของไม้เศรษฐกิจบางชนิดและปัจจัยทางพันธุ์กรรมและคุณภาพของดิน เพื่อศึกษาการปรับปรุงดินแบบต่างๆ เพื่อเพิ่มผลผลิตของสวนป่าไม้เศรษฐกิจที่สำคัญบางชนิด เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณธาตุอาหารในดินและในต้นไม้ร่วมกับคุณสมบัติที่สำคัญ ของดินบางประการเปรียบเทียบกับอัตราการเจริญเติบโตเพื่อกำหนดสภาพดินที่เหมาะสมสำหรับปลูกสวนป่าไม้เศรษฐกิจที่สำคัญต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตของไม้เศรษฐกิจบางชนิดและปัจจัยทางพันธุกรรมและคุณภาพของดิน

2. เพื่อศึกษาการปรับปรุงดินแบบต่างๆ เพื่อเพิ่มผลผลิตของสวนป่าไม้เศรษฐกิจที่สำคัญบางชนิด

3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณธาตุอาหารในดินและในต้นไม้ร่วมกับคุณสมบัติที่สำคัญของดินบางประการเปรียบเทียบกับอัตราการเจริญเติบโตเพื่อกำหนดสภาพดินที่เหมาะสมสำหรับปลูกสวนป่าไม้เศรษฐกิจที่สำคัญบางชนิด

วิธีการศึกษา

การศึกษาวิจัยการปรับปรุงคุณภาพดินเพื่อเพิ่มผลผลิตของสวนป่าไม้เศรษฐกิจ เป็นการศึกษาวิจัยแบบบูรณาการที่นำผลการศึกษาวิจัยที่ได้ดำเนินการไปแล้วทั้งข้อมูลที่ได้จากโครงการวิจัยขั้นพื้นฐานและขั้นประยุกต์จากหลายโครงการมาต่อยอด เพื่อมุ่งหวังผลงานวิจัยที่สามารถเพิ่มผลผลิตของสวนป่าไม้เศรษฐกิจให้สูงขึ้น โดยมีรายละเอียดวิธีการศึกษาดังนี้

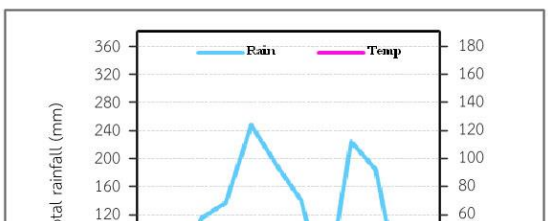
1. กำหนดพื้นที่แปลงทดลองเพื่อปลูกไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซีสที่มีการปรับปรุงพันธุ์แล้ว จำนวน 2 พื้นที่ ได้แก่

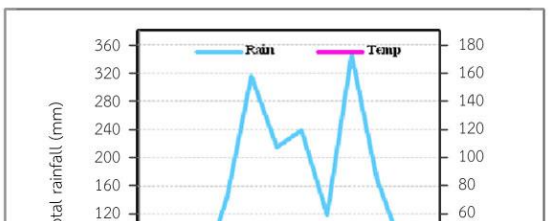
1.1 สถานีวนวัฒนวิจัยราชบุรี

สถานีวนวัฒนวิจัยราชบุรี กลุ่มงานวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ ตั้งอยู่ ณ บ้านหินสี ตำบลยางหัก อำเภอปากท่อ จังหวัดราชบุรี ห่างจากตัวอำเภอเมืองจังหวัดราชบุรี ประมาณ 50 กิโลเมตร พื้นที่แปลงทดลองเดิมมีลักษณะเป็นป่าที่ผ่านการทำไม้ออกแล้ว มีไม้ขนาดเล็กที่ไม่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจขึ้นอยู่ มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยระหว่างปี พ.ศ. 2547-2552 1,349.68 มิลลิเมตรต่อปี อุณหภูมิเฉลี่ย 26.96 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 35.40 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 19.02 องศาเซลเซียส (Table 1) ลักษณะสภาพภูมิอากาศในช่วงปี พ.ศ. 2547-2552 จะมีความผันแปรโดยเฉพาะปริมาณน้ำฝน และจากการสร้างกราฟ pluviothermic graph จะเห็นได้ว่าสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ทดลอง ในช่วงปี พ.ศ. 2549-2552 (Figure 1) พบว่ามีช่วงของฤดูฝนประมาณ 8 เดือน และมีช่วงฤดูแล้งยาวประมาณ 4 เดือน ระหว่างเดือนพฤศจิกายน–กุมภาพันธ์

Table 1. Climatic data of Ratchaburi Silvicultural Research Station, Ratchaburi province from B.C. 2547 to 2552.

Year	Annual rain fall (mm)	No. of rainyday (day)	Mean temp. (°C)	Mean max. temp. (°C)	Mean min. temp. (°C)
2547	1,038.00	82	26.89	32.83	21.42
2548	1,569.70	100	26.56	33.75	20.37
2549	1,297.00	86	27.16	37.00	17.67
2550	1,661.90	108	27.20	36.38	17.78
2551	1,371.10	77	26.83	35.71	18.29
2552	1,160.40	84	27.14	36.75	18.57
Mean	**1,349.68**	**89.50**	**26.96**	**35.40**	**19.02**





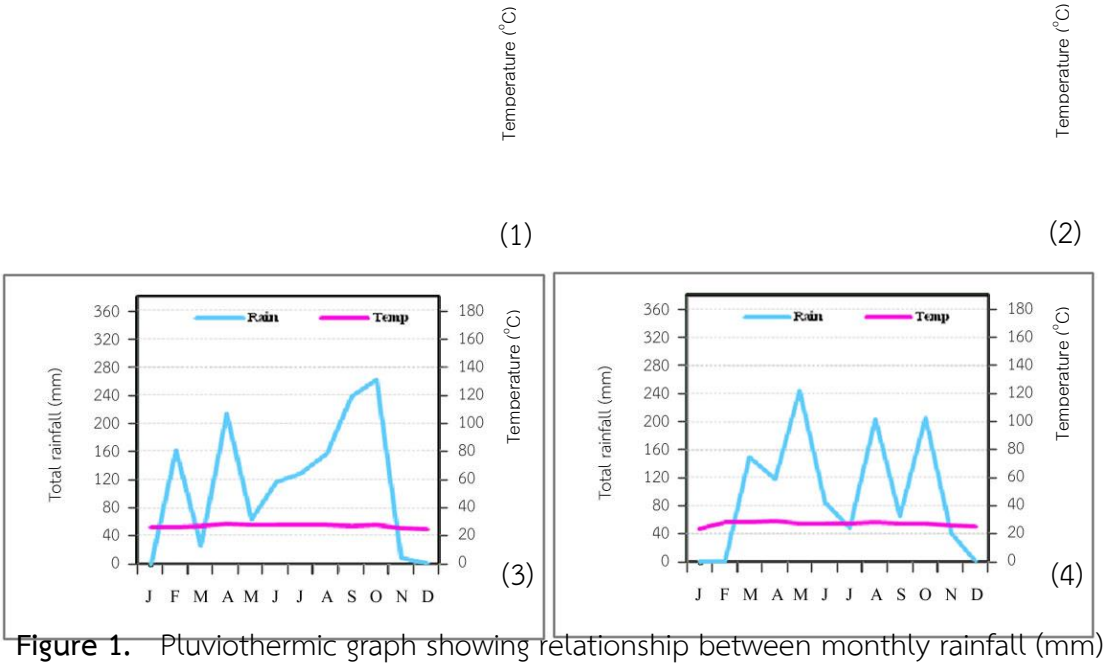


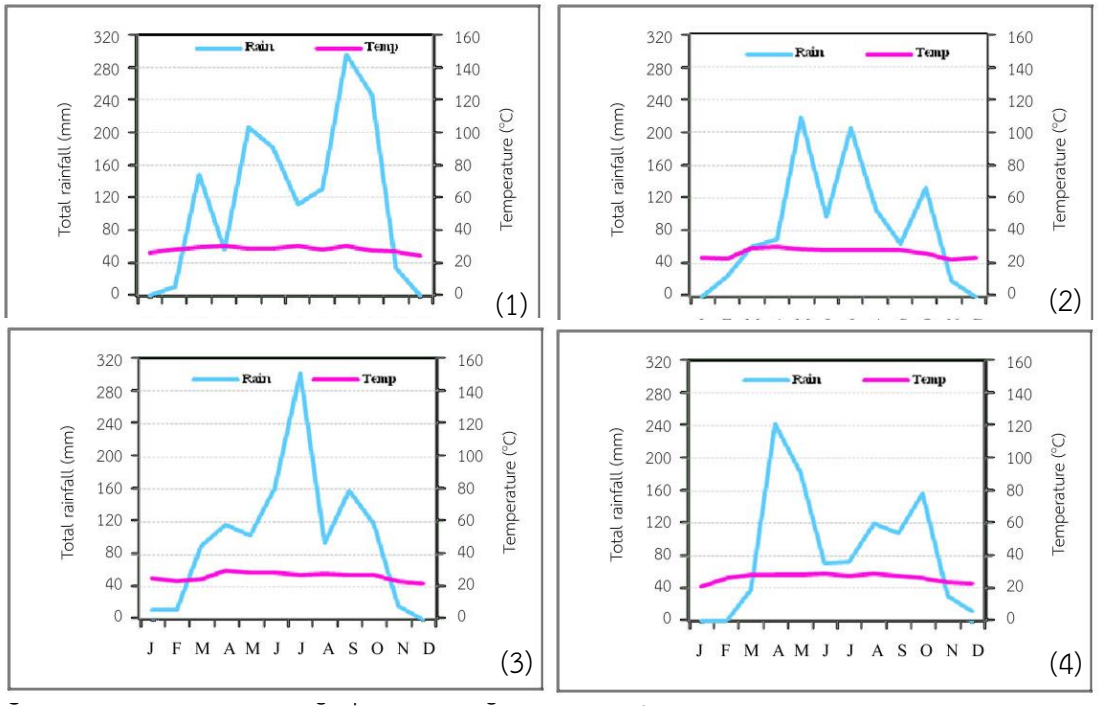
Figure 1. Pluviothermic graph showing relationship between monthly rainfall (mm) and temperature (°C) in (1) 2549, (2) 2550, (3) 2551 and 2552 (4) at Ratchaburi Silvicultural Research Station, Ratchaburi province.

1.2 สวนป่าลาดกระทิง

สวนป่าลาดกระทิง อยู่ในความดูแลของบริษัทไม้อัดไทย จำกัด ซึ่งตั้งอยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติป่าแควระบม-สียัด ท้องที่บ้านหนองข่า ตำบลลาดกระทิง อำเภอสนามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา มีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลเฉลี่ยปานกลางประมาณ 80 เมตร มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยระหว่างปี พ.ศ. 2543-2552 เท่ากับ 1,130.82 มิลลิเมตรต่อปี อุณหภูมิเฉลี่ย 27.42 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 35.69 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 19.15 องศาเซลเซียส (Table 2) ลักษณะสภาพภูมิอากาศในช่วงปีพ.ศ. 2543-2552 จะมีความผันแปรโดยเฉพาะปริมาณน้ำฝน และจากการสร้างกราฟ pluviothermic graph ตามวิธีของ Walter (1955) ซึ่งจะเห็นได้ว่าสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ทดลอง ในช่วงปี พ.ศ. 2549-2552 (Figure 2) พบว่ามีช่วงของฤดูฝนประมาณ 7.5-8 เดือน และมีช่วงฤดูแล้งยาวประมาณ 4-5.5 เดือน ระหว่างเดือนพฤศจิกายน–มีนาคม

Table 2. Climatic data of Ladkrating Plantation, Chachoengsao province from 2543 to 2552.

Year	Annual rain fall (mm)	No of rainyday (day)	Mean temp. (°C)	Mean max. temp. (°C)	Mean min. temp. (°C)
2543	1,407.31	97	28.88	38.92	18.83
2544	1,239.40	96	28.54	37.58	19.50
2545	1,018.00	88	27.88	36.25	19.50
2546	975.70	84	24.79	35.55	18.55
2547	864.10	71	27.67	36.42	18.92
2548	1,276.30	83	28.38	37.42	19.33
2549	1,422.30	98	28.21	36.83	19.58
2550	998.50	79	26.67	34.83	18.50
2551	1,187.20	100	26.79	34.25	19.33
2552	1,036.50	94	26.83	34.42	19.25
Mean	**1,130.82**	**88**	**27.42**	**35.69**	**19.15**



F

and temperature (°C) in (1) 2549, (2) 2550, (3) 2551 and 2552 (4) at Ladkrating Plantation, Chachoengsao province.

2. วางแผนการทดลองแบบสปลิท-พลอท (split-plot design) มีจำนวนซ้ำ 4 ซ้ำ (replicates) ในแต่ละซ้ำประกอบด้วยแปลงทดลองหลัก (main plots) ซึ่งเป็นตัวแทนการปรับปรุงดินที่ต่างกัน 4 วิธีการ ได้แก่

1) แปลงควบคุม (ไม่ใส่สารปรับปรุงดิน)
2) การปรับปรุงดินโดยใช้โดโลไมท์ (400 กก/ไร่)
3) การปรับปรุงดินโดยใช้โดโลไมท์ (400 กก/ไร่) และปุ๋ยอินทรีย์ (1กก/ต้น)
4) การปรับปรุงดินโดยใช้โดโลไมท์ (400 กก/ไร่) และปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 (100ก/ต้น)

ในแต่ละแปลงทดลองหลักประกอบด้วย 6 แปลงย่อย (subplots) ซึ่งเป็นตัวแทนสายต้น (clones) ที่ต่างกันจำนวน 6 สายต้น โดยสายต้นที่ 1-4 เป็นสายต้นตัวแทนจาก บริษัท ไม้อัดไทย จำกัด และ สายต้นที่ 5-6 เป็นตัวแทนจาก บริษัท ไทยสโตร่า เอ็นโซ่ (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งแต่ละแปลงย่อยประกอบด้วยต้นไม้ทดลองจำนวน 9 ต้น มีระยะปลูก 2 ม x 3 ม มีต้นไม้เป็นแนวป้องกัน (buffer zone) รอบทุกแปลงทดลองหลัก 2 ต้น รายละเอียดตาม Figure 3 โดยกำหนดตำรับการปรับปรุงดิน และชนิดสายต้น ลงในแปลงหลักและแปลงย่อยโดยการสุ่ม

Block1	B	2	3	6	4	5	1
	D	1	5	2	3	6	4
	C	6	4	1	2	5	3
	A	4	3	2	5	1	6
Block2	D	4	1	6	3	5	2
	C	3	2	5	6	1	4
	A	5	6	1	3	4	2
	B	6	1	4	3	2	5
Block3	A	3	4	6	2	1	5
	D	5	1	6	2	4	3
	B	4	5	2	3	6	1
	C	3	4	5	1	2	6
Block4	C	5	3	4	1	6	2
	A	4	6	2	3	5	1
	D	2	1	3	6	5	4
	B	5	1	2	6	3	4

main plot: 4 treatments

A = Control (no treatment)

B = Application of dolomite (400 kg/rai)

C = Application of dolomite (400 kg/rai) and organic fertilizer (1 kg/tree)

D = Application of dolomite (400 kg/rai) and chemical fertilizer (100 g/tree x 2 times)

sub plot: 6 *Eucalyptus camaldulensis* clones

1 = TPC5

2 = EC048

3 = L192

4 = L317

5 = A5

6 = D1

Figure 3. Layout of the experimental plots

3. ทำการเก็บตัวอย่างดินช่วงเริ่มปลูกต้นไม้ ซึ่งมีการปรับปรุงดินโดยการใส่โดโลไมท์แล้วและภายหลังจากปลูกแล้ว 3 ปี แบบตัวอย่างดินรวม (composite sample) เพื่อประเมินคุณสมบัติโดยเฉลี่ยของดินในแต่ละแปลง โดยเก็บที่ความลึก 0–5, 5-10 และ 10-20 ซม มาวิเคราะห์สมบัติของดินดังนี้ ปฏิกิริยาดิน (soil reaction; pH ดิน:น้ำ เท่ากับ 1:1 – วัดด้วย pH meter) อินทรียวัตถุในดิน (Organic matter; 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) และประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน (เอิบ, 2526) เพื่อใช้กำหนดตำรับการปรับปรุงดิน พร้อมทั้งขุดหลุมดินที่ใช้เป็นตัวแทนของพื้นที่เพื่อศึกษาหน้าตัดดิน

4. การเตรียมพื้นที่โดยการตัดไม้ขนาดเล็กขุดตอและไถดันไม้ขนาดเล็กออกจากพื้นที่ เก็บริบสุมเผา ไถพรวนด้วยรถแทร็คเตอร์ล้อยางทีระดับความลึกประมาณ 20-25 ซม

5. วางแปลงทดลองตามที่กำหนดไว้ โรยปูนโดโลไมท์ตามผังการทดลองไถกลบด้วยรถไถขนาดเล็ก

6. ปักหลักปลูกที่ระยะ 2 ม x 3 ม และปลูกต้นไม้โดยขุดหลุมปลูกขนาด 30 ซม x 30 ซม x 30 ซม ปลูกต้นไม้ปลายเดือนสิงหาคม 2549 ณ สวนป่าลาดกระทิง และเมื่อกลางเดือนกันยายน 2549 ณ สถานีวนวัฒนวิจัยราชบุรี

7. ตรวจสอบการรอดตายของกล้าไม้และปลูกซ่อมให้เรียบร้อยภายใน 1 เดือน และทำการล้อมรั้วลวดหนามล้อมรอบพื้นที่ทดลองทั้งหมดเพื่อป้องกันสัตว์เลี้ยง เช่น วัว ควาย เข้ามาเหยียบย่ำหรือถ่ายมูลซึ่งจะทำให้ผลการทดลองผิดพลาดได้

8. เก็บตัวอย่างดินแบบดินรวมที่ระดับ 0-5, 5-10 และ 10-20 ซม ตามตำรับการทดลอง เมื่อเริ่มต้นปลูกต้นไม้ (หลังจากปักหลักปลูกแล้ว) โดยเก็บดินที่ระยะห่างจากหลักปลูกประมาณ 40 ซม)

9. ใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ตามตำรับการทดลอง เมื่อกล้าไม้อายุประมาณ 1 เดือน และเมื่อต้นไม้อายุ 1 เดือน

10.วัดการเจริญเติบโตของต้นไม้ วัดความสูงของต้นไม้ (total height; Ht) และเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) เมื่อต้นไม้อายุประมาณ 1 เดือน, 1 ปี, 2 ปี และ 3 ปี

11. เก็บตัวอย่างดินแบบดินรวมที่ระดับ 0-5, 5-10 และ 10-20 ซม ตามตำรับการทดลอง เมื่อต้นไม้อายุประมาณ 3 ปี

12. วิเคราะห์คุณสมบัติของดินเมื่อเริ่มปลูกต้นไม้และภายหลังการต้นไม้อายุ 3 ปี

13. เปรียบเทียบ วิเคราะห์ข้อมูลตามแผนการทดลองแบบสปลิท-พลอท (split-plot design) โดยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ GENSTAT

14. สรุปและรายงานผล

ผลและวิจารณ์ผล

1. การศึกษาลักษณะดิน

สถานีวนวัฒนวิจัยราชบุรี

การขุดหลุมเพื่อศึกษาหน้าตัดดิน (soil profile) ในพื้นที่สถานีวนวัฒนวิจัยราชบุรี แสดงไว้ใน Figure 4 การเรียงตัวของชั้นดินประกอบด้วยชั้น A_{p1}, A_{p2}, B_1 และ B_2

Figure 4. Soil profile of the experimental site at Ratchaburi Silvicultural Research Station, Ratchaburi province.

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของดินแสดงไว้ใน Table 3 ลักษณะดินเป็นดินกรด โดยชั้นบนสุดเป็นกรดปานกลาง (5.7) ชั้นล่างลงมาเป็นกรดจัดตลอดชั้นหน้าดิน (5.1-5.2) ปริมาณอินทรียวัตถุในดินของชั้นบนสุดอยู่ในระดับปานกลาง (1.82%) และในดินล่างอยู่ในระดับต่ำ (0.21-0.56%) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำตลอดชั้นหน้าตัดดิน (nil-5.60 ppm) ปริมาณโปตัสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินชั้นบนสุดอยู่ในระดับปานกลาง (85.4 ppm) ในดินชั้นล่างอยู่ในระดับต่ำ (33.2-39.8 ppm) ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินชั้นบนสุดอยู่ในระดับสูง (623.2 ppm) ชั้นรองลงมาอยู่ในระดับปานกลาง (123.4 ppm) และในชั้นล่างอยู่ในระดับต่ำ (52.4-60.8 ppm) แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินชั้นบนสุดอยู่ในระดับปานกลาง (60.1 ppm) และในระดับต่ำลงมาอยู่ในระดับต่ำ (23.1-32.0 ppm) โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำตลอดชั้นหน้าตัดดิน (23.9-25.1 ppm) ความจุของการแลกเปลี่ยนประจุบวกอยู่ในระดับต่ำตลอดชั้นหน้าตัดดิน (3.19-5.44 me/100 g) ความอิ่มตัวด้วยด่างชั้นบนสุดอยู่ในระดับปานกลาง (72.41%) และในดินล่างอยู่ในระดับต่ำ (15.68-23.68%) เนื้อดินเป็นดินทรายร่วนตลอดหน้าตัดดิน โดยมีปริมาณอนุภาคทรายสูงมาก (80-82%) โดยมีปริมาณอนุภาคดินทรายแป้งและดินเหนียวต่ำ (8-12% และ 8-10% ตามลำดับ) เมื่อนำค่าคุณสมบัติดินมาประเมินค่าความอุดมสมบูรณ์ของดิน พบว่าระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินอยู่ในระดับต่ำตลอดทั้งหน้าตัดดิน

Table 3. Some soil characteristics from the profile at Ratchaburi Silvicultural Research Station, Ratchaburi 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_{p1}	5.7	1.82	1.00	85.4	623.2	60.1	25.1	5.44	72.41	80	12	8	Loamy sand
A_{p2}	5.1	0.29	5.60	39.8	123.4	32.0	24.2	4.59	23.68	82	10	8	Loamy sand
B_1	5.1	0.21	4.00	33.2	60.8	24.4	23.9	3.19	21.70	82	10	8	Loamy sand
B_2	5.2	0.56	nil	37.4	52.4	23.1	23.9	4.15	15.68	82	8	10	Loamy sand

สวนป่าลาดกระทิง

ภาพหน้าตัดดินที่ได้จากการขุดหลุมในพื้นที่สวนป่าลาดกระทิง แสดงไว้ใน Figure 5 โดยมีการเรียงตัวของชั้นดินประกอบด้วยชั้น A_p, B_t, B_{tc1} และ B_{tc2} ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของดินแสดงไว้ใน Table 4 โดยทั่วไปลักษณะดินเป็นดินกรดจัดมาก (4.4-4.6) ยกเว้นในดินชั้น B_t เป็นดินกรดจัด (5.2) ปริมาณอินทรียวัตถุในดินของชั้นบนสุดอยู่ในระดับปานกลาง (1.65%) และในดินล่างอยู่ในระดับต่ำ (0.80-0.95%) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำตลอดชั้นหน้าตัดดิน (nil-0.30 ppm) ปริมาณโปตัสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำตลอดชั้นหน้าตัดดิน (28.5-53.0 ppm) ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับปานกลางตลอดชั้นหน้าตัดดิน (96.2-239.2 ppm) แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำ (39.6-54.2 ppm) ยกเว้นในดินชั้น B_t อยู่ในระดับปานกลาง (121.9 ppm) โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำตลอดชั้นหน้าตัดดิน (40.5-52.0 ppm) ความจุของการแลกเปลี่ยนประจุบวกอยู่ในระดับต่ำตลอดชั้นหน้าตัดดิน (5.46-8.13 me/100 g) ความอิ่มตัวด้วยด่างตลอดชั้นดินอยู่ในระดับต่ำ (13.92-26.04%) ยกเว้นในดินชั้น B_t อยู่ในระดับปานกลาง (45.11%) ลักษณะเนื้อดินชั้น A_p เป็นดินร่วนทราย ส่วนดินชั้นล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย โดยมีปริมาณอนุภาคทรายในดินชั้นบน (74%) สูงกว่าดินชั้นล่าง (54-68%) มีปริมาณอนุภาคดินทรายแป้งในดินชั้นบน (12%) สูงกว่าในดินชั้นล่างไม่มากนัก (6-10%) แต่มีปริมาณดินเหนียวในดินชั้นล่าง (22-40%) สูงกว่าในดินชั้นบน (14%) การประเมินค่าความอุดมสมบูรณ์ของดินตลอดชั้นหน้าตัดดินอยู่ในระดับต่ำ เนื่องจากลักษณะของดินมีปริมาณกรดในชั้นล่างค่อนข้างสูงและมีการใช้เครื่องจักร เช่น รถแทร็คเตอร์ในขบวนการดูแลสวนป่า เช่น การกำจัดวัชพืชอย่างต่อเนื่อง ทำให้ลักษณะดินมีการเกาะตัวแน่นในชั้นดินล่างพร้อมทั้งมีปริมาณกรวดค่อนข้างสูง ในดินที่ระดับความลึกมากกว่า 30 ซม ซึ่งอาจส่งผลต่อการระบายน้ำจากดินชั้นบนสู่ชั้นล่าง และอาจเป็นอุปสรรคต่อการชอนไชของรากต้นไม้เพื่อหาอาหารในดินชั้นล่างด้วย

Figure 5. Soil profile of the experimental site at Ladkrating Plantation, Chachoengsao province.

Table 4. Some soil characteristics from the profile at Ladkrating Plantation, Chachoengsao province.

Horizon	pH 1:1 H_2O	O.M. (%)	Avail. P (ppm)	Exch. Cation (ppm)				C.E.C. (me/100)	B.S. (%)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Soil texture
				K	Ca	Mg	Na						
A_p	4.6	1.65	0.10	53.0	129.8	42.3	40.5	5.81	22.52	74	12	14	Sandy loam
B_t	5.2	0.89	nil	30.8	239.2	121.9	43.9	5.46	45.11	68	10	22	Sandy clay loam
B_{tc1}	4.7	0.95	0.20	28.5	176.6	54.2	42.3	6.08	26.04	62	8	30	Sandy clay loam
B_{tc2}	4.4	0.80	0.30	39.0	96.2	39.6	52.0	8.13	13.92	54	6	40	Sandy clay loam

2. การศึกษาการเจริญเติบโต

สถานีวนวัฒนวิจัยราชบุรี

ผลวิเคราะห์ทางสถิติค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตทางความสูงและเส้นผ่าศูนย์กลางของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซีส ที่อายุ 1 เดือน, 1 ปี, 2 ปี และ 3 ปี ที่ปลูกในพื้นที่สถานีวนวัฒนวิจัยราชบุรี แสดงไว้ใน Table 5, 6 และ 7 พบว่า ที่อายุ 1 เดือน ความสูงของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซีส มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าความสูงของกล้าไม้ที่ปลูก ณ อายุ 1 เดือน แยกตามตำรับการทดลอง ได้แก่ แปลงควบคุม แปลงใส่โดโลไมท์ แปลงใส่โดโลไมท์และปุ๋ยอินทรีย์ และแปลงใส่โดโลไมท์และปุ๋ยเคมี มีค่าเท่ากับ 0.34, 0.39, 0.36 และ 0.37 ม ตามลำดับ และเมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติความต่างของความสูงทางด้านสายต้นไม้ยูคาลิปตัสที่ใช้ปลูก พบว่า แม้ว่าจะพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางความสูงของสายต้น คือ ความสูงเฉลี่ยที่มีค่าต่ำสุด (0.34 ม) ได้แก่ สายต้น A5 และสายต้นที่มีค่าสูงสุด (0.40 ม) ได้แก่ สายต้น EC048 ความแตกต่างทางความสูงอยู่ที่ 6 ซม นับว่ายังอยู่ในแนวโน้มของขนาดของความต่างของกล้าไม้ที่ใช้ปลูกทั่วไป

การศึกษาความเจริญเติบโตของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซีสที่อายุ 1, 2 และ 3 ปี พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทั้งทางด้านความสูง และความโตเช่นกัน โดยที่อายุ 3 ปี พบว่า ไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซีสมีการเจริญเติบโตสูงสุดเฉลี่ยในแปลงใส่โดโลไมท์และปุ๋ยเคมี ทั้งทางด้านความสูงและความโต (11.48 ม และ 8.65 ซม ตามลำดับ) โดยตำรับที่มีการเจริญเติบโตต่ำสุดทางความสูง คือ แปลงควบคุม (9.86 ม) มีค่าใกล้เคียงกับแปลงใส่โดโลไมท์ (9.89 ม) และสำหรับ DBH ค่าต่ำสุด ได้แก่ แปลงใส่โดโลไมท์ (6.96 ซม) ใกล้เคียงกับแปลงควบคุม (6.99 ซม) แสดงให้เห็นว่าการปรับปรุงดินโดยใส่โดโลไมท์อย่างเดียวไม่สามารถช่วยเพิ่มผลผลิตของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซีสในภาพรวมได้ ในกรณีที่เนื้อดินมีอนุภาคทรายเป็นส่วนประกอบมากและมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มลงไปจะช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตได้ดีกว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ แต่ถ้าพิจารณารายละเอียดตามสายต้น พบว่า ที่อายุ 3 ปี สายต้น D1 มีค่าเฉลี่ยของความสูงรวมทุกตำรับการทดลองสูงสุด (11.11 ม) โดยมีค่าความสูงไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสายต้น L192 (11.00 ม) และสายต้น EC048 (10.53 ม) และมีค่าเฉลี่ยของ DBH รวมทุกตำรับการทดลองสูงสุด (8.07 ซม) โดยมีค่า DBH ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสายต้น TPC5 (7.71 ซม) สายต้น L192 (7.67 ซม) และสายต้น EC048 (7.63 ซม) ค่าความเจริญเติบโตสูงสุดของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซีสที่ปลูก ณ สถานีวนวัฒนวิจัย ได้แก่ สายต้น L192 ในแปลงใส่โดโลไมท์และปุ๋ยเคมี โดยมีความสูงเท่ากับ 12.12 ม และ DBH เท่ากับ 8.97 ซม

Table 5. Anova analysis of height and DBH of *E. camaldulensis* at 1 month, 1, 2 and 3years of age under different soil improvement methods at Ratchaburi Silvicultural Research Station, Ratchaburi province.

Source	df	Ht								DBH					
		1 month		1 year		2 years		3 years		1 year		2 years		3 years	
		m.s.	F-prop	m.s.	F-prop	m.s.	F-prop	m.s.	F-prop	m.s.	F-prop	m.s.	F-prop	m.s.	F-prop
Block	3	0.061		45.675		74.068		80.125		44.946		68.388		57.879	
Main plot															
Fertilizer	3	0.068	0.036	34.157	0.002	135.709	0.009	123.933	0.012	58.567	<0.001	138.615	0.006	135.118	0.005
Residual (Main)	9	0.015		2.852		18.439		18.948		3.226		16.883		15.882	
Subplot															
Species	5	0.080	<0.001	9.547	0.004	30.217	<0.001	45.731	<0.001	7.506	0.013	26.525	0.001	27.385	0.001
Fertilizer.Species	15	0.017	0.247	3.392	0.185	6.339	0.311	6.071	0.472	3.853	0.094	6.539	0.345	6.332	0.388
Residual (Sub)	60	0.013		2.450		5.366		6.100		2.373		5.750		5.827	

Table 6. Total height of *E. camaldulensis* at the age of 1 month, 1, 2 and 3 years after planting under different soil improvement methods at Ratchaburi Silvicultural Research Station, Ratchaburi province.

Clone	Ht (m)																Mean clone			
	Treatment A				Treatment B				Treatment C				Treatment D							
	1 month	1 year	2 years	3 years	1 month	1 year	2 years	3 years	1 month	1 year	2 years	3 years	1 month	1 year	2 years	3 years	1 month	1 year	2 years	3 years
TPC5	0.31	2.21	6.14	8.61	0.35	2.48	6.79	9.40	0.34	3.39	7.87	10.27	0.39	3.52	8.81	11.10	**0.35cd**	**2.90d**	**7.40c**	**9.84c**
EC048	0.38	3.31	7.71	10.50	0.41	3.22	7.32	10.20	0.40	3.74	7.44	10.09	0.42	3.53	8.62	11.35	**0.40a**	**3.45ab**	**7.77bc**	**10.53ab**
L192	0.36	3.36	8.04	11.02	0.40	3.31	7.33	10.17	0.37	3.75	8.02	10.68	0.40	3.85	9.13	12.12	**0.38ab**	**3.57a**	**8.13ab**	**11.00a**
L317	0.36	2.91	6.74	9.13	0.42	3.00	6.84	9.49	0.34	3.03	7.02	9.55	0.36	4.18	8.84	11.44	**0.37cb**	**3.28bc**	**7.36c**	**9.90c**
A5	0.31	2.86	6.52	9.39	0.36	2.93	6.77	9.54	0.34	3.43	7.39	10.04	0.34	3.71	8.34	11.08	**0.34d**	**3.23c**	**7.25c**	**10.01bc**
D1	0.34	3.04	7.68	10.53	0.38	3.32	7.61	10.53	0.39	4.38	9.17	11.58	0.33	3.60	9.05	11.81	**0.36bcd**	**3.58a**	**8.38a**	**11.11a**
Mean treatment	**0.34b**	**2.95b**	**7.14b**	**9.86b**	**0.39a**	**3.04b**	**7.11b**	**9.89b**	**0.36ab**	**3.62a**	**7.82b**	**10.37b**	**0.37a**	**3.73a**	**8.80a**	**11.48a**	**0.37**	**3.34**	**7.72**	**10.40**

LSD treatment 1 month = 0.03

1 year = 0.37

2 years = 0.93

3 years = 0.95

LSD clone 1 month = 0.27

1 year = 0.37

2 years = 0.55

3 years = 0.58

Table 7. Diameter at breast height (DBH) of *E. camaldulensis* at the age of 1 month, 1, 2 and 3 years after planting under different soil improvement methods at Ratchaburi Silvicultural Research Station, Ratchaburi province.

Clone	DBH (cm)												Mean clone		
	Treatment A			Treatment B			Treatment C			Treatment D					
	1 year	2 years	3 years	1 year	2 years	3 years	1 year	2 years	3 years	1 year	2 years	3 years	1 year	2 years	3 years
TPC5	1.51	4.69	6.63	1.84	5.24	7.25	2.97	6.28	8.09	3.09	7.16	8.89	**2.35bc**	**5.84b**	**7.71ab**
EC048	2.27	6.05	7.63	2.01	5.60	7.38	2.63	5.87	7.43	2.71	6.48	8.07	**2.41ab**	**6.00ab**	**7.63ab**
L192	2.02	5.80	7.55	1.96	4.93	6.83	2.33	5.68	7.32	2.92	7.18	8.97	**2.31bc**	**5.90ab**	**7.67ab**
L317	1.91	4.95	6.47	1.94	5.07	6.73	1.99	5.14	6.76	3.46	7.03	8.86	**2.32bc**	**5.55bc**	**7.21bc**
A5	1.50	4.31	6.21	1.65	4.55	6.12	2.14	5.27	6.82	2.77	6.44	8.18	**2.01c**	**5.14c**	**6.83c**
D1	2.15	5.71	7.42	2.37	5.73	7.44	3.43	6.98	8.50	2.96	7.20	8.93	**2.72a**	**6.41a**	**8.07a**
Mean treatment	**1.89c**	**5.25b**	**6.99b**	**1.96c**	**5.19b**	**6.96b**	**2.58b**	**5.87b**	**7.49b**	**2.98a**	**6.91a**	**8.65a**	**2.35**	**5.80**	**7.52**

LSD treatment 1 year = 0.39
2 years = 0.89
3 years = 0.87

LSD clone 1 year = 0.36
2 years = 0.57
3 years = 0.57

สวนป่าลาดกระทิง

ผลวิเคราะห์ทางสถิติค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตทางความสูงและเส้นผ่าศูนย์กลางของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซีส ที่อายุ 1 เดือน, 1 ปี, 2 ปี และ 3 ปี ที่ปลูกในพื้นที่สวนป่าลาดกระทิง แสดงไว้ใน Table 8, 9 และ 10 พบว่า ที่อายุ 1 เดือน ความสูงของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซีส เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแยกตามตำรับการทดลอง ไม่แสดงความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.121$) โดยมีค่าเฉลี่ยความสูงของกล้าไม้ที่ปลูก ณ อายุ 1 เดือน ใน แปลงควบคุม แปลงใส่โดโลไมท์ แปลงใส่โดโลไมท์และปุ๋ยอินทรีย์ และแปลงใส่โดโลไมท์และปุ๋ยเคมี มีค่าเท่ากับ 0.32, 0.31, 0.32 และ 0.32 ม ตามลำดับ และเมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติความต่างของความสูงทางด้านสายต้นไม้ยูคาลิปตัสที่ใช้ปลูก พบว่า ที่อายุ 1 เดือน พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางความสูงของสายต้น ($p < 0.001$) คือ ความสูงเฉลี่ยที่มีค่าต่ำสุด (0.25 ม) ได้แก่ สายต้น A5 และสายต้นที่มีค่าความสูงสูงสุด (0.37 ม) ได้แก่ สายต้น TPC5 ความแตกต่างทางความสูงอยู่ที่ 12 ซม ซึ่งในทางปฏิบัติ แนวโน้มของขนาดของความต่างของกล้าไม้นี้ก็สามารถพบได้ทั่วไปในสวนป่าซึ่งอาจเกิดจากระยะเวลาในการเตรียมกล้าไม้ซึ่งต่างกัน

การศึกษาความเจริญเติบโตของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซีสที่อายุ 1 ปี, 2 ปี และ 3 ปี พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทั้งทางด้านความสูงและความโต (Table 10) โดยที่อายุ 3 ปี พบว่า ไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซีสมีการเจริญเติบโตสูงสุดเฉลี่ยในแปลงใส่โดโลไมท์และปุ๋ยเคมีทั้งทางด้านความสูงและความโต (10.80 ม และ 8.16 ซม ตามลำดับ) โดยตำรับที่มีการเจริญเติบโตเฉลี่ยทางความสูงและ DBH ต่ำสุด คือ แปลงใส่โดโลไมท์ (9.95 ม และ 7.39 ซม ตามลำดับ) ค่าความเจริญเติบโตสูงสุดของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซีสที่ปลูก ณ สวนป่าลาดกระทิง ได้แก่ สายต้น D1 ในแปลงใส่โดโลไมท์และปุ๋ยเคมี โดยมีความสูงเท่ากับ 11.88 ม และ DBH เท่ากับ 9.07 ซม สายต้นที่มีการเจริญทางความสูงต่ำสุด ได้แก่ EC048 ในแปลงใส่โดโลไมท์ (9.17 ม) และสายต้นที่มี DBH ต่ำสุด ได้แก่ L317 ในแปลงควบคุม (6.70 ซม)

จากผลตารางสรุปค่าการเจริญเติบโตทางความสูงและความโตของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซีสที่ปลูกในพื้นที่สวนป่าลาดกระทิง พบว่า มีไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซีสบางสายต้นที่สามารถเติบโตในดินกรดจัด (แปลงควบคุม) และในทางกลับกัน การปรับปรุงดินโดยใส่โดโลไมท์ยังทำให้ค่าการเจริญเติบโตลดลงด้วย เช่น TPC5 และ EC048 สำหรับสายต้น D1 สามารถเจริญเติบโตได้ดีทั้งในสภาพดินกรดจัดและดินที่มีการปรับปรุงปฏิกิริยาดินแล้ว

Table 8. Anova analysis of height and DBH of *E. camaldulensis* at 1 month, 1, 2 and 3years of age under different soil improvement methods at Ladkrating Plantation, Chachoengsao province.

Source	df	Ht								DBH					
		1 month		1 year		2 years		3 years		1 year		2 years		3 years	
		m.s.	F-prop	m.s.	F-prop	m.s.	F-prop	m.s.	F-prop	m.s.	F-prop	m.s.	F-prop	m.s.	F-prop
Block	3	0.008		5.397		1.937		4.888		3.377		0.578		0.798	
Main plot															
Fertilizer	3	0.011	0.121	55.596	<0.001	32.330	0.002	43.007	0.004	61.369	<0.001	35.882	<0.001	35.292	<0.001
Residual (Main)	9	0.004		1.500		2.909		4.710		1.343		2.071		1.642	
Subplot															
Species	5	0.275	<0.001	21.954	<0.001	33.017	<0.001	59.095	<0.001	12.486	<0.001	24.020	<0.001	48.787	<0.001
Fertilizer.Species	15	0.003	0.987	0.642	0.489	1.853	0.101	2.281	0.823	0.673	0.716	1.758	0.167	2.449	0.046
Residual (Sub)	60	0.010		0.657		1.158		3.524		0.887		1.236		1.316	
Total		861(2)		845(18)		835(28)		835(28)		844(19)		835(28)		836(27)	

Table 9. Total height of *E. camaldulensis* at the age of 1 month, 1, 2 and 3 years after planting under different soil improvement methods at Ladkrating Plantation, Chachoengsao province.

Clone	Ht (m)																Mean clone			
	Treatment A				Treatment B				Treatment C				Treatment D							
	1 month	1 year	2 years	3 years	1 month	1 year	2 years	3 years	1 month	1 year	2 years	3 years	1 month	1 year	2 years	3 years	1 month	1 year	2 years	3 years
TPC5	0.38	2.86	7.43	10.07	0.36	2.90	7.30	9.96	0.37	3.78	8.46	11.17	0.37	3.47	8.20	11.05	**0.37a**	**3.25d**	**7.85d**	**10.56b**
EC048	0.35	3.35	7.73	9.77	0.33	3.65	7.36	9.17	0.36	4.34	8.33	9.99	0.35	3.97	8.26	10.12	**0.35ab**	**3.83b**	**7.92d**	**9.76d**
L192	0.32	3.31	7.79	9.95	0.33	3.82	7.97	9.78	0.34	4.84	8.95	11.23	0.34	4.01	8.62	10.43	**0.33b**	**4.00b**	**8.33c**	**10.35bc**
L317	0.35	2.97	7.47	9.72	0.31	3.29	7.92	9.66	0.32	4.20	8.16	10.21	0.34	3.71	7.84	10.11	**0.33b**	**3.54c**	**7.85d**	**9.93cd**
A5	0.26	3.55	8.42	10.54	0.26	3.85	8.16	10.06	0.27	4.71	8.91	11.17	0.25	4.55	8.99	11.24	**0.26c**	**4.17a**	**8.62b**	**10.75b**
D1	0.28	3.77	9.01	11.66	0.25	3.94	8.62	11.05	0.27	4.80	9.09	11.60	0.26	4.64	9.31	11.88	**0.27c**	**4.29a**	**9.01a**	**11.55a**
Mean treatment	**0.32a**	**3.30d**	**7.97b**	**10.29b**	**0.31b**	**3.58c**	**7.89b**	**9.95b**	**0.32a**	**4.44a**	**8.65a**	**10.90a**	**0.32a**	**4.06b**	**8.54a**	**10.80a**	**0.32**	**3.84**	**8.26**	**10.48**

LSD treatment 1 month = 0.015

1 year = 0.27

2 years = 0.37

3 years = 0.47

LSD clone 1 month = 0.02

1 year = 0.19

2 years = 0.25

3 years = 0.44

Table 10. Diameter at breast height (DBH) of *E. camaldulensis* at the age of 1 month, 1, 2 and 3 years after planting under different soil improvement methods at Ladkrating Plantation, Chachoengsao province.

Clone	DBH (cm)												Mean clone		
	Treatment A			Treatment B			Treatment C			Treatment D					
	1 year	2 years	3 years	1 year	2 years	3 years	1 year	2 years	3 years	1 year	2 years	3 years	1 year	2 years	3 years
TPC5	1.95	5.82	7.89	1.95	6.08	7.86	3.02	6.66	8.75	2.58	6.94	9.01	**2.37c**	**6.37b**	**8.38a**
EC048	2.17	5.66	7.31	2.47	5.23	6.91	3.28	6.29	7.61	2.88	6.09	7.78	**2.70c**	**5.82de**	**7.40c**
L192	1.99	5.54	7.21	2.42	5.81	7.26	3.56	6.93	8.63	2.64	6.34	7.69	**2.65cd**	**6.16bc**	**7.70b**
L317	1.87	5.22	6.70	2.21	5.45	6.87	3.09	5.96	7.27	2.67	5.74	7.28	**2.46de**	**5.59e**	**7.03d**
A5	2.37	5.63	7.50	2.57	5.69	7.30	3.48	6.30	8.06	3.29	6.30	8.14	**2.92b**	**5.98cd**	**7.75b**
D1	2.66	6.69	8.54	2.76	6.26	8.13	3.66	6.85	8.55	3.57	7.15	9.07	**3.16a**	**6.74a**	**8.57a**
Mean treatment	**2.17c**	**5.76b**	**7.53b**	**2.40c**	**5.75b**	**7.39b**	**3.35a**	**6.50a**	**8.14a**	**2.94b**	**6.43a**	**8.16a**	**2.71**	**6.11**	**7.80**

LSD treatment 1 year = 0.25
2 years = 0.32
3 years = 0.28

LSD clone 1 year = 0.22
2 years = 0.27
3 years = 0.28

ผลการศึกษาอิทธิพลร่วม พบว่า การวิเคราะห์ทางสถิติไม่แสดงค่าอิทธิพลร่วมกันระหว่างปัจจัยหลัก (วิธีการปรับปรุงดิน) และปัจจัยรอง (สายต้น) ถึงแม้ว่าในส่วนของค่าความโตของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซีส ที่ปลูกในพื้นที่สวนป่าลาดกระทิงจะแสดงค่าอิทธิพลร่วมอย่างอ่อนๆ แต่ที่อายุ 3 ปี ยังไม่มีอิทธิพลมากพอที่จะส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตอย่างเด่นชัด ดังนั้นผลการศึกษาในครั้งนี้ ทั้งทางด้านปัจจัยหลักและปัจจัยรองสามารถนำผลการศึกษาไปพิจารณาแยกใช้ได้ว่าจะเลือกวิธีการปรับปรุงดินแบบใดหรือจะเลือกสายต้นใดซึ่งจะให้ผลการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด

3. ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติดินและการเจริญเติบโตของต้นไม้

ผลวิเคราะห์คุณสมบัติของดินที่แบ่งตามชั้นความลึกของดินที่ 0-5, 5-10 และ 10-20 ซม แบ่งตามตำรับการทดลองของพื้นที่สถานีวนวัฒนวิจัยราชบุรี ณ เวลาที่ปลูกต้นไม้และเมื่อต้นไม้อายุ 3 ปี แสดงไว้ใน Table 11 และของสวนป่าลาดกระทิงแสดงไว้ใน Table 12 จากผลการวิเคราะห์ดิน พบว่า ณ เวลาที่เริ่มปลูกต้นไม้ ผลของการใส่โดโลไมท์ส่งผลให้ค่า pH ของดินในพื้นที่ทดลองที่ระดับความลึก 0-5 และ 5-10 ซม สูงขึ้น คือ ในพื้นที่สถานีวนวัฒนวิจัย ที่ระดับความลึก 0-5 ซม ในแปลงควบคุม มีค่าเท่ากับ 5.6 และในแปลงที่มีการปรับปรุงดินมีค่า 6.3-6.4 ที่ระดับความลึก 5-10 ซม ในแปลงควบคุม มีค่าเท่ากับ 5.5 และในแปลงปรับปรงดินมีค่า 6.0-6.1 แต่ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลง pH ในดินที่ระดับความลึก 10-20 ซม คือในทุกตำรับการทดลองมีค่า pH เท่ากันคือเท่ากับ 5.5 สำหรับในพื้นที่สวนป่าลาดกระทิงที่ระดับความลึก 0-5 ซม ในแปลงควบคุม มีค่าเท่ากับ 4.6 และในแปลงที่มีการปรับปรุงดินมีค่า 6.0-6.4 ที่ระดับความลึก 5-10 ซม ในแปลงควบคุม มีค่าเท่ากับ 4.5 และในแปลงปรับปรุงดินมีค่า 5.4-5.6 แต่ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลง pH ในดินที่ระดับความลึก 10-20 ซม คือในทุกตำรับการทดลองมีค่า pH ระหว่าง 4.5-4.8

นอกจากนี้การปรับปรุงดินโดยใช้โดโลไมท์ยังส่งผลให้ธาตุแมกนีเซียมในดินมีค่าสูงขึ้นอีกด้วย คือ ในพื้นที่สถานีวนวัฒนวิจัยราชบุรี ที่ระดับความลึก 0-5 ซม ในแปลงควบคุม มีค่าเท่ากับ 61.0 ppm และในแปลงที่มีการปรับปรุงดินมีค่า 113.5-120.8 ppm ที่ระดับความลึก 5-10 ซม ในแปลงควบคุม มีค่าเท่ากับ 61.0 ppm และในแปลงปรับปรุงดินมีค่า 103.7-107.4 แต่ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแมกนีเซียม ในดิน ที่ระดับความลึก 10-20 ซม คือในทุกตำรับการทดลองมีค่าแมกนีเซียมระหว่าง 51.2-65.9 ppm แต่สำหรับพื้นที่สวนป่าลาดกระทิง การปรับปรุงดินด้วยโดโลไมท์ไม่ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของธาตุแมกนีเซียมในดินทั้ง 3 ระดับความลึก เมื่อขณะเริ่มปลูกต้นไม้ ซึ่งความแตกต่างนี้อาจเนื่องมาจากลักษณะของเนื้อดินในพื้นที่ทั้ง 2 แห่งมีความต่างกัน คือที่สถานีวนวัฒนวิจัยราชบุรี เนื้อดินมีลักษณะเป็นดินทรายร่วน มีปริมาณอนุภาคทรายสูง คือมากกว่า 80% ส่วนที่สวนป่าลาดกระทิง เนื้อดินมีลักษณะแน่นกว่า มีปริมาณอนุภาคทรายประมาณ 66.2-68.9% และมีปริมาณอนุภาคดินเหนียวมากกว่า คือประมาณ 17.9-22.2% ตลอดชั้นหน้าตัดดิน การปรับปรุงดินโดยใช้โดโลไมท์ยังส่งผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ แคลเซียม ความจุของการแลกเปลี่ยนประจุบวก ของทั้ง 2 พื้นที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อยในดินชั้นบน และค่าความอิ่มตัวด้วยด่างของดินในพื้นที่สถานีวนวัฒนวิจัยราชบุรีเพิ่มขึ้นประมาณ 20% ในดินระดับความลึก 0-5 และ 5-10 ซม และในพื้นที่สวนป่าลาดกระทิงเพิ่มขึ้นประมาณ 20-30% ในดินระดับความลึก 0-5 ซม และเพิ่มขึ้นประมาณ 10-15% ในดินระดับลึก 5-10 ซม

Table 11. Some characteristics of soil in the study plots at Ratchaburi Silvicultural Research Station, Ratchaburi province at the planting time and at the age of 3 years old.

Treatment	pH 1:1 H_2O		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 - 5 cm																								
T1	5.6	5.4	1.10	1.71	2.90	1.93	128.7	140.4	324	452	61.0	91.5	6.9	9.2	5.26	6.16	49.5	58.9	83.5	81.1	8.8	12.0	7.8	6.9
T2	6.3	6.1	1.06	1.67	4.33	4.52	101.4	117.0	398	606	113.5	157.4	4.6	13.8	5.07	6.23	63.6	74.5	83.1	80.1	8.8	11.8	8.2	8.2
T3	6.4	6.0	1.12	1.61	5.16	6.97	105.3	132.6	398	586	115.9	168.4	6.9	9.2	5.06	6.26	64.8	75.2	84.1	82.3	8.8	10.7	7.1	7.0
T4	6.4	6.1	1.05	1.67	3.37	3.88	105.3	132.6	380	578	120.8	152.5	6.9	9.2	4.71	6.01	68.0	75.3	83.3	80.4	9.6	12.6	7.1	7.0
5 - 10 cm																								
T1	5.5	5.2	1.26	1.48	3.95	1.90	66.3	101.4	378	440	61.0	58.6	6.9	9.2	5.60	5.58	48.0	52.9	82.2	80.4	9.6	12.0	8.2	7.6
T2	6.0	5.9	1.26	1.42	3.68	3.00	70.2	85.8	460	584	107.4	123.2	6.9	11.5	5.48	6.05	60.2	68.1	81.8	80.1	9.3	11.7	8.8	8.2
T3	6.1	5.9	1.23	1.46	4.11	3.80	74.1	109.2	392	542	103.7	131.8	4.6	9.2	5.20	5.86	59.6	69.7	82.3	81.4	9.6	10.7	8.1	7.9
T4	6.1	5.9	1.11	1.46	3.24	11.00	66.3	101.4	390	516	103.7	134.2	6.9	11.5	5.26	5.78	58.9	69.3	81.3	79.3	10.1	12.9	8.4	7.8
10 - 20 cm																								
T1	5.5	5.2	1.17	1.35	2.63	1.80	66.3	78.0	368	470	51.2	54.9	9.2	9.2	4.70	5.52	45.1	55.4	80.8	79.9	9.7	12.6	9.5	7.5
T2	5.5	5.6	1.24	1.27	3.19	3.20	70.2	70.2	458	562	59.8	92.7	9.2	11.5	4.59	5.80	48.9	62.9	81.7	79.6	8.9	11.7	9.5	8.7
T3	5.5	5.6	1.24	1.32	3.70	3.50	78.0	89.7	340	474	65.9	96.4	6.9	6.9	4.41	5.46	47.2	63.3	81.9	80.8	9.8	11.0	8.3	8.3
T4	5.5	5.6	1.14	1.27	3.09	16.80	62.4	85.8	348	452	59.8	101.3	9.2	11.5	4.25	5.31	42.7	63.6	80.7	79.2	10.1	12.7	9.2	8.1

Remark: P1 = at the planting time
P2 = at the age of 3 years old

Table 12. Some characteristics of soil in the study plots at Ladkrating Plantation, Chachoengsao province at the planting time and at the age of 3 years old.

Treatment	pH 1:1 H_2O		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 - 5 cm																								
T1	4.6	4.4	1.58	1.90	5.70	3.70	39.0	42.9	282	262	43.9	58.6	9.2	6.9	7.27	7.34	27.5	26.9	69.1	69.6	12.9	12.3	17.9	18.1
T2	6.0	5.1	1.65	2.01	6.48	2.58	42.9	46.8	922	544	42.7	56.1	6.9	6.9	9.84	7.52	51.2	45.8	68.5	70.2	12.1	12.1	19.5	17.7
T3	6.4	5.4	1.74	2.12	7.43	5.02	46.8	58.5	1066	688	43.9	73.2	6.9	4.6	11.16	8.15	53.7	52.4	68.9	69.9	12.2	13.2	18.9	16.9
T4	6.2	5.6	1.65	2.04	6.20	4.35	42.9	58.5	1162	790	43.9	58.6	6.9	6.9	10.78	7.80	57.8	57.7	67.4	70.0	13.6	12.5	19.0	17.5
5 - 10 cm																								
T1	4.5	4.3	1.65	1.71	5.24	3.72	39.0	35.1	266	186	41.5	35.4	9.2	6.9	7.47	7.09	24.6	20.3	69.2	67.8	12.6	12.8	18.1	19.3
T2	5.4	5.0	1.74	1.87	5.83	3.19	42.9	31.2	686	524	43.9	39.0	9.2	4.6	9.70	7.32	38.3	42.6	68.5	68.0	12.2	12.9	19.3	19.1
T3	5.5	5.4	1.85	1.82	7.02	4.54	46.8	39.0	540	656	45.1	53.7	6.9	4.6	10.44	7.54	33.4	51.7	68.4	67.0	12.6	13.6	19.0	19.3
T4	5.6	5.8	1.80	1.80	6.05	4.78	46.8	35.1	648	820	43.9	37.8	6.9	6.9	9.33	7.59	41.4	58.3	68.0	67.5	13.0	13.1	19.0	19.4
10 - 20 cm																								
T1	4.5	4.3	1.43	1.49	5.00	3.02	35.1	27.3	234	188	39.0	34.2	9.2	6.9	7.39	6.30	22.6	22.3	67.2	65.7	13.3	12.2	19.5	22.2
T2	4.6	4.5	1.52	1.53	5.22	2.69	39.0	23.4	278	270	41.5	39.0	6.9	4.6	8.05	6.48	25.1	27.5	67.1	65.8	13.2	12.3	22.2	21.5
T3	4.7	4.7	1.54	1.54	6.44	3.23	42.9	27.3	286	320	41.5	42.7	9.2	4.6	10.40	6.51	21.1	32.3	67.0	65.3	11.8	13.4	21.2	21.3
T4	4.8	4.8	1.53	1.48	4.62	3.97	39.0	27.3	364	366	40.3	34.2	6.9	6.9	8.64	6.50	28.0	33.7	66.2	66.1	12.8	12.6	21.0	21.3

Remark: P1 = at the planting time
P2 = at the age of 3 years old

จาก Table 12 แสดงให้เห็นถึงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติดินเมื่อต้นไม้อายุ 3 ปี ที่เก็บโดยวิธีการเดียวกันในพื้นที่บริเวณใกล้เคียงกับที่เก็บตัวอย่างดินเมื่อเริ่มปลูกต้นไม้ที่ระดับความลึก 0-5, 5-10 และ 10-20 ซม ได้ดำเนินการเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดินซึ่งเกิดขึ้นจากหลายสาเหตุรวมกัน ซึ่งอาจประกอบด้วยการลดลงของธาตุอาหารอันเกิดจากที่พืชนำไปใช้ และการสูญเสียธาตุอาหารอันเกิดจากการซึมลงชั้นล่าง หรือถูกชะล้างจากการเกิดฝน และปริมาณที่เพิ่มขึ้นจากการย่อยสลายของซากใบพืชที่ร่วงลงสู่ดิน หรืออื่นๆ ผลวิเคราะห์ดินที่ได้เป็นค่าของคุณสมบัติของดินที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อต้นไม้อายุ 3 ปี ซึ่งค่าความต่างของคุณสมบัติของดินในพื้นที่สถานีวนวัฒนวิจัยราชบุรีและสวนป่าลาดกระทิงแสดงไว้ใน Table 13 และ Table 14

Table 13. Changes in some characteristics of soil in the study plots at Ratchaburi Silvicultural Research Station, Ratchaburi province at the age of 3 years old.

Treatment	pH	O.M. (%)	Avail. P	Exch.Cation (ppm)				C.E.C	B.S
	1:1 H_2O		(ppm)	K	Ca	Mg	Na	(me/100g)	%
				0 - 5 cm					
T1	-0.2	0.61	-0.97	13.3	128	30.2	2.0	0.48	11.1
T2	-0.2	0.61	-0.47	13.7	171	44.1	5.8	1.01	10.3
T3	-0.4	0.49	0.68	29.0	189	52.0	1.9	1.20	10.4
T4	-0.3	0.62	0.51	25.4	197	31.4	1.7	1.30	7.3
				5 - 10 cm					
T1	-0.3	0.22	-2.05	35.1	62	-2.4	2.3	-0.02	4.9
T2	-0.1	0.16	-0.68	15.6	62	15.8	2.3	0.32	6.7
T3	-0.2	0.23	-0.31	35.1	150	28.1	2.3	0.66	10.1
T4	-0.2	0.35	-0.6	35.1	126	30.5	4.6	0.52	10.4
				10 - 20 cm					
T1	-0.3	0.18	-0.87	11.7	102	3.7	0.0	0.82	10.3
T2	0.1	0.03	-0.34	0.0	104	32.9	2.3	0.77	12.5
T3	0.1	0.08	-0.25	11.7	134	30.5	0.0	1.05	16.1
T4	0.1	0.13	-1.12	23.4	104	41.5	2.3	1.06	20.9

Table 14. Changes in some characteristics of soil in the study plots at Ladkrating Plantation, Chachoengsao province at the age of 3 years old.

Treatment	pH 1:1 H_2O	O.M. (%)	Avail. P (ppm)	Exch.Cation (ppm)				C.E.C (me/100g)	B.S %
				K	Ca	Mg	Na		
0 - 5 cm									
T1	-0.2	0.32	-2.00	4.4	-19	14.3	-3.4	0.07	-0.6
T2	-0.9	0.36	-3.90	4.1	-377	13.5	-1.1	-2.32	-5.4
T3	-1	0.38	-2.41	11.5	-378	22.5	-2.1	-3.19	-2.0
T4	-0.6	0.39	-1.85	15.9	-424	14.7	-0.5	-3.53	-1.0
5 - 10 cm									
T1	-0.2	0.06	-1.52	-3.9	-80	-6.1	-2.3	-0.38	-4.3
T2	-0.4	0.13	-2.64	-11.7	-162	-4.9	-4.6	-2.38	4.3
T3	-0.1	-0.03	-2.48	-7.8	116	8.6	-2.3	-2.9	18.3
T4	0.2	0	-1.27	-11.7	172	-6.1	0	-1.74	16.9
10 - 20 cm									
T1	-0.2	0.06	-1.98	-7.8	-46	-4.8	-2.3	-1.09	-0.3
T2	-0.1	0.01	-2.53	-15.6	-8	-2.5	-2.3	-1.57	2.4
T3	0	0	-3.21	-15.6	34	1.2	-4.6	-3.89	11.2
T4	0	-0.05	-0.65	-11.7	2	-6.1	0	-2.14	5.7

จากการวิเคราะห์ทั้ง 2 ครั้งพบว่า ค่า pH ของดินในพื้นที่สถานีวนวัฒนวิจัยราชบุรี ลดลง 0.1-0.3 หน่วย ทุกระดับความลึกดิน ในทุกตำรับการทดลองที่ศึกษา สำหรับในพื้นที่สวนป่าลาดกระทิง แปลงควบคุมค่า pH ลดลง 0.2 หน่วย ในทุกระดับความลึก สำหรับในแปลงที่มีการปรับปรุงดิน ค่า pH ในดินที่ระดับความลึก 0-5 ซม ลดลง 0.6-1.0 หน่วย ในระดับความลึก 5-10 ซม ลดลง 0.1-0.4 หน่วย และแทบจะไม่เปลี่ยนแปลงในดินที่ระดับความลึก 10-20 ซม

สำหรับปริมาณอินทรียวัตถุในดินในพื้นที่สถานีวนวัฒนวิจัยราชบุรีที่ระดับความลึก 0-5 ซม มีค่าเพิ่มขึ้น 0.49-0.62% ที่ระดับความลึก 5-10 ซม เพิ่มขึ้น 0.16-0.35% ที่ระดับความลึก 10-20 ซม เพิ่มขึ้น 0.03-1.18% ในพื้นที่สวนป่าลาดกระทิงที่ระดับความลึก 0-5 ซม เพิ่มขึ้น 0.32-0.39% ที่ระดับความลึก 5-10 ซม มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงต่างกัน คือ ในแปลงควบคุมเพิ่มขึ้น 0.06% ในแปลงใส่โดโลไมท์เพิ่มขึ้น 0.13% ในแปลงใส่โดโลไมท์และปุ๋ยอินทรีย์ลดลง 0.03% ในแปลงใส่โดโลไมท์และปุ๋ยเคมีไม่มีความเปลี่ยนแปลง และที่ระดับความลึก 10-20 ซม มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงใกล้เคียงกันกับที่ระดับ 5-10 ซม ต่างกันที่แปลงที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงพบในแปลงใส่โดโลไมท์และปุ๋ยอินทรีย์ และแปลงที่ปริมาณอินทรียวัตถุลดลง พบในแปลงใส่โดโลไมท์และปุ๋ยเคมี แสดงให้เห็นว่า

การย่อยสลายของซากพืชอันเกิดจากการปลูกต้นไม้ส่งผลให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินชั้นบนสุด (0-5 ซม) เพิ่มขึ้น แต่ไม่สามารถจะเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดินชั้นล่างได้

ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินในพื้นที่สถานีวนวัฒนวิจัยราชบุรีเพิ่มขึ้นทุกระดับความลึก คือ ที่ระดับความลึก 0-5 ซม เพิ่มขึ้น 128-197 ppm ที่ระดับความลึก 5-10 ซม ในแปลงควบคุมและแปลงใส่โดโลไมท์เพิ่มขึ้น 62 ppm และในแปลงใส่โดโลไมท์และปุ๋ยอินทรีย์ เพิ่มขึ้น 150 ppm และในแปลงใส่โลโลไมท์และปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 126 ppm ที่ระดับความลึก 10-20 ซม เพิ่มขึ้น 102-134 ซม แต่ในพื้นที่สวนป่าลาดกระทิงที่ระดับความลึก 0-5 ซม ลดลงทุกตำรับการทดลอง คือในแปลงควบคุมลดลง 19 ppm และในแปลงที่มีการปรับปรุงดินลดลง 377-424 ppm ที่ระดับความลึก 5-10 ซม ในแปลงควบคุมลดลง 80 ppm ในแปลงใส่โดโลไมท์ลดลง 162 ppm ในแปลงใส่โดโลไมท์และปุ๋ยอินทรีย์เพิ่มขึ้น 116 ppm ในแปลงใส่โดโลไมท์และปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 172 ppm ที่ระดับความลึก 10-20 ซม ในแปลงควบคุมลดลง 48 ppm ในแปลงใส่โดโลไมท์ลดลง 8 ppm ในแปลงใส่โดโลไมท์และปุ๋ยอินทรีย์เพิ่มขึ้น 34 ppm ในแปลงใส่โดโลไมท์และปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 2 ppm

ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในพื้นที่สถานีวนวัฒนวิจัยราชบุรีเพิ่มขึ้นทุกระดับความลึกและตำรับการทดลอง ยกเว้นในแปลงควบคุมที่ระดับความลึก 0-5 ซม ที่มีค่าลดลงเล็กน้อย (2.4 ppm) โดยที่ระดับความลึก 0-5 ซม มีค่าเพิ่มขึ้น 30.2-52.0 ppm ที่ระดับความลึก 5-10 ซม มีค่าเพิ่มขึ้น 15.8-30.5 ppm ที่ระดับความลึก 10-20 ซม ในแปลงควบคุมมีค่าเพิ่มขึ้น 3.7 ppm และในแปลงที่มีการปรับปรุงดินเพิ่มขึ้น 30.5-41.5 ppm สำหรับพื้นที่สวนป่าลาดกระทิง ที่ระดับความลึก 0-5 ซม มีปริมาณแมกนีเซียมเพิ่มขึ้นเล็กน้อย 13.5-22.5 ppm ที่ระดับความลึก 5-10 ซม ส่วนมากมีแนวโน้มลดลง 4.9-6.1 ppm ยกเว้นในแปลงใส่โดโลไมท์และปุ๋ยอินทรีย์มีปริมาณแมกนีเซียมเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (8.6 ppm) และที่ระดับความลึก 10-20 ซม มีแนวโน้มเช่นเดียวกับที่ระดับ 5-10 ซม ส่วนมากมีระดับแมกนีเซียมลดลง (2.5-6.1 ppm) ยกเว้นในแปลงใส่โดโลไมท์และปุ๋ยอินทรีย์มีแมกนีเซียมเพิ่มขึ้น 12 ppm

ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในพื้นที่สถานีวนวัฒนวิจัยราชบุรีมีปริมาณเพิ่มขึ้นเล็กน้อยทุกระดับความลึกของดินและในทุกตำรับการทดลองโดยที่ระดับความลึก 0-5 ซม เพิ่มขึ้น 8.6-10.4 ppm ที่ระดับความลึก 5-10 ซม เพิ่มขึ้น 6.9-11.5 ppm และที่ระดับความลึก 10-20 ซม เพิ่มขึ้น 6.9-9.2 ppm สำหรับสวนป่าลาดกระทิงพบว่าแนวโน้มโดยทั่วไปมีปริมาณโซเดียมลดลงเล็กน้อย โดยที่ระดับความลึก 0-5 ซม ลดลง 0.5-3.4 ซม ที่ระดับความลึก 5-10 ซม ลดลง 2.3-4.6 ppm และที่ระดับความลึก 10-20 ซม ลดลง 2.3-4.6 ppm ยกเว้นในแปลงใส่โดโลไมท์และปุ๋ยเคมีที่ระดับ 5-10 ซม และ 10-20 ซม มีระดับโซเดียมเท่าเดิม

ปริมาณความจุของการแลกเปลี่ยนประจุบวกของสถานีวนวัฒนวิจัยราชบุรีโดยทั่วไปมีค่าเพิ่มขึ้น คือ ที่ระดับ 0-5 ซม เพิ่มขึ้น 0.48-1.30 me/100g ที่ระดับความลึก 5-10 ซม เพิ่มขึ้น 0.32-0.66 me/100g ยกเว้นแปลงควบคุมลดลง 0.02 me/100g และที่ระดับความลึก 10-20 ซม เพิ่มขึ้น 0.77-1.06 me/100g สำหรับพื้นที่สวนป่าลาดกระทิงค่าความจุของการแลกเปลี่ยนประจุบวกมีค่าลดลงเกือบทุกชั้นความลึกและทุกตำรับการทดลอง ยกเว้นในแปลงควบคุมที่ระดับความลึก 0-5 ซม มีค่าเพิ่มขึ้น 0.07 me/100g ที่ระดับความลึก 0-5 ซม ปริมาณความจุของการแลกเปลี่ยนประจุบวกลดลง 2.32-3.53 me/100g ที่ระดับความลึก 5-10 ซม ปริมาณความจุของการแลกเปลี่ยนประจุบวก

ลดลง 0.38-2.90 me/100g ที่ระดับความลึก 10-20 ซม ปริมาณความจุของการแลกเปลี่ยนประจุบวกลดลง 1.09-3.89 me/100g

สำหรับค่าความอิ่มตัวด้วยด่างในพื้นที่สถานีวนวัฒนวิจัยราชบุรีก็มีค่าเพิ่มขึ้นในทุกระดับความลึกและทุกตำรับการทดลองเช่นกัน โดยที่ระดับความลึก 0-5 ซม มีค่าเพิ่มขึ้น 7.3-11.1% ที่ระดับความลึก 5-10 ซม มีค่าเพิ่มขึ้น 4.9-10.4% และที่ระดับความลึก 10-20 ซม มีค่าเพิ่มขึ้น 10.3-20.9% สำหรับในพื้นที่สวนป่าลาดกระทิง ที่ระดับความลึก 0-5 ซม มีค่าลดลงในทุกตำรับการทดลอง (0.6-5.4%) ที่ระดับความลึก 5-10 ซม ในแปลงควบคุมลดลง 4.3% ในแปลงใส่โดโลไมท์เพิ่มขึ้น 4.3% ในแปลงใส่โดโลไมท์และปุ๋ยอินทรีย์เพิ่มขึ้น 18.3% ในแปลงใส่โดโลไมท์และปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 16.9% และที่ระดับความลึก 10-20 ซม ในแปลงควบคุมมีค่าลดลง 0.3% และในแปลงที่มีการปรับปรุงดินมีค่าเพิ่มขึ้น 2.4-11.2%

จากการศึกษาพบว่าโดยภาพรวมหลังจากการปลูกต้นไม้ 3 ปี ในพื้นที่ทั้ง 2 แห่ง ทำให้ค่า pH ของดินลดลงเล็กน้อย แต่สามารถเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดินเล็กน้อย ธาตุอาหารที่สำคัญและเป็นตัวกำหนดอัตราการเจริญเติบโตของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซีส ในพื้นที่ปลูกทั้ง 2 แห่ง ได้แก่ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ซึ่งมีอยู่ในปริมาณที่ต่ำมาก ซึ่งปริมาณฟอสฟอรัสที่มีประโยชน์ในดินมีความเชื่อมโยงกับค่า pH ในดินด้วย คือปริมาณฟอสฟอรัสจะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ดีที่สุดในช่วง pH ระหว่าง 6.0-7.5 เนื่องจากฟอสฟอรัสเป็นหนึ่งในธาตุอาหารหลักที่พืชต้องการใช้ในปริมาณมากและมีความจำเป็นในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนและสารอินทรีย์ที่สำคัญในพืช ดังนั้น ตามหลักของปัจจัยที่ขาดแคลน (law of limiting factors) (ยงยุทธ และคณะ, 2541) ซึ่งกล่าวไว้ว่า หากมีปัจจัยหนึ่งที่ขาดแคลดหรือไม่เหมาะสมแล้ว การเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชจะถูกจำกัดด้วยปัจจัยนี้ ซึ่งในพื้นที่ศึกษาทั้ง 2 แห่งนี้ พบว่ามีปัจจัยที่ถือได้ว่าเป็นปัจจัยที่ขาดแคลน คือ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ต้องดำเนินการจัดการให้เหมาะสม หากต้องการเพิ่มผลผลิตของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซีสในพื้นที่ปลูกทั้ง 2 แห่งนี้ แม้ว่าการศึกษาการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในดินในพื้นที่สถานีวนวัฒนวิจัยราชบุรีจะพบว่าที่อายุ 3 ปี หลังจากปรับปรุงดินธาตุอาหารอื่นๆที่ทำการศึกษายังมีปริมาณเพียงพอให้ต้นไม้ใช้ได้อีกระยะหนึ่งก็ตาม ก็ควรจะพิจารณาเพิ่มเติมสารอาหารให้พืชในระยะเวลาที่เหมาะสม เพราะเมื่อต้นไม้มีอายุมากขึ้นก็มีความต้องการธาตุอาหารมากขึ้นเช่นกัน จึงไม่ควรให้พืชขาดธาตุอาหารแล้วจึงค่อยมาดำเนินการปรับปรุงดิน ซึ่งอาจทำให้การเจริญเติบโตชงักได้ สำหรับในพื้นที่สวนป่าลาดกระทิง ซึ่งมีคุณสมบัติบางประการต่างจากที่สถานีวนวัฒนวิจัยราชบุรีดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น พบว่าปริมาณธาตุอาหารในดินหลายชนิดมีปริมาณเริ่มขาดแคลน ซึ่งจะส่งผลกระทบทำให้ต้นไม้ไม่สามารถเจริญเติบโตได้เต็มที่อย่างต่อเนื่องได้ จะเห็นได้จากภาพแสดงการเจริญเติบโตของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซีส ที่ปลูกในพื้นที่สวนป่าลาดกระทิงที่อายุประมาณ 6 เดือน ในแปลงควบคุมและแปลงที่มีการปรับปรุงดินโดยใส่โดโลไมท์และปุ๋ยเคมี (Figure 6)

ดังนั้นในกรณีที่องค์กรหรือเกษตรกรมีข้อจำกัดเรื่องค่าใช้จ่ายที่อาจเพิ่มขึ้นจากการปรับปรุงดินและไม่อยากจะเพิ่มภาระค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ เกษตรกรก็อาจจะเลือกใช้สายต้นเหล่านี้ได้ จากผลการศึกษาการเจริญเติบโตของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซีส ในครั้งนี้จะพบว่า มีไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซีส บางสายต้นที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีพอสมควรในดินกรด เช่น EC048, L192 รวมถึง D1 ซึ่งมีการ

เจริญเติบโตสูงทั้งในแปลงควบคุมและในแปลงที่มีการปรับปรุงดินด้วยโดโลไมท์และปุ๋ยทั้ง 2 ชนิด คือ ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีด้วย

Figure 6. Growth performance of *E. camaldulensis* at 6 months old in Ladkrating Plantation (1) in control plot and (2) in the plot applied with dolomite and chemical fertilizer.

สรุปและข้อเสนอแนะ

การปลูกป่าเป็นขบวนการที่ใช้ระยะเวลาค่อนข้างนาน และมีการลงทุนค่อนข้างสูง แม้ว่าจะเป็นต้นไม้โตเร็วกว่าจะเก็บเกี่ยวผลผลิตได้อาจต้องใช้เวลา 7 ปีขึ้นไป เมื่อคำนึงถึงระยะเวลาตั้งแต่เตรียมการปลูกจนถึงตัดฟันออกสู่ตลาด การดำเนินการปลูกป่าจึงต้องทำด้วยความระมัดระวังรอบคอบ เพื่อให้ได้ผลผลิตคุ้มค่าการลงทุน จากผลการศึกษาครั้งนี้ พบว่าการคัดเลือกสายต้นไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซีสที่เหมาะสมต่อสภาพพื้นที่ปลูกจะสามารถเพิ่มผลผลิตของพื้นที่ให้มากขึ้น และเนื่องจากการปลูกสร้างสวนป่าโดยทั่วไปยังให้ความสำคัญต่อการศึกษาคุณสมบัติของดินน้อยมาก หรือแทบจะไม่ให้ความสำคัญเลย จึงทำให้เสียโอกาสในการที่จะเพิ่มผลผลิตของไม้ที่ปลูกไปได้ การจัดการธาตุอาหารในพื้นที่ปลูกป่าเป็นองค์ประกอบสำคัญต่อการเพิ่มผลผลิตของพื้นที่ให้สูงมากขึ้น และเนื่องจากการตอบสนองของต้นไม้ในแต่ละพื้นที่จะต่างกันไป การคัดเลือกวิธีการจัดการที่เหมาะสมนับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งต่อผลผลิตที่ได้รับ ดังนั้น ผู้ลงทุนปลูกป่าจึงควรมีข้อมูลที่เกี่ยวข้องให้ครบถ้วน เพื่อที่จะวางแผนการปลูกป่าให้ได้ผลตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ที่ผ่านการปลูกป่าซ้ำๆ ในพื้นที่เดิม ซึ่งจะเห็นได้จากการลดลงของผลผลิตในรอบตัดฟันต่อๆ มา จากผลการศึกษาในครั้งนี้ จะเห็นว่าพื้นที่ที่ใช้ศึกษาในครั้งนี้ทั้ง 2 แห่งมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และมีคุณสมบัติของดินที่ไม่เหมาะสมต้องดำเนินการแก้ไขหลายประการ ผลที่ได้จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะสามารถช่วยให้ผู้มีส่วนร่วมสามารถเข้าใจองค์ประกอบหลายอย่างที่เป็นกลไกสำคัญสำหรับการพัฒนาด้านการเจริญเติบโตของต้นไม้ กรมป่าไม้หวังว่าจะได้มีโอกาสปฏิบัติงานวิจัยแบบบูรณาการให้ครอบคลุมชนิดไม้และสายต้นต่างๆ เพิ่มขึ้น เพื่อให้เกิดประโยชน์ในการสนับสนุนการปลูกป่าไม้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นไปต่อในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนและคณะขอขอบคุณ บริษัท ไทยสโตร่า เอ็นโซ่ (ประเทศไทย) จำกัด สำหรับความอนุเคราะห์ในการจัดเตรียมกล้าไม้ บริษัท ไม้อัดไทย จำกัด สำหรับความอนุเคราะห์สถานที่ดำเนินการศึกษา การจัดเตรียมกล้าไม้ บุคลากรที่อำนวยความสะดวกและร่วมปฏิบัติงานภาคสนาม ความอนุเคราะห์ในการให้ข้อมูลและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย ตลอดการศึกษาวิจัยและหวังเป็นอย่างยิ่งว่าผลการศึกษาในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการปลูกไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซีสขององค์กรทั้ง 2 ท่าได้กล่าวมาแล้ว และต่อหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไป

บรรณานุกรม

กรมป่าไม้. 2553. ข้อมูลสถิติกรมป่าไม้ ปี 2553. สำนักแผนงานและสารสนเทศ, กรมป่าไม้. 147 น.

กรมป่าไม้. 2539. 100 ปี วิชาการป่าไม้. สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้. กรุงเทพฯ

ยงยุทธ โอสถสภา ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และ ชัยสิทธิ์ ทองจู. 2541. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 8. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 547 หน้า.

สุรินทร์ อร่ามกุล. 2506. การใส่ปุ๋ยในพื้นที่สวนป่า. วนสาร 21 (3): 242-246.

เอิบ เขียวรื่นรมย์. 2526. การสำรวจดิน เล่ม 2: เทคนิคในการสำรวจและจำแนกดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 454 หน้า.

Jenny, H., 1941. Factors of soil formation. McGraw Hill, New York. 325 pp.

National Academy of Science, 1980. Firewood Crops, Shrub and Species for Energy Production. National Academy of Science, Washington. 237 p.

Jones, III, H.C. and J.W. Curlin., 1968. The role of fertilizers in improving the hardwoods of the Tennessee Valley. In Forest Fertilization: Theory and Practice. Tenn. Valley Auth., Muscle Shoals, AL, pp 185–196.

Walter, H., 1979. Klimagramme als Mittel zue Bueteilung der Klimeverhalthniss fur Okologische, vegetationskundliche and landwirt schaftche zweche. Ber. Dtsch. Not. Ges. 68: 331-344.