บทคัดย่อ

โครงการศึกษาชนิด/พันธุ์ไม้สนเพื่อปลูกเป็นสวนป่า และการอนุรักษ์ในพื้นที่โครงการหลวงวัดจันทร์มีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อที่จะศึกษาศักยภาพของพื้นที่ สถานภาพของไม้สนในพื้นที่บ้านวัดจันทร์ ทั้งด้านปริมาณ และความต้องการใช้ไม้ รูปแบบการใช้ประโยชน์ รวมถึงศึกษาศักยภาพของไม้สนพื้นเมืองเปรียบเทียบกับไม้สนต่างถิ่น เพื่อส่งเสริมขยายผลการปลูกในพื้นที่ในอนาคต โดยทำการศึกษาบริเวณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ (หน่วยย่อยห้วยงู) อำเภอกัลยาณิวัฒนา จังหวัดเชียงใหม่ และพื้นที่สวนป่าไม้สนของกรมป่าไม้ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ โดยรายงานผลการดำเนินการในปีที่ 2 มีผลการศึกษาโดยสรุป ดังนี้

การทดสอบปลูกไม้สน

การปลูกทดสอบชนิดไม้สนนั้นได้ดำเนินการปลูกเรียบร้อยแล้วเมื่อเดือนพฤษภาคม ซึ่งปัจจุบันไม้สนทั้ง 5 ชนิดจาก 10 ถิ่นกำเนิด ในแปลงปลูกทดสอบมีอายุประมาณ 1 เดือน และมีอัตราการรอดตาย ความสูง และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่คอรากแตกต่างกัน โดยไม้สนเทคูนูมานี่จากถิ่นกำเนิด Yucul (Nicaragua) มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 21.93 เซนติเมตร ขณะที่สนสองใบจากถิ่นกำเนิดห้วยทา จังหวัดศรีสะเกษ มีความสูงเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 4.40 เซนติเมตร ส่วนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่คอราก พบว่า สนสองใบจากถิ่นกำเนิดห้วยทา จังหวัดศรีสะเกษ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่คอรากเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 5.17 มิลลิเมตร ขณะที่สนสามใบถิ่นกำเนิดดอยสุเทพ จังหวัดเชียงใหม่ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่คอรากเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 1.58 มิลลิเมตร อย่างไรก็ตามส่วนใหญ่ไม้สนในแปลงปลูกทดสอบมีอัตราการรอดตายค่อนข้างสูง

การใช้ประโยชน์ไม้สน

สนสองใบ และสนคาริเบียให้ปริมาณยางสนมากที่สุดด้วยกรรมวิธีการกรีดเปลือกส่วนสนสองใบ และโอคาร์ปาให้ปริมาณยางสนมากที่สุดด้วยกรรมวิธีเจาะรู อย่างไรก็ตามกรรมวิธีการกรีดเปลือกให้ปริมาณยางสนมากกว่ากรรมวิธีเจาะรู รวมทั้งการใช้สารเร่ง โดยใช้สารออกฤทธิ์เป็นกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์ ให้ปริมาณยางสนมากที่สุด โดยสนที่มีอายุมากจะให้ปริมาณยางสนดีกว่าสนที่มีอายุน้อย ดังนั้น วิธีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเก็บเกี่ยวยางสนในประเทศไทย คือ ใช้วิธีการกรีดเปลือกสนสองใบ และสนคาริเบียที่มีอายุมาก โดยใช้สารกระตุ้นเป็นกรดซัลฟูริกความเข้นข้น 40 เปอร์เซ็นต์

สนที่มีปริมาณเซลลูโลส (รวมโฮโลเซลลูโลส และแอลฟาเซลลูโลส) ปริมาณมาก คือ สนโอคาร์ปา สนเทคูนูมานี่ ส่วนสนสองใบมีปริมาณเซลลูโลสในปริมาณน้อย สนที่ปริมาณลิกนินและ

เพนโตแซนในปริมาณมาก คือ สนสองใบ และสนโอคาร์ปามีปริมาณลิกนิน และเพนโตแซนน้อยที่สุด ด้านสารแทรก โดยดูจากละลายในตัวทำละลายต่างๆ สนที่ปริมาณการลายในโซเดี่ยมไฮดรอกไซด์มากที่สุด คือ สนคาริเบีย และสนโอคาร์ปา ละลายน้อยที่สุด คือ สนเทคูนูมานี่ สนที่มีปริมาณการละลายในแอลกอฮอล-เบนซิน มากที่สุด คือ สนโอคาร์ปา ละลายน้อยที่สุด คือ สนเทคูนูมานี่ สนที่ละลายในน้ำมากที่สุด คือ สนเทคูนูมานี่ ละลายน้อยที่สุด คือ สนสองใบ ส่วนปริมาณเถ้ามากที่สุด คือ สนสองใบ น้อยที่สุด คือ สนเทคูนูมานี่ ปริมาณสารเคมีที่แตกต่างกันของสนแต่ละชนิดมีผลต่อการออกแบบ หรือแนวทางการใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ รวมทั้งแนวทางในการดำเนินการปรับปรุงคุณภาพของไม้ และผลิตภัณฑ์

สนทั้ง 5 ชนิด วงปีส่วนใหญ่เห็นชัดเจน เซลล์ส่วนใหญ่ของสนเป็นเทรคีต และพาเรงคิมา ซึ่งพาเรงคิมาตามยาวส่วนใหญ่จะเรียงตัวตามแนวของเครคีต และสามารถมองเห็นพิทได้อย่างชัดเจน ในด้านสัมผัส เรย์จะเรียงตัวตามแนวขวางของลำต้น และมีหลายแถว ท่อยางจะเรียงตัวตามยาวของลำต้น ส่วนของเส้นใย สนสองใบ และสนสามใบจะมีความหนามากกว่าสนชนิดอื่นๆ และสนคาริเบีย สนสองใบ และสนสามใบจะมีความยาวไฟเบอร์มากที่สุด

คุณสมบัติด้านพลังงานของไม้ฟืนจากสนใกล้เคียงกันทั้ง 5 ชนิดไม้สน ซึ่งสนโอคาร์ปาให้ค่าความร้อนมากที่สุด ส่วนถ่านไม้สนนั้น สนสองใบ สนคาริเบีย และสนโอคาร์ปาให้ความร้อนมากกว่าสนชนิดอื่นๆ ดังนั้นสรุปได้ว่า สนโอคาร์ปาเหมาะแก่การใช้ประโยชน์ด้านพลังงานมากกว่าสนชนิดอื่นๆ ทั้งในแง่ของไม้ฟืน และถ่านไม้

การศึกษาระบบวนวัฒน์วิธีในการจัดการไม้สนพื้นเมือง/ต่างถิ่น

การวิเคราะห์ปริมาณ กำลังผลิต และสุขภาพของไม้สน

ผลการศึกษาการเติบโตของไม้สนสองใบ โดยอาศัยเทคนิคการวิเคราะห์วงปีไม้หรือรุกขกาลวิทยา พบว่า ตัวอย่างไส้ไม้ที่มีอายุมากที่สุด มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 77.5 เซนติเมตร มีความกว้างของวงปีวงสุดท้ายในปี พ.ศ. 2235 ดังนั้นจึงสามารถกำหนดช่วงของความกว้างวงปีได้ถึง 324 ปีย้อนหลัง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2235 ถึงปี พ.ศ. 2558 ส่วนตัวอย่างไม้สนสองใบที่มีอายุน้อยที่สุด มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 44.7 เซนติเมตร มีอายุ 84 ปี

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการสร้างตัวแบบการเติบโต พบว่า ในช่วงอายุ 74–142 ปี ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางต้นไม้ เท่ากับ 53.43 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มขึ้นปีละ 0.41 เซนติเมตร มีตัวแบบการเติบโตแบบสมการเส้นตรง DBH = -0.0017year+0.5309 (R^2=0.181) ในช่วงอายุ 143–231 ปี ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางต้นไม้เท่ากับ 67.93 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มขึ้นปีละ 0.23 เซนติเมตร

มีตัวแบบการเติบโตแบบสมการเอ็กซ์โปเนเชียล DBH = $0.447e^{(-0.005)(year)}$ (R^2=0.665) ในช่วงอายุ 232–324 ปี ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางต้นไม้ เท่ากับ 75.65 เซนติเมตร สามารถแบ่งช่วงการเติบโตได้เป็น 2 ช่วงอย่างชัดเจน ช่วงปีที่ 1-142 มีค่าเฉลี่ยการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มขึ้นปีละ 0.25 เซนติเมตร และช่วงตั้งแต่ปีที่ 143 ซึ่งเป็นช่วงที่การเติบโตเพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลง มีค่าเฉลี่ยการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มขึ้นปีละ 0.09 เซนติเมตร มีตัวแบบการเติบโตแบบสมการเอ็กซ์โปเนเชียล DBH = $0.276e^{(-0.004)(year)}$ (R^2=0.496) ทั้งนี้ ผลการศึกษากำลังผลิตของไม้สนสองใบโดยใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกย้อนหลังจากการวัดความกว้างวงปีไม้ และความสูง พบว่าไม้สนสองใบจะมีปริมาตรเพิ่มขึ้นเฉลี่ยปีละ 0.032 ลูกบาศก์เมตรต่อต้น

การประเมินสุขภาพไม้สนสองใบบริเวณหน่วยย่อยห้วยงูจากแปลงทดลอง 33 แปลง มีจำนวน 507 ต้น ทำการสำรวจไม้สนที่ถูกเผาทำลายเก็บยางสน พบว่า มีต้นสนที่เป็นแผลของการถูกทำลายจากการเก็บไม้เกี๊ยะ จำนวน 105 ต้น คิดเป็น 20.71 %ของต้นสนทั้งหมด โดยมีลักษณะแผลของการถูกทำลายจากการเก็บไม้เกี๊ยะแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ ประเภทแผลที่ 1 คือ บาดแผลการเจาะ และเผาเป็นหลุมเล็กๆ แต่เป็นทางยาว และประเภทแผลที่ 2 คือ บาดแผลที่เกิดจากการถากเป็นแผลใหญ่ โดยพบว่า ต้นสนสองใบที่มีแผลของการเก็บไม้เกี๊ยะ สำรวจพบจำนวนแผลรอบต้นพบว่ามีจำนวนแผล ตั้งแต่ 1–6 แผล มีปริมาตรของแผลน้อยที่สุด คือ 0.03 ลูกบาศก์เมตร ส่วนปริมาตรแผลที่พบมากที่สุด คือ 0.76 ลูกบาศก์เมตร โดยเมื่อทำการเทียบปริมาตรของแผลที่เกิดขึ้นกับปริมาตรของลำต้นเหนือพื้นดินถึงที่ระดับความสูง 2 เมตร พบว่า มีต้นสนสองใบที่มีเปอร์เซ็นต์ของแผลมากที่สุด 62.62 % จำนวน 1 ต้น และต้นสนที่มีลักษณะแผลของการถูกทำลายจากการเก็บไม้เกี๊ยะที่มีสัดส่วนบาดแผลเมื่อเทียบกับลำต้นมากกว่า 30 % จำนวน 16 ต้น โดยหากสัดส่วนของปริมาตรแผลเท่ากันให้พิจารณาตัดต้นที่มีบาดแผลประเภทที่ 2 ก่อน เนื่องจากมีโอกาสโค่นล้มได้ง่ายกว่า ซึ่งควรนำสัดส่วนของแผลที่เกิดขึ้นมาเป็นเกณฑ์ในการเลือกต้นที่มีความเสี่ยงที่จะหักโค่นเป็นต้นที่ควรตัดขยายระยะออก เพื่อวางแผนเสนอแนวทางการจัดการไม้สนห้วยงู เพื่อเป็นการส่งเสริมการสืบพันธุ์ตาธรรมชาติของไม้สนให้ดีขึ้น

การตัดขยายระยะไม้สนคาริเบีย

คัดเลือกพื้นที่ทดสอบการตัดขยายระยะของไม้สนคาริเบียอายุประมาณ 12 ปี ในพื้นที่บริเวณสถานีวนวัฒน์วิจัยอินทขิล จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 20 บล็อก กำหนดการตัดสางขยายระยะเป็น 5 รูปแบบ รูปแบบละ 3 ซ้ำ ยกเว้นแปลงควบคุมที่มีจำนวน 8 ซ้ำ จากนั้นตัดสางไม้ออกและติดตามอัตราการเติบโตของไม้ที่เหลืออยู่ในปีต่อๆ ไป

การศึกษาการเจริญทดแทนของไม้สนสองใบ

แปลงที่มีไม้สนหนาแน่นมาก และหนาแน่นน้อย พบต้นสนสองใบจำนวน 203 และ 56 ต้น ตามลำดับ แปลงที่มีไม้สนหนาแน่นมากมีการกระจายของหมู่ไม้เป็นแบบ Balanced uneven-aged stand เป็นรูปตัว J ในหมู่ไม้นี้จะมีการกระจายตัวของชั้นอายุสม่ำเสมอตั้งแต่การสืบพันธุ์จนถึงต้นไม้ใหญ่ ซึ่งจากข้อมูลที่พบแสดงให้เห็นว่า การสืบพันธุ์ตามธรรมชาติของสนสองใบในพื้นที่ศึกษายังคงเป็นไปตามกลไกธรรมชาติ โดยมีไม้ขนาดเล็กที่พร้อมจะทดแทนไม้ใหญ่ที่ตาย ซึ่งหมู่ไม้นี้จะให้ผลผลิตที่สม่ำเสมอตลอดไป (Sustained yield) ส่วนแปลงที่มีความหนาแน่นน้อย มีความถี่ในการกระจายตามชั้น โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และความสูงในช่วงอันตรภาคชั้นที่ 1 มากที่สุด แต่เป็นหมู่ไม้ที่มีชั้นอายุไม่เท่ากัน และแต่ละชั้นอายุขึ้นอยู่บนพื้นที่ไม่เท่ากัน โดยพบว่าในช่วงอันตรภาคชั้นที่ 2 มีจำนวนต้นสนน้อย หมู่ไม้นี้เป็นโครงสร้างแบบIrregular uneven-aged stand

ผลจากการศึกษาในปีที่ 1 และ 2 มีข้อเสนอแนวทางเบื้องต้นในการจัดการป่าสนบ้านวัดจันทร์ โดยควรต้องมีการดำเนินการจัดการกับไม้สนสองใบที่ถูกเก็บไม้เกี๊ยะที่มีสุขภาพไม่ดี โดยหากจำเป็นควรวางแผนกำหนดการตัดฟันไม้เหล่านี้ โดยกำหนดแผนการตัดฟันแบ่งเป็น 2 compartment และกำหนดระดับความหนักเบา (harvesting intensity) จากขนาดพื้นที่หน้าตัดที่ต้องการตัดออก (10-40%) โดยมุ่งเน้นตัดต้นสนที่สุขภาพไม่ดีมีร่องรอยจากการเก็บไม้เกี๊ยะ และหลังจากตัดฟันไม้ออกไปแล้ว ควรมีการจัดการในด้านการสืบพันธุ์ตามธรรมชาติของไม้สน (ลูกไม้ ไม้หนุ่ม) ที่ขึ้นเจริญทดแทนตามธรรมชาติในพื้นที่ต่อไป

ABSTRACT

The program “The study of pine for economic plantation and conservation at Wat Chan Royal Project” aimed to study the potential of the site as well as the pine status, i.e. productivity, increment, utilization, and timber consumption, for both indigenous and exotic pines. The study sites are located in Wat Chan Royal Project Development Center (Huai Ngoo substation), Galyani Vadhana district, Chiang Mai province, and pine genetic improvement experimental plots in Chiang Mai. The total study period is 5 years, starting from 2016 to 2020. The results below are of those studied in the 2nd year.

Pine species trials

The study of species /provenance trials was planted seedling on May. After planted 1 month seedling 5 species from 10 provenances were shown that *P. tecunumanii* from Yucul (Nicaragua) perform highest in height (21.93 cm), while *P. merkusii* from Huey Tha, Sisaket showed lowest in height (4.40 cm). *P. merkusii* from Huey Tha, Sisaket did the best in diameter at root collar (5.17 mm) and *P. kesiya* from Doi Suthep showed lowest (1.58 mm). High survival rate were found in all species and provenances.

Pine utilization

P. merkusii and *P. caribaea* gave the highest amount of oleoresin by bark chipping method but *P. merkusii* and *P. oocarpa* and gave the highest amount of oleoresin by borehole method. Comparing resin tapping method, bark chipping method gave the higher resin than borehole method. For stimulant, the proper ingredient was the mixture of sulphuric acid 40% concentration with lubricant and plant growth regulators.

The highest cellulose content were in *P. oocarpa* and *P. tecunumani* but *P. merkusii* was the lowest one. *P. merkusii* has the highest lignin and pentosan amount but *P. oocarpa* has the lowest one. *P. caribaea* and *P. oocarpa* had the highest NaOH solubles but *P. tecunumani* had the lowest NaOH solubles. The highest alcohol-benzene solubility was *P. oocarpa* but *P. tecunumani* had the

lowest one. The highest hot water solubility was *P. tecunumani* but *P. merkusii* has the lowest one. *P. merkusii* had the highest ash content but *P. tecunumani* had the lowest one.

For anatomical features, five pine species had a clear distinct growth ring boundaries. Tracheid and parenchyma were presented through the entire growth ring. Longitudinal parenchyma laid along tracheid alignment. Pit was noticeable in the tangential section. Ray had the multiple rows perpendicular to longitudinal parenchyma and tracheid. Resin canals are visible in cross section view. However, *P. merksii* and *P. kesiya* had thicker cell wall and *P. caribaea* than others. *P. caribeae*, *P. merkusii* and *P. kesiya* had the longest fiber.

For energetic properties, five pine species was no significantly different. *P. oocarpa* had the highest heating value for firewood. Charcoal from *P. merkusii*, *P. caribaea* and *P. oocarpa* was the highest group of heating values. *P. oocarpa* was highest suitability for firewood and charcoal.

Silvicultural practices for exotic pine

Yield and health of natural pine stand

The growth of *P. merkusii* was studied by using tree-ring analysis technique on 17 individual trees. Diameter of the oldest tree was 77.5 cm indicating 324 years old (from 1692 – 2015) while the youngest tree was 84 years old with the diameter of 44.7 cm.

The growth model consists of 3 periods:

1. Age between 74 - 142 years, the mean diameter was 53.43 cm. The average diameter growth increased 0.41 cm per year. The best fit model was linear; DBH = -0.0017 (year) + 0.5309 (R^2=0.181)

2. Age of 143 – 231 years, the mean diameter was 67.93 cm. The average diameter growth increased 0.23 cm per year. There best fit model was exponential; DBH = $0.447e^{(-0.005)(year)}$ (R^2=0.665).

3. Age of 232 – 324 years, the mean diameter is 75.65 cm. The growth can be divided into two periods. During the year 1-142, the average diameter growth

is increased by 0.25 cm per year. However, after 143 years growth rate increased at a gradual rate at 0.09 cm per year. There best fit model was exponential; DBH = 0.276e $^{(-0.004)(year)}$ (R^2=0.496)

The yield of *P. merkusii* calculated from average diameter and height provided the average annual increment volume of 0.032 cubic meter per tree.

According to tree health, the results from 33 inventory sample plots showed that 105 individual (20.71%) of pine were wounded from wood igniter harvesting. Wounds can be classified into two categories: 1) wound and puncture with small but long hole, 2) big wound. The numbers of wounds in one tree can be up to 6. The range of the wound per tree was between 0.03 -0.76 cubic meters. The most damaged tree was wounded about 62.62% of total tree volume. The damage more than 30 % was found in 16 trees. If the proportion of wound volume is equal, consider cutting wound type 2 because it is vulnerable to windsnap. The old and unhealthy pine should be removed out of the area for stimulating the natural regeneration.

Thinning of *P. caribaea*

Experimental site was selected for 12 years old *P. caribaea* with 20 blocks in Intakin Silvicultural Research station at Chiangmai Province. Intensities of thinning was applied for 5 levels, of which each thinning intensity comprised of 3 replicates, except control (no thinning) with has 8 replicates. Growth rate of trees left after thinning will be monitored for the rest of the project period.

Natural regeneration of pine

The trees from 3 sample plots of high density and 3 sample plots of low density were 203 and 56, respectively. High density plots showed an uneven-aged stand (J shape). As a result, reproduction of pine trees for high density area follows natural mechanisms (Sustained yield), whereas the low density plots showed irregular uneven-aged stand characteristics.

The guideline for pine management based on this 1st and 2nd year study was that old-unhealthy pine should be removed out of the area for stimulating natural regeneration. The harvesting system for these unhealthy pine trees will be divided into

2 compartments. In addition, cutting intensity should be based on basal area (10-40% of total basal area). Pine natural regeneration management should be managed to ensure the sustainable succession in the area.