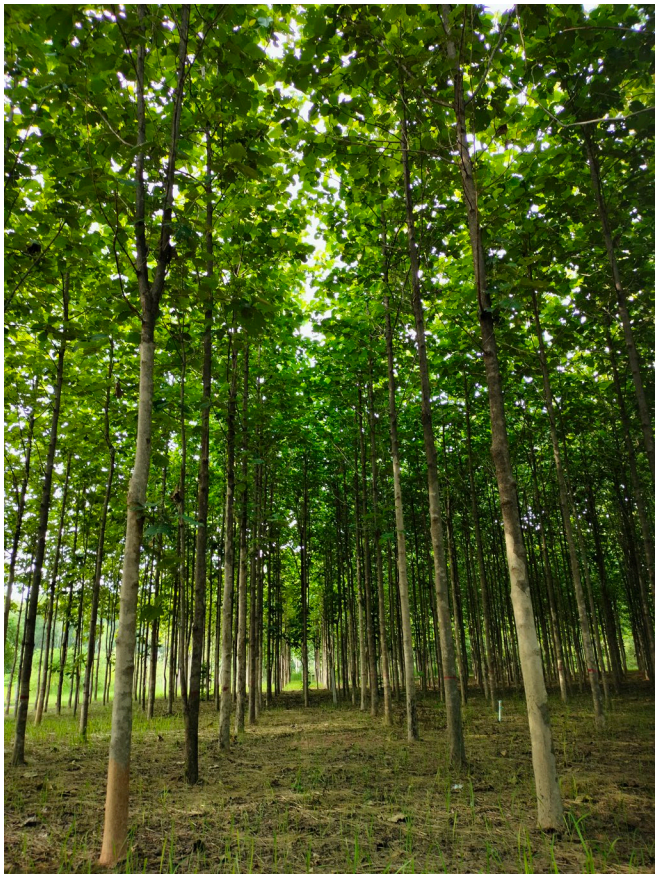
ผลของการตัดขยายระยะและการใส่ปุ๋ยสวนป่าสัก

The effect of thinning in Teak Plantation



โดย

วรพรรณ หิมพานต์

สุชาติ นิ่มพิลา

เบญจรัตน์ พรหมเพ็ญ

สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

2565

บทคัดย่อ

งานวิจัยผลของการตัดขยายระยะและการใส่ปุ๋ยในสวนป่าสัก มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการตัดขยายระยะและการใส่ปุ๋ยในสวนป่าสัก และสร้างแปลงสาธิตการจัดการสวนป่าสักเชิงประณีตในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการส่งเสริมการปลูกและการจัดการสวนป่าสัก สำหรับเกษตรกรรายย่อยและภาคเอกชนที่ต้องการประกอบธุรกิจด้านการปลูกสร้างสวนป่าสัก การวิจัยดำเนินการในพื้นที่แปลงทดลองเดิมในศูนย์เมล็ดพันธุ์ไม้ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ขอนแก่น) อำเภอแฮด จังหวัดขอนแก่น ดำเนินการตัดขยายระยะแบบแถวเว้นแถว และการใส่ปุ๋ย โดยแบ่งพื้นที่เป็น 4 หน่วยทดลอง ได้แก่ ตัดขยายระยะและใส่ปุ๋ย (TF) ตัดขยายระยะโดยไม่ใส่ปุ๋ย (TNF) ไม่ตัดขยายระยะและใส่ปุ๋ย (NTF) และไม่ตัดขยายระยะและไม่ใส่ปุ๋ย (NTNF) ใน 5 ซ้ำ รวม 20 แปลง

ผลการศึกษาพบว่าการตัดขยายระยะส่งผลต่อการเติบโตและผลผลิตของสวนป่าสักในด้านปริมาตรรายต้นทั้งรวมเปลือกและไม่รวมเปลือก การใส่ปุ๋ยช่วยเพิ่มการเติบโตและผลผลิตรายต้นด้วยเช่นกัน แม้ว่าจะให้ค่าปริมาตรของหมู่ไม้ในแปลงที่ตัดขยายระยะมีค่าน้อยกว่าในแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะ เนื่องจากจำนวนต้นที่น้อยกว่า ส่งผลไปยังความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในพื้นที่ แต่หากเป็นการปลูกสักเพื่อประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจ การตัดขยายระยะและการใส่ปุ๋ยจะช่วยทำให้สักมีมูลค่าเพิ่มมากขึ้น การจัดการสวนป่าสักด้วยการตัดขยายระยะและการใส่ปุ๋ยหลังการตัดขยายระยะจึงเป็นแนวทางการจัดการที่เป็นข้อมูลสำหรับเสนอแนะให้เจ้าของสวนป่าสักนำไปประกอบการตัดสินใจ เนื่องจากการดำเนินการทางวนวัฒน์ที่กล่าวมาแล้วจะต้องมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น หากแต่ผลตอบแทนที่ได้คือผลผลิตที่ตรงตามวัตถุประสงค์และคุ้มค่า การเลือกว่าจะใช้วนวัฒนวิธีหรือไม่ หรือเลือกใช้วิธีการใดนั้น ขึ้นกับการตัดสินใจของเจ้าของสวนป่า

คำสำคัญ : ตัดขยายระยะ การใส่ปุ๋ย ผลผลิต การกักเก็บคาร์บอน การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สวนป่าสัก

ABSTRACT

This study aimed to study the effect of thinning and fertilizing on teak plantation and created the intensive management plantation for demonstration, including produced the planted and managed information for the small-scale farmer and the private related to teak plantation business. The study was conducted in the former experimental plot of Northeast Seed Center (Khon Kaen), Ban Had District, Khon Kaen Province. The line thinning and fertilizing in the 4 treatments: thinning and fertilizing (TF), thinning but non-fertilizing (TNF), non-thinning but fertilizing and non-thinning and non-fertilizing (NTNF) in 5 replications (blocks), there were totally 20 plots

The results showed that thinning effects to the teak growth and yield in term of stem over-bark volume and stem under-bark volume, while the fertilizing also support the growth and yield. Cutting some trees in the thinning plots made the number of trees less than non-thinning plots cause of the stand volume including carbon stock and carbondioxide absorption values were less than those in the non-thinning plots, However, the value of big size of tree due to the thinning and fertilizing is suitable for planter in case of planting for economic purpose. The thinning and fertilizing will increase the teak value. Therefore, the information from this study should be recommended for the teak plantation owners to make decisions. There will be additional costs involved, while the investment return in production met the purposes and has a worth value. Teak plantation owners who need to decide and select appropriate measure.

Keywords : thinning, fertilizing, yield, carbon stock, carbondioxide absorption, teak plantation

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ..... ก
ABSTRACT ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญภาพ ..... ฉ
กิตติกรรมประกาศ ..... ช
คำนำ 1
วัตถุประสงค์ 2
ตรวจเอกสาร 2
วิธีการดำเนินการวิจัย 6
ผลการวิจัย 9
สรุปผลการวิจัย 17
เอกสารอ้างอิง 18
ภาพประกอบ 21

สารบัญภาพ

หน้า

Figure 1 Lay out of experimental plots for thinning and fertilizing test in Teak plantation 7
Figure 2 DBH and Height of teak before and after thinning and fertilizing test 10
Figure 3 Relationship between the volume (over bark) and tree dimension (DBH^2H and DBH) of teak in the experimental plot 11
Figure 4 Relationship between the volume (under bark) and tree dimension (DBH^2H and DBH) of teak in the experimental plot 11
Figure 5 Stem volume (over bark) and DBH of teak before and after thinning and fertilizing test 13
Figure 6 Stem volume (under bark) and DBH of teak before and after thinning and fertilizing test 13

สารบัญตาราง

หน้า

Table 1 DBH and Height of teak plantation before and after thinning and fertilizing test..... 9

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ของฝ่ายวิจัยการปลูกสร้างสวนป่า หัวหน้าและเจ้าหน้าที่ของศูนย์เมล็ดพันธุ์ไม้ป่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทั้ง 2 ท่าน ได้แก่ คุณสุชาติ นิ่มพิลา และคุณเบญจรัตน์ พรหมเพ็ญ ที่ให้ความอนุเคราะห์และสนับสนุนการวางแปลง เก็บข้อมูล รวมทั้งให้การสนับสนุนเจ้าหน้าที่ บุคลากร และอุปกรณ์เครื่องมือในการเก็บข้อมูล ตลอดจนการดูแลรักษาแปลงทดลองให้สามารถดำเนินการเก็บข้อมูลได้จนสิ้นสุดโครงการ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณทศพร วัชรางกูร ข้าราชการบำนาญกรมป่าไม้ ซึ่งเป็นผู้ริเริ่มโครงการและให้คำปรึกษาในการศึกษาวิจัยตลอดระยะเวลาของโครงการ ขอบพระคุณคุณวิลาวัณย์ วิเชียรนพรัตน์ ข้าราชการบำนาญกรมป่าไม้ ที่เป็นนักวิจัยที่ริเริ่มทำการศึกษาการใส่สารปรับปรุงดินในสวนป่าสัก ซึ่งได้นำมาใช้เป็นแปลงทดลองต่อยอดในครั้งนี้

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณตามโครงการวิจัยร่วมระหว่างกรมป่าไม้และ JIRCAS ในการวางแปลงศึกษาในเริ่มแรก และต่อมาได้รับความอนุเคราะห์งบประมาณจากกรมป่าไม้ โดยสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ และสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) เพื่อดำเนินการศึกษาในครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

คณะผู้วิจัย

2565

คำนำ

ไม้สักเป็นไม้ที่สำคัญและมีค่าทางเศรษฐกิจตั้งแต่ในอดีต แต่ในปัจจุบันไม้สักกลับต้องนำเข้าจากประเทศเพื่อนบ้าน เนื่องจากพื้นที่ป่าไม้ลดลงโดยเฉพาะอย่างยิ่งสวนป่าที่มีวัตถุประสงค์ทางด้านเศรษฐกิจ อย่างไรก็ตามในขณะที่รัฐบาลโดยกรมป่าไม้ได้ส่งเสริมให้ภาคเอกชนและเกษตรกรปลูกป่าไม้เศรษฐกิจ ไม้เศรษฐกิจส่วนใหญ่ที่เกษตรกรปลูกยังคงเป็นไม้สัก แต่ปัญหาที่เกษตรกรที่มีสวนป่าสักแล้วยังประสบคือความไม่เข้าใจและขาดความรู้เรื่องการจัดการสวนป่า แม้แต่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งสภาพดินส่วนใหญ่เป็นดินทราย และมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ กรมป่าไม้ เป็นหน่วยงานหลักที่ส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกสร้างสวนป่าสัก ดังนั้นจึงควรให้ความรู้แก่เกษตรกร รวมทั้งผู้ที่สนใจประกอบธุรกิจเกี่ยวกับสวนป่าสัก รวมทั้งการสร้างแปลงตัวอย่าง เพื่อให้การปลูกสักมีประสิทธิภาพทั้งด้านการให้ผลผลิตและมูลค่าของเนื้อไม้เพิ่มมากขึ้น

เนื่องจากไม้สัก เป็นไม้ที่มีรอบตัดฟันยาว ในปัจจุบันใช้รอบตัดฟัน 20-30 ปี การจัดการและดูแลรักษาสวนป่าเป็นเรื่องที่สำคัญเพื่อเป็นการเพิ่มผลผลิตของสวนป่าทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ เนื่องจากไม้สักท่อนที่มีขนาดใหญ่ เปลาตรง มีตำหนิตาน้อย และมีปริมาณแก่นมาก จะเป็นการเพิ่มมูลค่าของไม้ให้แก่ผู้ปลูก ในขณะที่ข้อมูลเพื่อส่งเสริมการปลูกสักให้มีประสิทธิภาพในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีเกษตรกรสนใจปลูกสักกันอย่างมาก แต่การที่พื้นที่ที่มีความเหมาะสมต่อการปลูกสักมีไม่มากนัก รวมทั้งการขาดการจัดการเชิงประณีตโดยเฉพาะอย่างยิ่งการตัดขยายระยะ ทำให้ต้นสักมีการเติบโตลดลงและให้ผลผลิตไม่ตรงกับความต้องการของผู้ปลูก

ในระหว่างปีงบประมาณ 2555-2559 กรมป่าไม้ได้มีโครงการวิจัยร่วมระหว่างกับ Japan International Research Center for Agricultural Science (JIRCAS) แห่งประเทศญี่ปุ่น ภายใต้แผนงานการจัดการสวนป่าสักอย่างยั่งยืนเพื่อเกษตรกร เพื่อหาข้อมูล แนวทาง วิธีการ และเทคนิคที่สำคัญในการจัดการสวนป่าไม้สัก ทั้งในด้านการเพิ่มผลผลิตไม้ในสวนป่า เช่น การตัดขยายระยะ การลิดกิ่ง การจัดการเพื่อสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติ ตลอดจนความสัมพันธ์ของปัจจัยแวดล้อมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของหมู่ไม้ เพื่อให้เกษตรกรได้รับผลตอบแทนสูงสุดจากการลงทุนปลูกสร้างสวนป่าสัก ซึ่งได้ผลการศึกษาเฉพาะในระยะแรก คือหลังการทดลองประมาณ 5 ปี ยังต้องการความต่อเนื่องในการจัดเก็บข้อมูล เพื่อให้ได้ผลการศึกษาที่ครอบคลุมและชัดเจนมากยิ่งขึ้น สำหรับในแปลงศึกษาครั้งนี้ที่ทดลองจัดการเชิงประณีตโดยการตัดขยายระยะและการใส่ปุ๋ยจัดทำขึ้นเพื่อดำเนินการต่อเนื่องและต่อยอดงานวิจัยเดิม

วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาผลของการตัดขยายระยะและการใส่ปุ๋ยในสวนป่าสัก

2) เพื่อสร้างแปลงสาธิตการจัดการสวนป่าสักเชิงประณีตในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

3) เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการส่งเสริมการปลูกและการจัดการสวนป่าสัก สำหรับเกษตรกรรายย่อยและภาคเอกชนที่ต้องการประกอบธุรกิจด้านการปลูกสร้างสวนป่าสัก

ตรวจเอกสาร

ไม้สัก (*Tectona grandis* L.f.) เป็นชนิดพันธุ์ไม้เขตร้อนที่เป็นไม้ใบกว้าง ที่สำคัญที่สุดชนิดหนึ่งในตลาดการค้าไม้ซุงท่อนที่มีคุณภาพสูงระหว่างประเทศ ไม้สักมีความคงทนสูง มีความเสถียรคือ ไม่ยืดและหดตัวง่าย และเนื้อไม้มีความสวยงามทำให้เป็นชนิดพันธุ์ไม้ที่มีคุณค่าสูงสำหรับการปลูกสร้างสวนป่า การที่ไม้สักมีอัตราการเจริญเติบโตดี (เมื่อขึ้นอยู่ในพื้นที่ที่เหมาะสม) และเป็นไม้ใบกว้างที่มีความต้องการใช้ประโยชน์สูงในอุตสาหกรรมต่อเรือยอร์ช ก่อสร้าง และเฟอร์นิเจอร์ ทำให้เป็นทางเลือกที่สามารถทำกำไรเชิงธุรกิจ ป่าไม้ ทั้งทางภาครัฐและเอกชน (Troup, 1921; Tewari , 1992)

ในช่วงเวลา 30 ปี ที่ผ่านมา ปริมาณผลผลิตไม้สักจากป่าธรรมชาติไม่มีความต่อเนื่องและมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอด แต่ปริมาณความต้องการใช้ไม้สักเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้การปลูกสร้างสวนป่าไม้สักมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง สอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของผลผลิตและการใช้ประโยชน์ไม้สักจากสวนป่าประเทศต่างๆ ให้ความสนใจในการปรับปรุงผลตอบแทนทางการเงินจากการปลูกสร้างสวนป่าไม้สัก โดยการใช้ประโยชน์ไม้ที่ได้จากการตัดขยายระยะ และไม้เสากลมขนาดเล็ก ดังนั้น วัตถุประสงค์ของการศึกษาต่าง ๆ คือ การพัฒนาเทคนิคสำหรับไม้เสากลมขนาดเล็ก การนำไม้แปรรูปขนาดเล็กมาทำเป็นวัสดุขนาดใหญ่กว่า เช่น เฟอร์นิเจอร์ ฯ และการศึกษาโอกาสทางการตลาดของไม้ซุงขนาดเล็กและวัสดุต่างๆ ที่ใช้ไม้ขนาดเล็กเป็นองค์ประกอบ (Pandey and Brown, 2000)

การปลูกสร้างสวนป่าไม้สักในประเทศไทยที่เป็นโครงการใหญ่ มีการดำเนินการอย่างต่อเนื่องเริ่มในปี พ.ศ. 2485 โดยกรมป่าไม้ (อำนวย, 2535) แต่ในช่วงระยะเวลา 60 กว่าปีที่ผ่านมา การศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของสวนป่าไม้สัก มีไม่มากนัก โดยเฉพาะการจัดสร้างตารางผลผลิต (Yield table) สมเกียรติ (2535) ได้ศึกษาผลผลิตของสวนป่าไม้สักอายุตั้งแต่ 9-63 ปี ในภาคเหนือของประเทศไทย นำมาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอายุกับความสูงและใช้ความสูงเมื่ออายุ 30 ปี มาเป็นตัวกำหนดคุณภาพพื้นที่ (site quality) มี site index curve แบ่งออกเป็น 5 site คือ 14, 17, 20, 23 และ 26 เมตร ผลผลิตต่อไร่ของสวนป่าไม้สักในภาคเหนือของประเทศไทยที่คาดคะเนหรือประมาณได้จากตารางผลผลิต เมื่อใช้รอบหมุนเวียน

(rotation) 60 ปี ของ site index 14, 17, 20, 23 และ 26 ปี มีปริมาตรไม้ใต้เปลือกที่ทำเป็นสินค้าได้เท่ากับ 25.85, 30.16, 33.90, 37.40 และ 41.48 ลูกบาศก์ม.ต่อไร่ ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม การศึกษาดังกล่าวได้ดำเนินการมาประมาณไม่ต่ำกว่า 20-25 ปี มาแล้ว และทำการศึกษาในพื้นที่สวนสักของกรมป่าไม้เท่านั้น

พงษ์ศักดิ์ และคณะ (2535) ได้ศึกษาดัชนีชั้นคุณภาพของพื้นที่ (site index) และผลผลิตของสวนป่าไม้สักที่จังหวัดลำปาง เมื่อปี พ.ศ. 2526 โดยการเก็บข้อมูลในสวนสัก 9 สวน ซึ่งเป็นสวนสักของกรมป่าไม้ และองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ โดยวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างอายุกับความสูงเฉลี่ยของต้นไม้ที่มีเรือนยอดเด่นและรองเด่นและจำแนกเป็นดัชนีชั้นคุณภาพ จากการใช้ความสูงเฉลี่ยของไม้เมื่ออายุ 30 ปี เป็นดัชนีชั้นคุณภาพปานกลาง แล้วแบ่งออกเป็น 5 ชั้นคุณภาพ คือ เลวมาก เลว ปานกลาง ด และดีมาก (มี site index เป็น 10, 15, 20, 25 และ 30 ปี ตามลำดับ) และได้จัดทำตารางผลผลิตของสวนป่าไม้สักตามชั้นอายุต่าง ๆ ตั้งแต่ 10-60 ปี โดยแยกออกตามดัชนีชั้นคุณภาพของพื้นที่ของสวนป่าไม้สักโดยเฉพาะที่จังหวัดลำปางที่ประมาณการไว้ เมื่อครบรอบตัดฟัน (60 ปี) ในชั้นคุณภาพตั้งแต่เลวมากถึงชั้นคุณภาพที่ดีที่สุด ซึ่งพบว่ามีปริมาตรลำต้น (ทั้งต้นเหนือเปลือก) เท่ากับ 51.68, 116.47, 181.24, 246.13 และ 310.91 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกแตร์ตามลำดับ

ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ทำการสำรวจและประเมินผลผลิตของสวนป่า องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ ในปี พ.ศ. 2538-พ.ศ. 2539 โดยทำการสำรวจชนิดพันธุ์ไม้ 9 ชนิด ได้แก่ สัก ยูคาลิปตัส (คามาลดูเลนซิส) ประดู่ เลี่ยน ยางพารา สะเดาเทียม ตะเคียนทอง กระถินยักษ์ และกระถินเทพา ในสวนป่าขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ จำนวน 58 สวน แปลงสำรวจ 933 แปลง แต่สามารถจัดสร้างตารางผลผลิตได้เพียง 3 ชนิด คือ สัก ยูคาลิปตัส และประดู่ (ศูนย์วิจัยป่าไม้, 2539)

การศึกษาวิจัยในต่างประเทศเกี่ยวกับการพัฒนาแบบจำลอง การเจริญเติบโต (growth) และตารางผลผลิตของสวนป่าไม้สัก ทำการศึกษาโดย Laurie and Ram (1939), Miller (1969), Abayomi (1984), Islam (1988), Keogh (1966), Akindele (1991), Phillips (1995) and Zambrano (1995) (อ้างโดย Bermejo et. *al*., 2004)

ปกติแล้วการตัดขยายระยะต้นไม้ในสวนป่าครั้งแรกนั้นเป็นปัจจัยสำคัญในการจัดการสวนป่าเพื่อให้อัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น ส่วนใหญ่แล้วจะดำเนินการเมื่อต้นไม้มีเรือนยอดเบียดชิดกันโดยทั่วไปจะเริ่มดำเนินการครั้งแรกเมื่อต้นไม้มีอายุ 5 – 7 ปี และดำเนินการครั้งต่อไปทุก 5 ปี (เจริญ และคณะ, 2522) สำหรับวิธีการตัดสางขยายระยะนั้นมี 4 วิธีประกอบด้วย 1) Low thinning เป็นการตัดไม้เล็กออก 2) Crown thinning เป็นการตัดไม้เรือนยอดเด่นออกเพื่อให้ต้นไม้ที่เหลือสามารถเพิ่มอัตราการเจริญเติบโต 3) Selection thinning เป็นระบบเลือกตัด 4) Mechanical thinning เป็นการตัดอย่างมีระบบ เช่น ตัดต้นเว้นต้น ตัดแถวเว้นแถว หรือตัดหนึ่งแถวเว้นสองแถว เป็นต้น อย่างไรก็ดีการจะเลือกวิธีการตัดสางขยายระยะแบบไหนนั้น จะต้องดูความสม่ำเสมอของต้นไม้ในแปลงปลูก ส่วนกี่ปีถึงจะทำการตัดสางขยายระยะนั้นขึ้นอยู่กับ

หลายปัจจัย เช่นระยะปลูก อัตราการเจริญเติบโต เป็นต้น ซึ่งพงษ์ศักดิ์ (2529) กล่าวว่าการเลือกชนิดไม้หรือพรรณไม้ที่จะปลูกนั้น จะต้องคำนึงถึงระยะปลูก อัตราการรอดตาย เป้าหมายของผลผลิตที่คาดหมายเมื่อครบรอบตัดฟันตลอดจนการปฏิบัติทางวนวัฒนในการจัดการสวนป่า ตลอดจนชนิดของเครื่องมือที่ทำไม้ออกเมื่อต้นไม้โตถึงระยะตัดฟัน

Kanninen *et.al*. 2004 รายงานว่า สวนป่าไม้สักในประเทศคอสตาริกา ภายหลังการตัดขยายระยะการเจริญเติบโตของต้นไม้สักในแปลงที่ตัดขยายระยะ แตกต่างจากแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะ โดยมีขนาดของ DBH ในแปลงที่ตัดขยายระยะสูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะ 5 เซนติเมตร (สูงกว่า 30%) และความสูงทั้งหมดสูงกว่า 2 เมตร (สูงกว่าร้อยละ 12) เมื่อสวนป่าไม้สักมีอายุ 8 ปี

Adegbeihn (1982) พบว่า ภายหลังการตัดขยายระยะสวนป่าไม้สัก ในแปลงทดสอบระยะปลูกของไม้สักในประเทศไนจีเรีย ขนาดความโต (DBH) ของแปลงที่ตัดขยายระยะแตกต่างจากแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ความสูงเฉลี่ยของหมู่ไม้ไม่แตกต่างกัน ซึ่งสนับสนุนความเห็นที่ว่า การตอบสนองอย่างไวของต้นไม้ที่มีต่อระยะห่าง (spacing) เกิดขึ้นทางด้านขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น

Lowe (1976) ทำการทดลองตัดขยายระยะ สวนป่าไม้สักในประเทศไนจีเรีย โดยในแปลงที่ตัดขยายระยะอย่างหนัก (heavy thinning) ซึ่งพื้นที่หน้าตัดของหมู่ไม้ลดลง จาก 32 ตารางเมตร/เฮกแตร์ เหลือ 13 ตารางเมตร/เฮกแตร์ นั้น ให้ผลไม่เป็นที่น่าพอใจ ไม่ว่าจะเป็นการเจริญเติบโตรายต้นหรือการเจริญเติบโตของหมู่ไม้ก็ตาม และได้แนะนำว่าในการตัดขยายระยะแต่ละครั้ง ควรตัดไม้ออกให้ต่ำกว่า 20 ลูกบาศ์กเมตร/เฮกแตร์

Ola – Adams (1990) ได้ประเมินผลการทดสอบระยะปลูกของสวนป่าไม้สัก เมื่ออายุ 18 ปี ที่ประเทศไนจีเรียสรุปว่า ควรปลูกสวนป่าไม้สักที่ระดับความหนาแน่นระหว่าง 1,189 และ 1,680 ต้น/เฮกแตร์ การเจริญเติบโตรายต้นจะลดลง เมื่อระดับความหนาแน่นของหมู่ไม้สูงกว่า และศักยภาพการเจริญเติบโตของหมู่ไม้ไม่ถึงระดับสูงสุดเมื่อความหนาแน่นของหมู่ไม้ต่ำกว่า

ในประเทศคอสตาริกา สวนป่าไม้สักที่ไม่ได้ทำการตัดขยายระยะมีพื้นที่หน้าตัดสูงที่สุดเท่ากับ 28 ตารางเมตร/เฮกแตร์ ดังนั้น ถ้าการจัดการสวนป่ามีวัตถุประสงค์ที่จะทำให้การเจริญเติบโตของต้นไม้มีขนาด (size) สูงสุด พื้นที่หน้าตัดของสวนป่าไม้สักไม่ควรมีค่าถึง 28 ตารางเมตร/เฮกแตร์ เนื่องจากถ้ามีพื้นที่หน้าตัดของหมู่ไม้มากกว่า 20 ลูกบาศ์กเมตร/เฮกแตร์ การแก่งแย่งภายในหมู่ไม้จะเพิ่มขึ้น และการเจริญเติบโตทางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (DBH) จะลดลงโดยเฉพาะเมื่อพื้นที่หน้าตัดของหมู่ไม้มีค่ามากกว่า 25 ตารางเมตร/เฮกแตร์ ผลการศึกษาอื่นๆ ให้ข้อเสนอแนะว่าจุดวิกฤตของพื้นที่หน้าตัดของสวนป่าไม้สักผันแปรอยู่ระหว่าง 15 และ 32 ตารางเมตร/เฮกแตร์ (Lowe, 1976; Keogh, 1979)

ทศพร (2540) ศึกษาผลของการตัดขยายระยะและการแตกหน่อของสวนป่าไม้สักอายุ 20 ปี ที่มีระยะปลูกเริ่มแรก 4 เมตร x 4 เมตร ท้องที่จังหวัดลำปาง โดยทำการตัดขยายระยะแบบตัดแถวเว้นแถว (thinning

with alternate row) และตัดขยายระยะแบบตัดสองแถวเว้นสองแถว (thinning with alternate two row) เปรียบเทียบกับไม่มีการตัดขยายระยะ พบว่า ภายหลังจากการตัดขยายระยะเป็นเวลา 3 ปี ความเพิ่มพูนทางด้านเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของแปลงที่ทำการตัดขยายระยะมีค่าสูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะ กล่าวคือ แปลงตัดสองแถวเว้นสองแถวมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเพิ่มขึ้น 3.5 เซนติเมตร ในขณะที่แปลงตัดแถวเว้นแถวเพิ่มขึ้น 3.1 เซนติเมตร ส่วนแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะเพิ่มขึ้นเพียง 2.6 เซนติเมตร แต่ในช่วงเวลาดังกล่าวความเพิ่มพูนเฉลี่ยของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของแปลงที่ตัดขยายระยะทั้งสองวิธีแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และไม่แตกต่างจากแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะด้วย ซึ่งอาจเป็นเพราะว่าในแปลงที่ทำการตัดขยายระยะนั้นมีหน่อเจริญเติบโตขึ้นจากตอของต้นไม้ในแถวที่ถูกต้องออกไป ทำให้เกิดการแก่งแย่งของไม้ที่เหลืออยู่ภายหลังการตัดขยายระยะกับหน่อที่เกิดขึ้นมาใหม่จากตอ

จากการศึกษาเปรียบเทียบผลของวิธีการตัดขยายระยะและความหนักเบาของวิธีการตัดขยายระยะต่อผลของการเจริญเติบโตและการแตกหน่อของสวนป่าไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส อายุ 6 ปี ที่มีระยะปลูกเริ่มแรก 1 เมตร x 2 เมตร ทศพร และคณะ (2540) แสดงถึงความผันแปรของผลของความหนักเบาของการตัดขยายระยะต่อการเจริญเติบโตของต้นไม้ จากการศึกษาดังกล่าว พบว่า ภายหลังการตัดขยายระยะเป็นเวลา 4 ปี การตัดขยายระยะด้วยวิธี low thinning ทำให้ความเพิ่มพูนเฉลี่ยของปริมาตรส่วนที่เป็นลำดับในแปลงที่มีความหนักเบาหรืออัตราการตัดขยายระยะร้อยละ 70 มีแนวโน้มสูงกว่าอัตราการตัดขยายระยะร้อยละ 50 และร้อยละ 30 และไม่ตัดขยายระยะตามลำต้น แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างอัตราการตัดขยายระยะร้อยละ 30 และร้อยละ 50 ปรากฏว่า มีแนวโน้มไม่แตกต่างกัน ส่วนในการตัดขยายระยะด้วยวิธี selection thinning ผลการศึกษาปรากฏว่า ความหนักเบาหรืออัตราการตัดขยายระยะร้อยละ 70 ดีกว่าร้อยละ 50, 30 และไม่มีการตัดขยายระยะตามลำดับ

ผลการศึกษาของการศึกษาการทดลองตัดขยายระยะในสวนป่าสักภายใต้แผนงานวิจัยการจัดการสวนป่าสักอย่างยั่งยืนเพื่อเกษตรกร โดย วรพรรณ และคณะ (2565) พบว่าการทดลองตัดขยายระยะทำให้สักในสวนป่ามีขนาดต้น ปริมาตรรายต้น อัตราการเพิ่มขึ้นของพื้นที่หน้าตัดของสวนป่าสูงกว่าในแปลงควบคุมที่ไม่ได้ดำเนินการตัดขยายระยะ ในขณะที่การตัดขยายระยะที่มีความหนักสูงกว่า (ร้อยละของพื้นที่หน้าตัดต้นไม้ทั้งสวนป่าที่ถูกตัดออกมากกว่า) จะมีแนวโน้มค่าต่างๆ สูงกว่าในแปลงที่ทำการตัดขยายระยะที่มีความหนักต่ำกว่า แม้ว่าจะไม่ได้แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในบางค่า ทั้งนี้อาจเนื่องจากความหนักเบาในการตัดขยายระยะอาจน้อยเกินไป รวมทั้งการตายของต้นไม้ในช่วงที่มีฤดูแล้งยาวนาน ทำให้ผลของการตัดขยายระยะต่อการเติบโตและผลผลิตยังไม่แสดงความแตกต่างกันอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามการตายของต้นไม้ในแปลงที่ไม่ได้ทำการตัดขยายระยะมีจำนวนมากอย่างเห็นได้ชัดเจนกว่าแปลงที่ทำการตัดขยายระยะ โดยการตัดขยายระยะทำให้ต้นไม้มีขนาดความโตเพิ่มมากขึ้น การตัดขยายระยะด้วยความหนักปานกลาง และทำการตัดขยายระยะ 2 ครั้ง จะส่งเสริมให้ต้นไม้มีขนาดความโตและปริมาตรรายต้นเพิ่มมากขึ้นด้วย และการตัด

ขยายระยะและระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะยังไม่มีผลกระทบที่ชัดเจนต่อความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยทางด้าน DBH และความสูงของหมู่ไม้

สวนป่าสักในประเทศไทยมีเฉพาะสวนป่าขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ที่ดำเนินการตัดขยายระยะ ในขณะที่สวนป่าของเกษตรกรยังไม่มีความนิยม สาเหตุหนึ่งคือความไม่เข้าใจถึงผลดีที่เกิดจากการตัดขยายระยะ เนื่องจากการปลูกในรูปแบบของเกษตรกรนั้นยังไม่มีข้อมูลที่ชัดเจน ครอบคลุม รวมทั้งยังไม่มีแปลงตัวอย่างให้แก่เกษตรกรได้ศึกษาเรียนรู้ ในขณะที่การศึกษาในประเทศไทยที่มีอยู่อย่างจำกัดและมีผลการศึกษาเพียงในระยะสั้น รวมทั้งการศึกษาภายใต้ภายใต้แผนงานวิจัยการจัดการสวนป่าสักอย่างยั่งยืนเพื่อเกษตรกรนั้นมีระยะเวลาการศึกษาเพียง 5 ปี ค่าที่ได้อาจยังไม่ชัดเจน และสวนป่าจำเป็นต้องมีการตัดขยายระยะครั้งที่สองโดยเฉพาะอย่างยิ่งในแปลงที่ทำการตัดขยายระยะที่มีความหนักต่ำกว่า จึงควรมีการศึกษาต่อเนื่องเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนทั้งขนาดความหนักเบาที่ควรดำเนินการและช่วงเวลาในการดำเนินการ และสามารถนำไปเป็นข้อมูลที่ได้ไปใช้สำหรับการส่งเสริมการจัดการสวนป่าสักให้ได้ผลผลิตของไม้สักคุ้มค่าต่อการลงทุน

วิธีการดำเนินการวิจัย

แปลงทดลอง

เป็นการดำเนินการทดลอง ในพื้นที่ของศูนย์เมล็ดพันธุ์ไม้ป่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อำเภอบ้านแฮด จังหวัดขอนแก่น (16°16’ N, 102° 47’ E, 191 m a.s.l.) ข้อมูลสภาพอากาศที่เก็บในแปลงทดลอง พบว่า ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี 1,104 มม. อุณหภูมิเฉลี่ยนรายปี สูงสุด และต่ำสุด เท่ากับ 28.3°C, 40°C และ 13 °C ตามลำดับ ฝนตกช่วงเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม เดือนอื่นนับว่าเป็นช่วงฤดูแล้ง (Kayama *et.al*., 2016) ดินเป็นดินทราย จากการแบ่งตาม FAO/UNESCO soil taxonomy จัดเป็น Acrisol (Food and Agriculture Organization, 1993) หากจัดตาม the USDA taxonomy จัดเป็น Ultisol (Kyuma, 2003) ซึ่งเป็นแปลงทดลองที่สร้างขึ้นเพื่อทดลองการใส่สารปรับปรุงดินเดิม ซึ่งปลูกปี พ.ศ. 2552 ระยะปลูกเมื่อเริ่มต้นคือ 2 เมตร X 4 เมตร เพื่อทำการทดลองการใส่สารปรับปรุงดิน และโครงการสิ้นสุดลงหมดเมื่อปี พ.ศ. 2555 เมื่อต้นสักมีอายุ 9 ปี มีเรือนยอดชิดกันสมควรที่จะทำการตัดขยายระยะ

การวางแผนการทดลอง

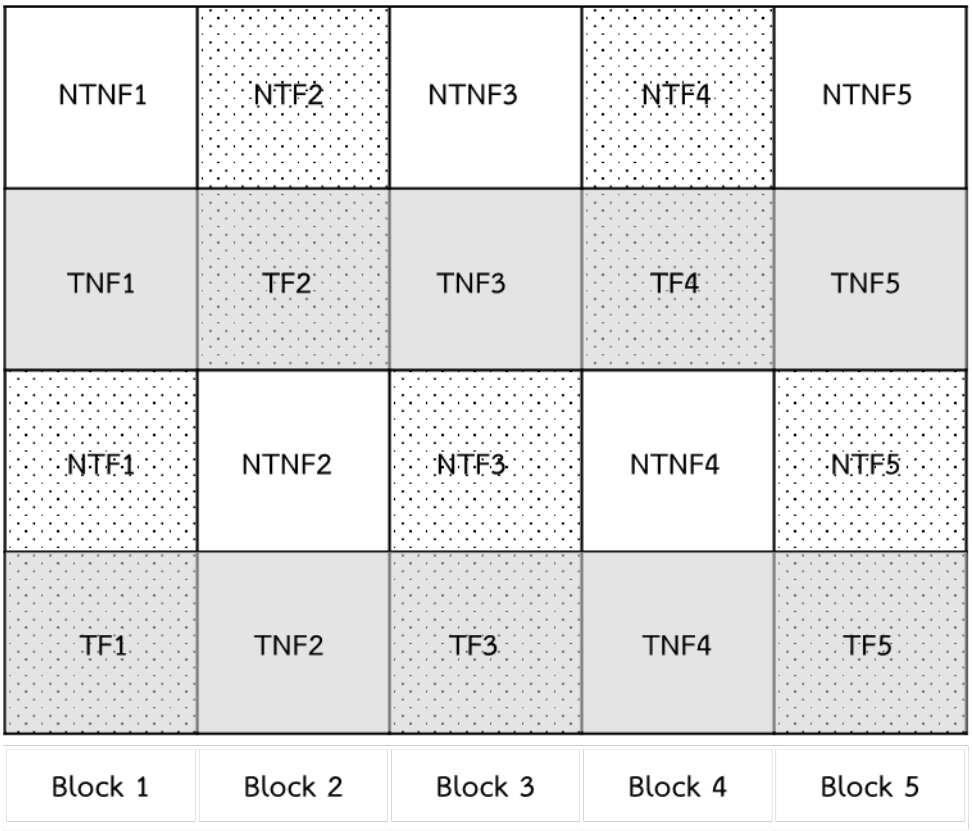
แบ่งเป็น 5 ซ้ำ (Block) วางแปลงย่อยขนาด 28 เมตร x 18 เมตร แต่ละแปลงย่อยมีต้นไม้ 63 ต้น ทำการตัดขยายระยะแบบแถวเว้นแถว จำนวน 10 แปลงทดลองย่อย และทดลองใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 15:15:15 ซึ่งเป็นปุ๋ยที่ใช้กันโดยทั่วไป หลังการทดลองตัดขยายระยะเพื่อทดแทนธาตุอาหารที่นำออกจากพื้นที่จากการตัดต้นไม้ออก ใส่ปริมาณแปลงย่อยละ 5 กิโลกรัม จำนวน 10 แปลง ผังการทดลองแสดงตาม Figure 1

การเก็บข้อมูล

1) วัดต้นไม้ทุกต้น บันทึกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก ความสูงทั้งหมดของต้นไม้ และความสูงถึงระดับฐานเรือนยอดในแปลงตัวอย่าง การวัดค่าความสูงของต้นไม้ใช้ Vertex IV ultrasound distance measurer (Haglöf Inc.) ส่วนความสูงถึงระดับฐานเรือนยอดใช้ไม้วัดความสูงต้นไม้ SK (SENSHIN) รุ่น AT Type 15 m ทำการวัดข้อมูลการเติบโตหลังทำการทดลองทุกปี

2) คัดเลือกต้นไม้ที่ต้องทำการตัดขยายระยะ เพื่อนำมาหาตัวแทนสำหรับการศึกษาหาสมการประมาณปริมาตรลำต้นและมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของสัก โดยใช้วิธี stratified clip technique ซึ่งดำเนินการโดยสุ่มตัวแทนต้นไม้ที่มีขนาดต่าง ๆ กัน ทั้งเล็ก กลาง และใหญ่ วัดมิติของตัวแทนต้นไม้ และทำการตัดทอนลำต้นออกเป็นท่อน ๆ ไปตลอดความยาวของลำต้น ข้อมูลตัวแทนต้นไม้ที่ได้สามารถนำไปจัดสร้างสมการประมาณปริมาตรและประมาณมวลชีวภาพของต้นไม้ โดยการประยุกต์ใช้ความสัมพันธ์แบบ allometric equation ในรูปของสมการยกกำลัง (power equation: Y = aXb) ซึ่งสมการประมาณมวลชีวภาพที่ได้สามารถนำไปประเมินการกักเก็บคาร์บอนต่อไป

3) ทำการตัดต้นไม้และแยกส่วนต่าง ๆ ออกจากกัน ได้แก่ ลำต้น กิ่ง ใบ นำไปชั่งน้ำหนักเป็นน้ำหนักสดทั้งหมด และเก็บตัวอย่างแต่ละส่วนประมาณ 500 กรัม เพื่อนำไปอบในห้องปฏิบัติการเพื่อหาความชื้นและนำมาหาค่าน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง ก่อนนำไปวิเคราะห์หาน้ำหนักแห้งทั้งหมดของส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ โดยน้ำหนักแห้งหรือมวลชีวภาพจะนำไปวิเคราะห์หาการกักเก็บคาร์บอนต่อไป



Remarks : T : Thinning; F : Fertilizer; NT : Non-thinning; NF : Non-fertilizer

Figure 1 Lay out of experimental plots for thinning and fertilizing test in Teak plantation

4) ในส่วนของลำต้น ทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับ 0.0 เมตร, 0.3 เมตร, 1.3 เมตร, และทุก 1 เมตร (2.3 เมตร, 3.3 เมตร, 4.3 เมตร,...) จนถึงปลายยอด เพื่อนำไปสร้างสมการประมาณปริมาตรส่วนลำต้น

การวิเคราะห์ข้อมูล

1) เพื่อศึกษาผลของการตัดขยายระยะต่อการเติบโตของต้นไม้ ใช้ค่าที่วัดคำนวณหาค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก (DBH) และความสูง

2) คัดเลือกต้นสักที่ต้องทำการตัดขยายระยะ เพื่อเป็นตัวแทนในการศึกษาหาสมการประมาณปริมาตรรายต้น (tree volume estimation) ใช้สมการรีเกรสชั่นที่สร้างขึ้นใหม่ประมาณปริมาตรรายต้นของไม้สักในแปลงตัวอย่าง โดยใช้สมการ nonlinear model ได้แก่

$$V = a\,(DBH^2.H)^b$$

เมื่อ a และ b คือค่าคงที่

3) คำนวณผลผลิตในรูปของปริมาตร ในรูปของปริมาตรรายต้นเฉลี่ย (ลูกบาศก์เมตร/ต้น) และปริมาตรรวมของหมู่ไม้ (ลูกบาศก์เมตร/ไร่) ก่อนและหลังการตัดขยายระยะ

4) นำข้อมูลน้ำหนักสดของส่วนลำต้น และค่าความชื้นจากตัวอย่างมาวิเคราะห์เพื่อสร้างสมการสำหรับประมาณมวลชีวภาพส่วนลำต้น การกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในสวนป่าสักต่อไป สมการประมาณมวลชีวภาพเป็นสมการรีเกรสชั่นในรูป nonlinear model ที่สร้างขึ้นใหม่ ได้แก่

$$W_s = c\,(DBH^2.H)^d$$

เมื่อ c และ d คือค่าคงที่

5) ใช้โปรแกรม R (Version 4.0.0) ในการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของแต่ละหน่วยทดลอง

ผลการวิจัย

1. ผลของการตัดขยายระยะและการใส่ปุ๋ยหลังการตัดขยายระยะต่อการเติบโตของต้นไม้

การเติบโตทั้งด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) และความสูง (Height) ของสักก่อนการทดลองตัดขยายระยะและใส่ปุ๋ยในสวนป่าสัก พบว่ามี DBH ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ความสูงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเนื่องจากสักอายุ 9 ปี มีเรือนยอดเริ่มเบียดชิดกัน ทำให้ต้นไม้พยายามที่จะเพิ่มความสูงเพื่อแก่งแย่งให้ได้รับแสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นสภาวะที่ต้องให้การพิจารณาทำการตัดขยายระยะเพื่อลดการแก่งแย่งและเพิ่มผลผลิตของสวนป่า

เมื่อทำการทดลองตัดขยายระยะและใส่ปุ๋ยหลังการตัดขยายระยะ ผลการศึกษาพบว่า การตัดขยายระยะมีผลต่อการเติบโตของต้นสักมากกว่าการใส่ปุ๋ย ทำให้ค่าการเติบโตทางด้าน DBH ในแปลงที่ตัดขยายระยะแม้ว่าจะมีการใส่ปุ๋ยหรือไม่ใส่จะมีค่าสูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ทำการตัดขยายระยะ โดยการใส่ปุ๋ยจะเป็นการเพิ่มให้มีการเติบโตมากขึ้นด้วย ส่วนการเติบโตทางด้านความสูงนั้น การตัดขยายระยะและใส่ปุ๋ยทำให้มีค่าความสูงแตกต่างจากหน่วยทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 2, Figures 2-3)

Table 1 DBH and Height of teak plantation before and after thinning and fertilizing test

	Before thinning		Just after thinning		1-year after		2-year after		3-year after	
DBH (cm)										
NTNF	11.800	n.s.	12.717	a	12.547	a	12.592	a	13.334	a
NTF	11.496	n.s.	12.821	a	12.770	ab	12.798	ab	13.806	a
TNF	11.532	n.s.	13.446	ab	13.685	bc	13.833	bc	15.273	b
TF	11.343	n.s.	13.998	b	14.199	c	14.354	c	16.157	b
Height (m)										
NTNF	11.882	b	13.494	ab	14.187	bc	13.469	ab	14.747	a
NTF	11.349	ab	13.860	ab	14.100	ab	13.707	ab	14.870	a
TNF	11.561	b	13.341	a	13.468	a	13.247	a	14.792	a
TF	10.934	a	14.466	b	14.567	c	14.353	b	15.794	b

Remark : Letters signify individual statistical differences among treatments in each measurement time, based on the ANOVA test. The treatments marked with the different letters are significantly different ($p < 0.05$).

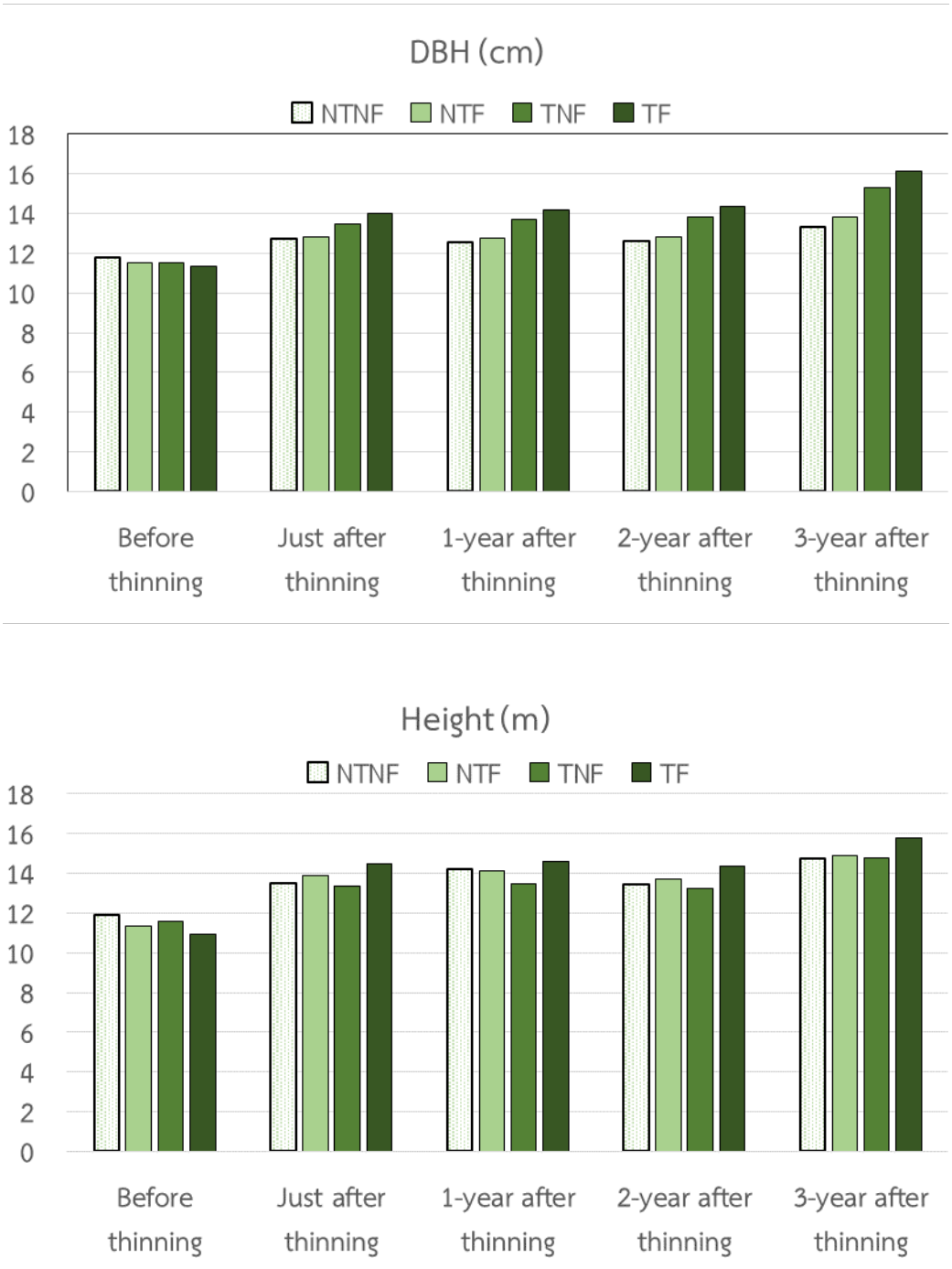


Figure 2 DBH and Height of teak before and after thinning and fertilizing test

2. ผลของการตัดขยายระยะและการใส่ปุ๋ยหลังการตัดขยายระยะต่อผลผลิตของสวนป่า

จากการคัดเลือกต้นไม้เพื่อเป็นตัวแทนจำนวน 15 ต้น สำหรับศึกษาสมการประมาณปริมาตรลำต้น โดยการประยุกต์ใช้ความสัมพันธ์แบบ allometric equation ในรูปของสมการยกกำลัง โดยในการศึกษาได้สร้างสมการที่ใช้ประมาณปริมาตรทั้งรวมเปลือก (over bark) และไม่รวมเปลือก (under bark) ได้โดยใช้มิติด้าน DBH และความสูง (H) และทดลองสร้างสมการโดยใช้ค่า DBH เพียงค่าเดียว เพื่อสร้างความสะดวกต่อการนำสมการไปใช้ ปรากฏผลดังนี้ (Figures 3-4)

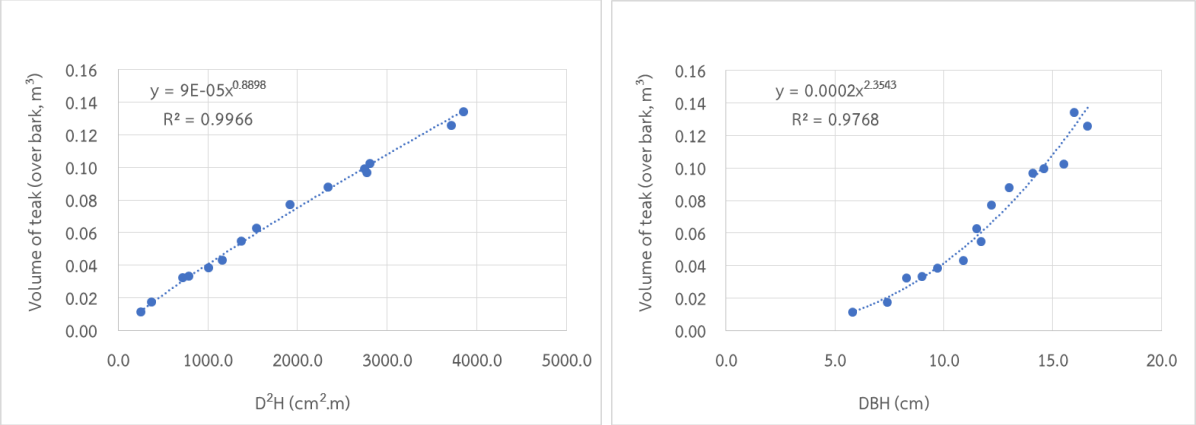


Figure 3 Relationship between the volume (over bark) and tree dimension (DBH^2H and DBH) of teak in the experimental plot

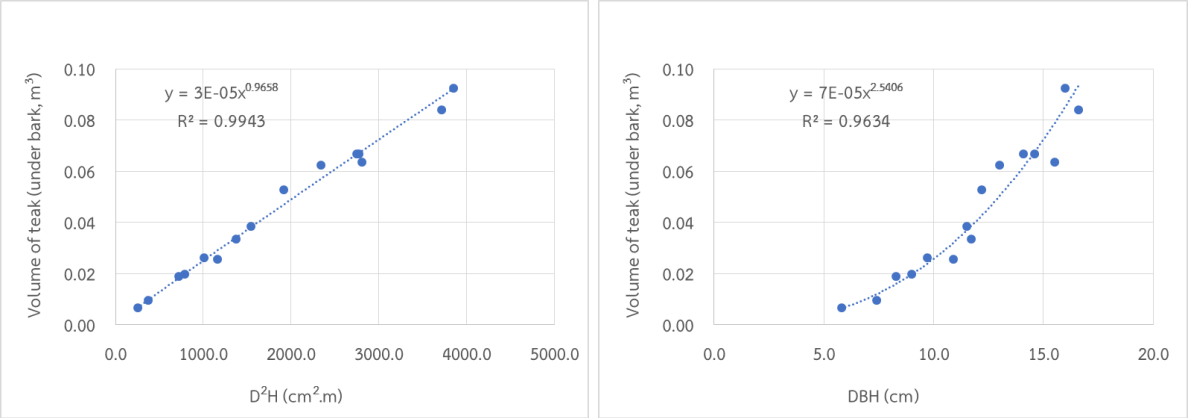


Figure 4 Relationship between the volume (under bark) and tree dimension (DBH^2H and DBH) of teak in the experimental plot

สมการความสัมพันธ์ระหว่างมิติของต้นไม้ ได้แก่ DBH และ H กับปริมาตรรวมเปลือกและปริมาตรไม่รวมเปลือก ได้แก่

Volume of over bark (m^3) = $0.00009 \times (DBH^2H)^{0.8898}$ $R^2 = 0.9966$ (1)

Volume of under bark (m^3) = $0.00003 \times (DBH^2H)^{0.9658}$ $R^2 = 0.9943$ (2)

สมการความสัมพันธ์ระหว่างมิติของต้นไม้ ได้แก่ DBH กับปริมาตรรวมเปลือกและปริมาตรไม่รวมเปลือก ได้แก่

Volume of over bark (m^3) = $0.0002 \times DBH^{2.3543}$ $R^2 = 0.9768$ (3)

Volume of under bark (m^3) = $0.00007 \times DBH^{2.5406}$ $R^2 = 0.9634$ (4)

จากความสัมพันธ์ตามสมการที่ (1) – (4) แสดงว่าการใช้มิติของต้นไม้เพียงค่า DBH มาใช้ประมาณปริมาตรของต้นสัก ตามสมการ (3) และ (4) สามารถนำมาใช้ประมาณปริมาตรได้ และนำไปใช้สำหรับเกษตรกรหรือประชาชนทั่วไปนำสมการดังกล่าวไปใช้ได้ โดยไม่ต้องทำการวัดค่าความสูงที่ทำได้ยากและอาจมีความถูกต้องน้อย

เมื่อนำสมการที่ได้จากการศึกษามาประมาณปริมาตรของต้นสักในแต่ละหน่วยทดลอง พบว่าการตัดขยายระยะทำให้มีปริมาตรรวมเปลือกรายต้นในแปลงตัดขยายระยะสูงกว่าในแปลงที่ไม่ตัดขยายระยะ ในแปลงที่ตัดขยายระยะการใส่ปุ๋ยมีปริมาตรรายต้นสูงกว่าในแปลงที่ตัดขยายระยะแต่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย ในขณะที่แปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะและไม่ได้ใส่ปุ๋ยมีแนวโน้มที่จะมีค่าต่ำสุด เช่นเดียวกับปริมาตรไม่รวมเปลือก สักในแปลงที่ตัดขยายระยะและใส่ปุ๋ยมีปริมาตรรายต้นสูงที่สุด และแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะและไม่ได้ใส่ปุ๋ยมีปริมาตรรายต้นต่ำที่สุดเช่นกัน (Figures 5-6)

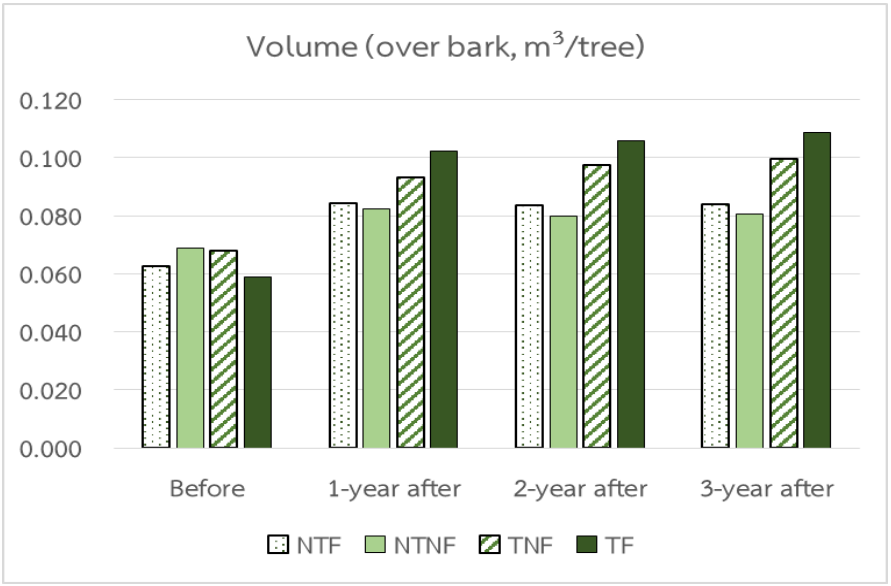


Figure 5 Stem volume (over bark) and DBH of teak before and after thinning and fertilizing test

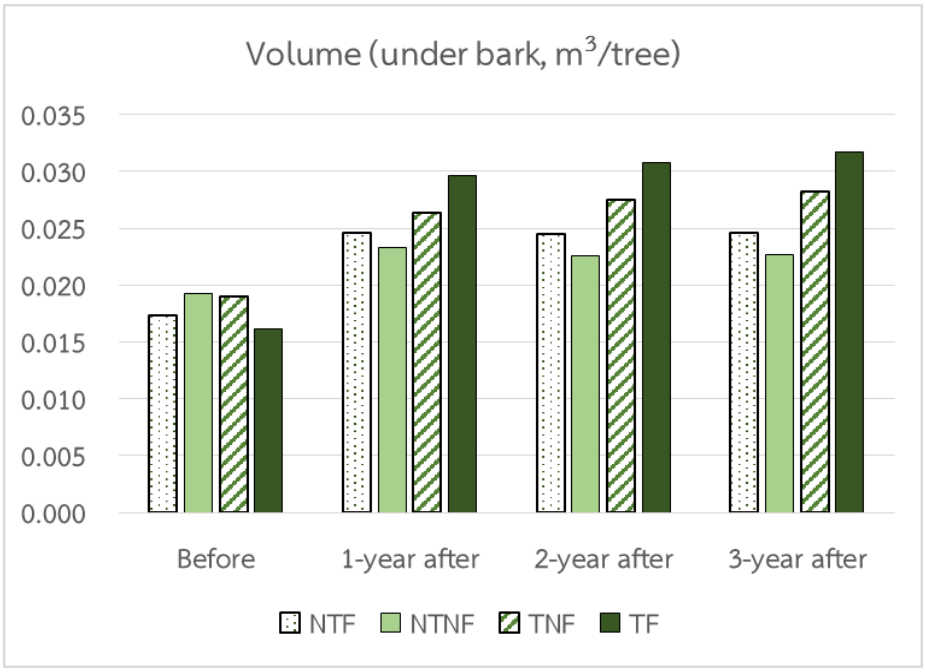


Figure 6 Stem volume (under bark) and DBH of teak before and after thinning and fertilizing test

ปริมาตรของหมู่ไม้ในแต่ละหน่วยทดลอง พบว่าการตัดขยายระยะทำให้มีจำนวนต้นไม้ลดลง ทำให้ปริมาตรของหมู่ไม้ทั้งรวมเปลือกและไม่รวมเปลือกมีค่าต่ำกว่าในแปลงที่ไม่ได้ทำการตัดขยายระยะ โดยการใส่ปุ๋ยไม่ได้ทำให้ค่าปริมาตรของหมู่ไม้ทั้งรวมเปลือกและไม่รวมเปลือกแตกต่างกันมากนัก (Figures 7-8) แม้ว่าปริมาตรของหมู่ไม้จะมีค่าลดลง แต่หากพิจารณาถึงขนาดของต้นไม้และปริมาตรรายต้นซึ่งในแปลงที่ตัดขยายระยะมีค่าสูงกว่านั้น ทำให้ได้ไม้ท่อนที่มูลค่ามากกว่า เนื่องจากราคาของไม้สักจะขึ้นกับขนาดของต้น ถ้ามีต้นขนาดใหญ่จะมีมูลค่าต่อลูกบาศ์กเมตรสูงกว่า ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าการตัดขยายระยะทำให้ต้นไม้มีผลผลิตมากขึ้น ในขณะที่การใส่ปุ๋ยหลังจากการตัดขยายระยะจะเป็นส่วนเสริมให้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้นด้วย

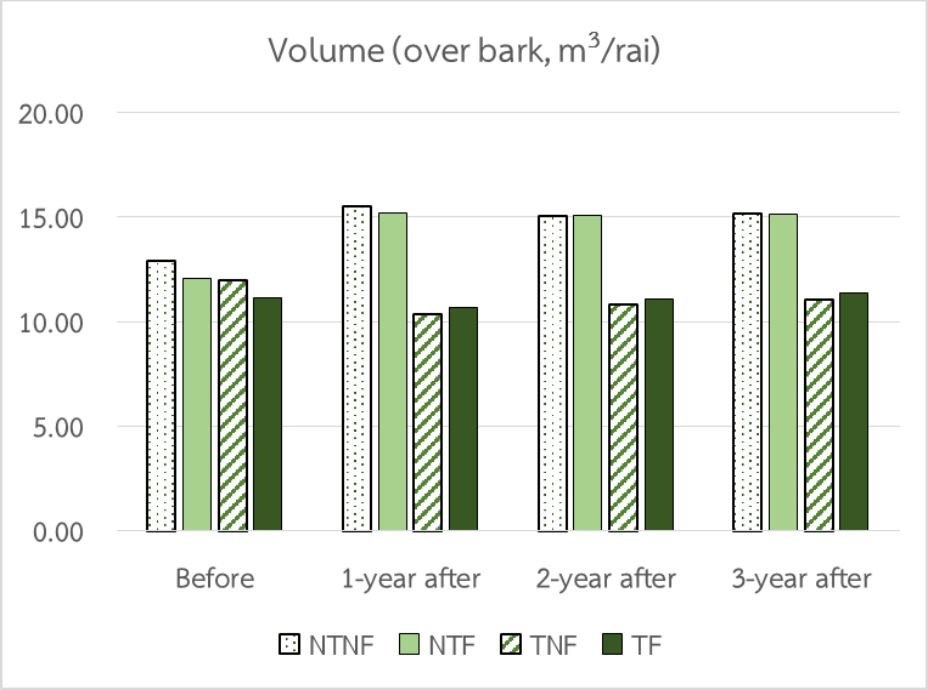


Figure 7 Stand volume (under bark) and DBH of teak before and after thinning and fertilizing test

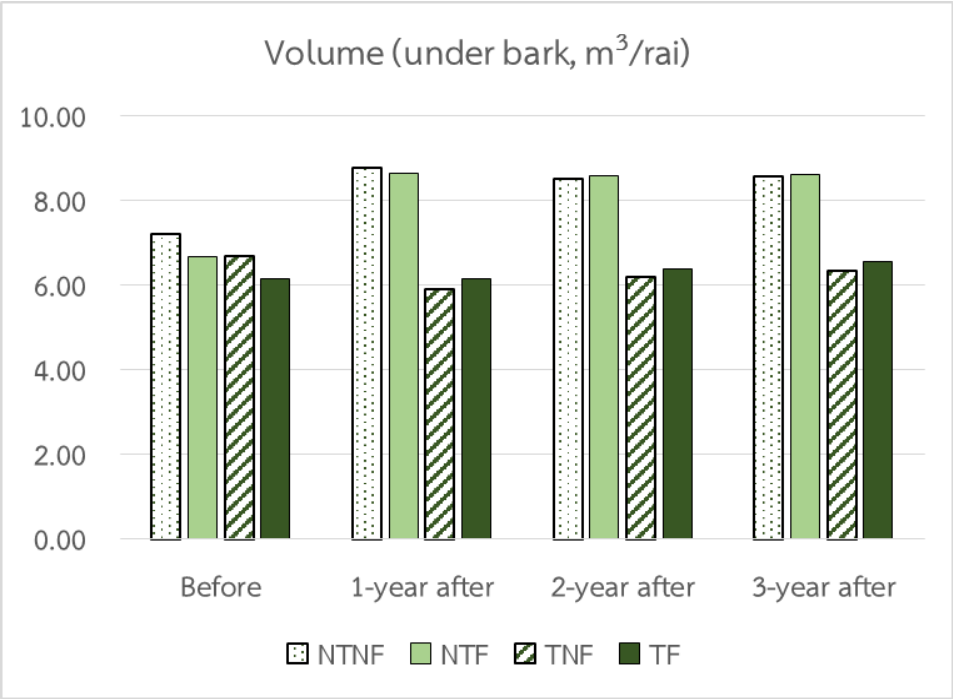


Figure 8 Stand volume (under bark) and DBH of teak before and after thinning and fertilizing test

3. ศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในสวนป่าสัก

จากต้นสักตัวอย่างทำการศึกษามวลชีวภาพส่วนลำต้น และนำมาสร้างความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพของลำต้นกับมิติของต้นไม้ด้าน DBH และความสูง (H) และทดลองสร้างสมการโดยใช้ค่า DBH เพียงค่าเดียว เพื่อสร้างความสะดวกต่อการนำสมการไปใช้ ปรากฏผลดังนี้ (Figure 9)

สมการความสัมพันธ์ระหว่างมิติของต้นไม้ ได้แก่ DBH และ H กับมวลชีวภาพส่วนลำต้น ได้แก่

$$\text{Biomass of stem (kg)} = 0.0171 \times (DBH^2H)^{1.0168} \quad R^2 = 0.9352 \quad (5)$$

$$\text{Biomass of stem (kg)} = 0.0395 \times (DBH^2H)^{2.6982} \quad R^2 = 0.9094 \quad (6)$$

เมื่อนำสมการที่ได้จากการศึกษามาประมาณปริมาตรของต้นสักในแต่ละหน่วยทดลอง พบว่าการกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในแปลงที่ไม่ได้ทำการตัดขยายระยะจะมีค่าสูงกว่าแปลงที่ทำการตัดขยายระยะ เนื่องจากมีจำนวนต้นไม้ต่อไร่มากกว่า และค่าการกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าเป็นไปตามปริมาตรของหมู่ไม้ (Figures 10-11)

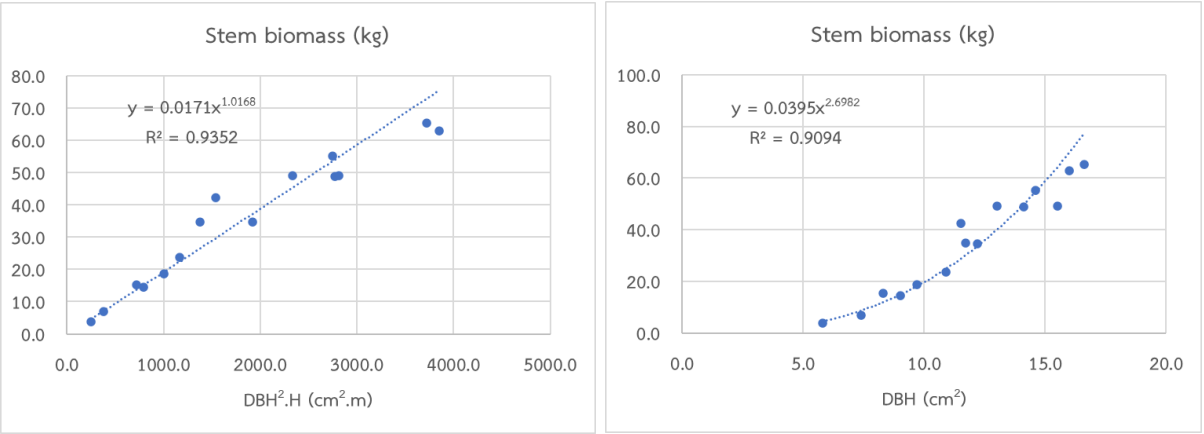


Figure 9 Relationship between the biomass of stem and tree dimension (DBH^2H and DBH) of teak in the experimental plot

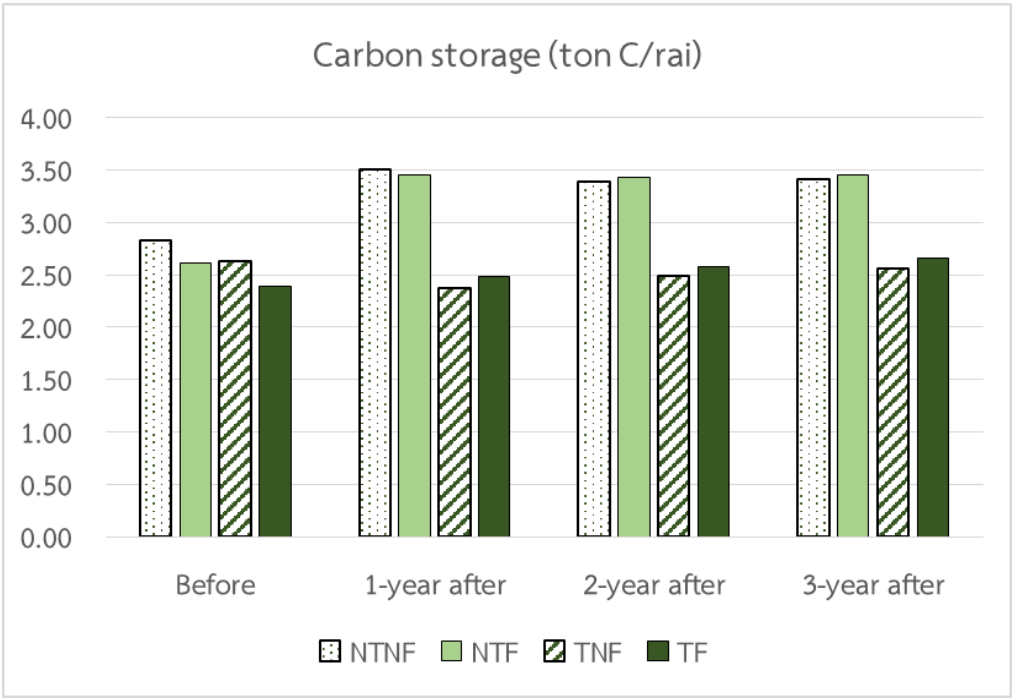


Figure 10 Carbon storage of teak before and after thinning and fertilizing test

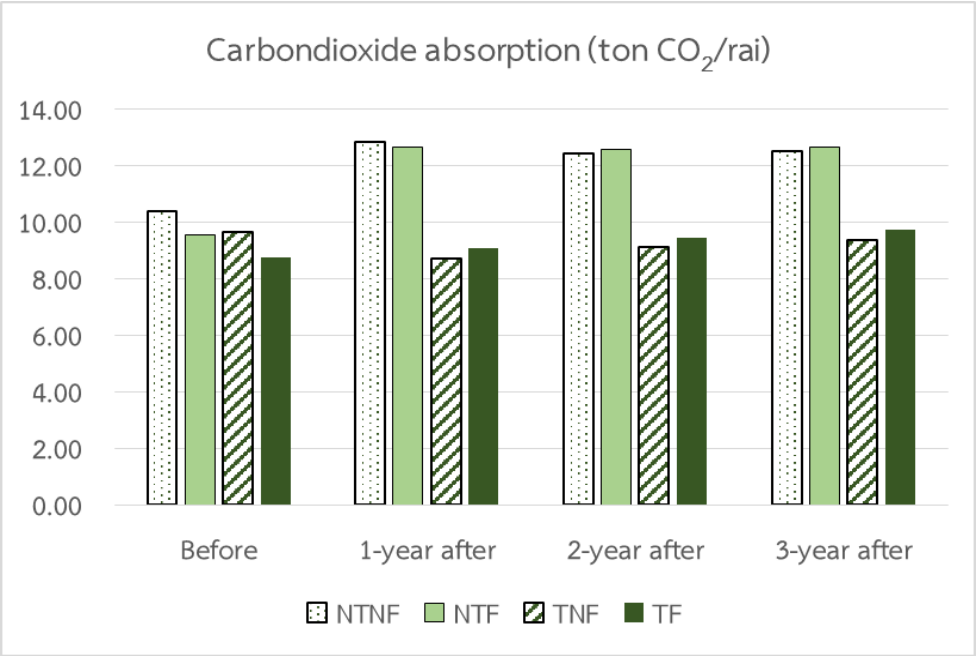


Figure 11 Carbon dioxide absorption of teak before and after thinning and fertilizing test

สรุปผลการวิจัย

1.การตัดขยายระยะทำให้ต้นสักในสวนป่ามีการเติบโตทั้งด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) และความสูงเพิ่มมากขึ้น โดยการใส่ปุ๋ยเป็นการช่วยเสริมการเติบโตให้มากขึ้น

2.การตัดขยายระยะทำให้ผลผลิตรายต้นของต้นสักในสวนป่า ได้แก่ ปริมาตรรวมเปลือกและปริมาตรไม่รวมเปลือกมีค่าสูงกว่าในแปลงที่ไม่ได้ทำการตัดขยายระยะ โดยการใส่ปุ๋ยเป็นการช่วยเสริมการเติบโตให้มากขึ้นด้วยเช่นกัน

3.จำนวนต้นไม้ในแปลงที่ทำการตัดขยายระยะมีจำนวนน้อยลง ทำให้ปริมาตรของหมู่ไม้มีค่าต่ำกว่าในแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะ รวมไปถึงศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าต่ำกว่าด้วยเช่นกัน

4.หากการปลูกสวนป่าสักเพื่อมุ่งเน้นด้านเศรษฐกิจ แม้ว่าการตัดขยายระยะทำให้ปริมาตรรวมของหมู่ไม้มีค่าน้อยกว่าการไม่จัดการด้วยการตัดขยายระยะ แต่ขนาดความโต ความสูง รวมถึงปริมาตรรายต้นของต้นไม้ในแปลงที่มีการตัดขยายระยะมีค่าสูงขึ้น จะทำให้มูลค่าการซื้อขายเพิ่มมากขึ้นอย่างมาก เนื่องจากการราคาของไม้สักขึ้นอยู่กับขนาดความโต ต้นที่มีขนาดความโตมากมีราคาต่อหน่วยปริมาตรสูงกว่าต้นที่มีขนาดความโตน้อยกว่า การใส่ปุ๋ยเพื่อทดแทนธาตุอาหารที่ถูกนำออกจากพื้นที่จากการตัดขยายระยะเป็นการเพิ่มการเติบโตและผลผลิตของสวนป่า ดังนั้นควรใส่ปุ๋ยหลังการตัดขยายระยะ

เอกสารอ้างอิง

เจริญ การกสิขวิธี, ชุบ เข็มนาค, สนิท อักษรแก้ว, ปรีชา ธรรมานนท์, พงษ์ศักดิ์ สหุนาหุ, สุรีย์ ภูมิภมร และวิสุทธิ์ สุวรรณภินันท์. 2522. การปลูกสวนพืชป่า ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กทม.

ทศพร วัชรางกูร บพิตร เกียรติวุฒินนท์ และ Koichi Kamo. 2540. การตัดสางขยายระยะและการแตกหน่อของสวนป่าไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส. เอกสารงานวิจัย เลขที่ 400020 ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้. 451 น.

พงษ์ศักดิ์ สหุนาหุ. 2529. นิเวศวิทยาป่าไม้กับการปลูกป่า เอกสารประกอบการอบรม หลักสูตรการปลูกสร้างสวนป่า กองการเจ้าหน้าที่ กรมป่าไม้ น. 116 -120

พงษ์ศักดิ์ สหุนาหุ วิชัย พรหมศิลป์ และสายัญห์ สุรภาพไมตรี. 2535. ดัชนีชั้นคุณภาพของพื้นที่และผลผลิตของสวนป่าไม้สัก ในจังหวัดลำปาง. น.209-227. *ใน* รายงานการสัมมนา 50 ปี สวนสักห้วยทาก เฉลิมพระเกียรติ 60 พรรษา มหาราชินี กรมป่าไม้ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ บริษัทไม้อัดไทย กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วรพรรณ หิมพานต์ ประพาย แก่นนาค วิโรจน์ ครองกิจศิริ สมชาย นองเนือง วรพจน์ คำใบ สมพร คำชมภู นุสบา ไหมเงิน ธีรยุทธ วงสอน ปิยนุช รับพร จารุณี โนรีเวช สุพัตรา กล่อมอิ่ม สุรินทร์ แข่งขัน และสุจิรา เจริญกรุง. 2565. วนวัฒนวิธีเพื่อเพิ่มผลผลิตและวิธีการประเมินผลผลิตของสวนป่าสัก, รายงานฉบับสมบูรณ์ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กทม.

ศูนย์วิจัยป่าไม้. 2539. การสำรวจและประเมินผลผลิตของสวนป่า องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์เสนอต่อองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 174 น.

สมเกียรติ จันทร์ไพแสง. 2535. ผลผลิตของสวนป่าไม้สัก. 375-403 *ใน* รายงานการสัมมนา 50 ปี สวนสักห้วยทาก เฉลิมพระเกียรติ 60 พรรษา มหาราชินี กรมป่าไม้ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ บริษัทไม้อัดไทย กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อำนวย คอวนิช, 2535. อดีต ปัจจุบัน และอนาคตของไม้สักในประเทศไทย. น. 1-14 *ใน* รายงานการสัมมนา 50 ปี สวนสักห้วยทาก เฉลิมพระเกียรติ 60 พรรษา มหาราชินี กรมป่าไม้ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ บริษัทไม้อัดไทย กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Adegbeihn, J.O. 1982. Preliminary results of the effects of spacing on the growth and yield of *Tectona grandis* LINN F. Indian Forester 108: 423-430.

Bermejo, I. I.C and A.S.A.S. Miguel. 2004 Growth and yield models for teak plantations in Costa Rica. Forest Ecology and Management. 189, 97-110.

Bermejo, I. I.C and A.S.A.S. Miguel. 2004 Growth and yield models for teak plantations in Costa Rica. Forest Ecology and Management. 189, 97-110. *Cited* Abayomi, J.O., 1984. A yield model for teak plantation in southern Nigeria. 14a Conferencia Anual de la Asociacio´n Forestal de Nigeria, Port Harcourt, Nigeria, Diciembre 3–8.

Bermejo, I. I.C and A.S.A.S. Miguel. 2004 Growth and yield models for teak plantations in Costa Rica. Forest Ecology and Management. 189, 97-110. *Cited* Akindele, S.O., 1991. Development of a site index for teak. J. Trop. For. Serv. 4 (2), 162–169.

Bermejo, I. I.C and A.S.A.S. Miguel. 2004 Growth and yield models for teak plantations in Costa Rica. Forest Ecology and Management. 189, 97-110. *Cited* Keogh, R., 1996. TEAK 2000: A Consortium Support for Greatly Increasing the Contribution of Quality Tropical Hardwood Plantations to Sustainable Development. IIMAD, Londres.

Bermejo, I. I.C and A.S.A.S. Miguel. 2004 Growth and yield models for teak plantations in Costa Rica. Forest Ecology and Management. 189, 97-110. *Cited* Laurie, M., Ram, B., 1939. Yield and stand tables for teak (Tectona grandisL.f.) plantations in India and Burma. Indian Forest Record Silviculture 4-A (1). Forest Research Institute, Dehra Dun, India.

Bermejo, I. I.C and A.S.A.S. Miguel. 2004 Growth and yield models for teak plantations in Costa Rica. Forest Ecology and Management. 189, 97-110. *Cited* Miller, A.D., 1969. Provisional Yield Tables for Teak in Trinidad. Trinidad and Tobago, Government Printery, Port of Spain.

Bermejo, I. I.C and A.S.A.S. Miguel. 2004 Growth and yield models for teak plantations in Costa Rica. Forest Ecology and Management. 189, 97-110. *Cited* Phillips, G.B., 1995. Growth functions of teak (Tectona grandis L.f.) plantations in Sri Lanka. Commonw. For. Rev. 74 (4), 361–374.

Kanninen, M., D. Pérez, M. Marcelino and V.Edgar. 2004. Intensity and timing of the first thinning of *Tectona grandis* plantations in Costa Rica: results of a thinning trial. Forest Ecology and Management. 259(3):89-99.

Keogh, R.M. 1979. Does teak have a future in tropical America ? Unasylva, 31(126) : 13-19.

Lowe, R.G. 1976. *Tectona grandis* Linn. f. thinning experiment in Nigeria. Commonw. Forest Review 55(3) : 189-202.

Ola –Adams, B.A. 1990. Influenee of spacing on growth and yield of *Tectona grandis* Linn. F . (Teak) and *Terminalia superba* Engl. & Diels (AFRA). Journal of tropical Forest Science 2 (3): 180-186.

Pandey and Brown, 2000. Teak: a global overview *in* Unasylva 201(51), 5-17.

Tewari, D.N., 1992. Amonograph on Teak (*Tectona grandis* L.f.). International Book Distributors, Dehra Dun, India.

Troup, R.S., 1921. The Silviculture of Indian Trees, vol. II Oxford University Press.

ภาพประกอบ

สภาพของแปลงทดลอง

ภาพการปฏิบัติงาน