การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของไม้สน 5 ชนิดเพื่อการสร้างมูลค่าเพิ่ม

Study on the chemical properties of five pinus species for value added

จันไท จิตรจักร[1] **(CHANTHAI CHITCHAK)**

นฤมล ภานุนำภา[2] **(NARUMOL PANUNUMPA)**

สุวรรณา อ่ำเผือก[1] **(SUWANNA UMPHAUK)**

จิราภรณ์ สินธุเทา[3] **(JIRAPORN SINTUTAO)**

วรรณภา สมบัติ[3] **(WANNAPA SOMBUT)**

จีรภรณ์ ศักดาคาร[3] **(JEERAPORN SAKDAKHAN)**

บทคัดย่อ

งานวิจัยชิ้นนี้มีเป้าหมายเพื่อศึกษาผลผลิตยางสน และคุณสมบัติของชันสนและน้ำมันสนจากไม้สน 5 ชนิด ดังนี้ สนสามใบ สนสองใบ สนโอคาร์ป้า สนคาริเบีย และสนเทศูนูมานี่ โดยพิจารณาจากปริมาณผลผลิตน้ำยางดิบ คุณสมบัติของน้ำมันสนและชันสน ตามฤดูกาล พบว่า น้ำยางดิบให้ผลผลิตมากที่สุดในฤดูฝน โดยสนโอคาร์ป้าให้ผลผลิตน้ำยางดิบสูงสุด เมื่อนำน้ำยางดิบมากลั่นด้วยน้ำ จะแยกได้น้ำมันสนและชันสน พบว่า น้ำมันสนได้ปริมาณผลผลิตสูงสุดในฤดูร้อน คือ สนสามใบ ให้ผลผลิตที่ร้อยละ 21.67 ชันสนให้อัตราผลผลิตสูงสุดในฤดูฝน คือ สนสองใบ ให้ผลผลิตที่ร้อยละ 84.00 จากนั้นนำชันสนจากไม้สน 5 ชนิดที่เก็บในฤดูกาลต่าง ๆ มาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีด้วยวิธีทดสอบตามมาตรฐาน ASTM เทียบกับคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 480–2550 พบว่า ชันสนจากทุกชนิดที่เก็บได้ในฤดูร้อน มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จากนั้นวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันสน พบว่า น้ำมันสนทุกชนิดให้คุณลักษณะทางกายภาพที่ใกล้เคียงกัน เมื่อนำตัวอย่างน้ำมันสนแต่ละชนิดมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยเครื่องแก๊ส โครมาโตกราฟ เชื่อมต่อแมส สเปคโตรเมตรี (GC/MS) พบสารสำคัญในสนสามใบ สนสองใบ สนโอคาร์ป้า และสนคาริเบีย คือ

---

[1] นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ e – mail : C.Chitchak@gmail.com

[1] นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้

[1] ผู้ช่วยนักวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้

alpha-Pinene พบปริมาณร้อยละ 61.11 – 99.50 ในขณะที่สารสำคัญในสนเทคูนูมานี่แตกต่างจากน้ำมันสนทั้ง 4 ชนิด คือ delta-3-Carene พบปริมาณร้อยละ 67.29 – 69.27 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีชันสน พบสารสำคัญ คือ Dehydroabietic acid ปริมาณร้อยละ 24.29-100 และ Longifolene ปริมาณร้อยละ 25.90 – 44.04

จากผลการศึกษาสรุปได้ว่า ผลผลิตและคุณสมบัติของยางสนจากไม้สนแปรตามชนิดและฤดูกาล หากพิจารณาปริมาณผลผลิตและคุณภาพ ไม้สนจะให้ยางสนคุณภาพดีที่สุดในฤดูร้อน เมื่อเปรียบเทียบจากไม้สน 5 ชนิด สนสามใบให้น้ำมันสนคุณภาพสูงสุด และสนสองใบให้ชันสนคุณภาพสูงสุด

คำหลัก: น้ำมันสน ชันสน สนสองใบ สนสามใบ สนโอคาร์ป้า สนคาริเบีย สนเทคูนูมานี่

ABSTRACT

This research studied of five Pinus species i.e.,*Pinus kesiya*, *Pinus merkusii*, *Pinus oocarpa*, *Pinus caribaea* and *Pinus tecunumanii* to compared the oleoresin yield and determined properties in seasonal variation. Yield of oleoresin, the highest oleoresin yield was observed in rainy with *P. oocarpa*. The samples of oleoresin were produced through hydrodistillation, remaining distillation residue fraction containing turpentine and rosin were obtained. The turpentine yields were highest in summer with *P. kesiya* (21.67%) and rosins were the highest in rainy with *P. merkusii* (84.00%). In addition, ratio between the highest turpentine and rosin percentages showed yield for 2:5 and 1:6, respectively. As initial step to utilize gum oleoresin, rosin and turpentine, there need to determined chemical, physical properties and chemical compositions. The chemical properties analysis of rosin samples is in the standard of TISI (480–2007). In another way, This may assume that products are suitable for industry use. The turpentine physical analysis, It showed that all turpentine samples have similar results. After that, the chemical compositions were analysis by Gas Chromatograph interface with Mass Spectrometry (GC/MS). The main turpentine components in *P. kesiya*, *P. merkusii*, *P. oocarpa* and *P. caribaea* showed as alpha–Pinene with 61.11 – 99.50 percentages, while *P. tecunumanii* showed delta–3–Carene with 67.29 – 69.27 percentages, respectively. The rosin components, there showed dehydroabietic acid and Longifolene as main compound with 24.29–100 and 25.90 – 44.04 percentages.

The obtained results suggested that oleoresin components and their properties were relative with season and species. To compared the yield and quality of five Pinus, *P. kesiya* offer the best quality turpentine, while *P. merkusii* offer the best quality rosin.

Keywords: Turpentine, Rosin, *Pinus kesiya*, *Pinus merkusii*, *Pinus oocarpa*, *Pinus caribaea*, *Pinus tecunumanii*

คำนำ

พืชในกลุ่มสน (Conifers) เป็นพืชดึกดำบรรพ์กลุ่มแรกที่เกิดขึ้นในยุคมีโซโซอิค (Mesozoic era) จัดเป็นพืชในกลุ่มเมล็ดเปลือย (Gymnosperm) ไม้สนที่พบขึ้นอยู่ตามธรรมชาติในประเทศไทยจัดเป็นไม้สนเขตร้อน (Tropical pine) คือ สนสองใบ หรือสนเปลือกหนา (*Pinus merkusii*) และสนสามใบหรือสนเปลือกบาง (*Pinus kesiya*) พบในแถบภาคเหนือของประเทศ บางส่วนแถบจังหวัดกาญจนบุรี นอกจากนี้ยังพบป่าสนขึ้นในพื้นที่ราบที่มีดินเป็นดินทรายในแถบจังหวัดอุบลราชธานี ศรีสะเกษ และสุรินทร์ (กองค้นคว้า, 2514) ต่อมาในปี พ.ศ. 2514 กรมป่าไม้ได้ทดลองนำไม้สนเขตร้อนต่างถิ่นหลายชนิดมาปลูกในประเทศไทย โดยโครงการปรับปรุงพันธุ์ไม้สน กรมป่าไม้ร่วมกับรัฐบาลเดนมาร์ก พบว่า มีไม้สนเขตร้อนอีก 3 ชนิด ที่เจริญเติบโตได้ดีในประเทศไทย คือ สนคาริเบีย (*Pinus caribaea*) สนโอคาร์ป้า (*Pinus oocarpa*) และสนเทคูนูมานี่ (*Pinus tecunumanii*) จึงได้มีการดำเนินการปรับปรุงพันธุ์ไม้สนในประเทศไทย และทำการทดสอบการปลูกไม้สนทั้ง 5 ชนิดในเขตพื้นที่ภาคเหนือ พบว่า มีการเจริญเติบโตได้ดี (ศูนย์วนวัฒนวิจัยภาคเหนือ, 2551)

การใช้ประโยชน์ไม้สน สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย ในปัจจุบันนิยมนำไปเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ การแปรรูปไม้เพื่อทำเฟอร์นิเจอร์ ในขณะเดียวกัน ยังมีการเจาะเนื้อไม้เพื่อนำเอายางดิบไปใช้ประโยชน์ ได้แก่ การกลั่นเป็นชันสน (Rosin) และน้ำมันสน (Turpentine) มูลค่าของชันสนและน้ำมันสนจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี รวมถึงองค์ประกอบทางเคมี ได้มีรายงานการศึกษาถึงองค์ประกอบทางเคมีของสนสองใบจากประเทศอินโดนีเซียด้วยเครื่อง GC/MS พบสารสำคัญในน้ำมันสน คือ alpha-Pinene สูงถึงร้อยละ 73.3-87.2 (Sukarno *et. al.*, 2015) และพบสารอื่นๆ ได้แก่ delta-3-Carene, beta-Pinene, Camphene, Myrcene, Sabinene และ Limonene นอกจากนี้ ยังมีรายงานถึงการใช้ประโยชน์สารสกัดดังกล่าวที่ได้จากการสกัดจากน้ำมันสน อาทิ การใช้สารสกัด alpha-Pinene เพื่อการกำจัดแมลงด้วยวิธีชีวภาพ การใช้ beta-Pinene ในอุตสาหกรรมยา การทำน้ำหอม และอุตสาหกรรมต่างๆ หลายประเภท (Stubbs *et. al.*, 1984) (Kelkar *et. al.*, 2006) จึงนับได้ว่าเป็นพืชที่ให้มูลค่าทางเศรษฐกิจได้เป็นอย่างดี

งานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อเปรียบเทียบผลผลิตและคุณภาพของยางสนในแต่ละฤดูกาลของไม้สน 5 ชนิด ด้วยวิธีเจาะยางสนแบบเดียวกันโดยไม่ใช้กรดกระตุ้นน้ำยาง จากนั้นตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในชันสนและน้ำมันสน เพื่อประเมินคุณภาพ และใช้เป็นข้อมูลส่งเสริมการเพิ่มมูลค่าผลผลิตจากไม้สนในประเทศไทยต่อไป

วิธีการศึกษา

แหล่งเก็บตัวอย่างและข้อมูลทั่วไป

โครงการวิจัยนี้ได้ร่วมกับสถานีวนวัฒนวิจัยห้วยบง และแม่สะนาม อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่ สำหรับเป็นแหล่งเก็บข้อมูลทั่วไป และเก็บตัวอย่างน้ำยางสน 5 ชนิด มีการวางผังการทดลองการปลูกแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design: RCBD) เก็บตัวอย่างชนิดละ 10 ต้น บันทึกข้อมูลพื้นที่ที่ทำการวิจัย วัดความโตของต้นที่ระดับความสูง 1.30 เมตร เจาะน้ำยางตามฤดูกาลต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 1 และ 2

Table 1. Growth information of five pinus species

Species	Amount	Year planted	Mean DBH (cm.)	Height (m.)	Spacing (m.)
P. kesiya	10	1971	21.49	21.71	3x3
P. merkusii	10	1971	22.50	15.2	3x3
P. oocarpa	10	1972	25.53	23.37	3x3
P. caribaea	10	1972	23.40	21.54	3x3
P. tecunumanii	10	1984	30.40	24.4	6x1.5

Table 2. Location and weather description of five pinus species

Species	Provenance	Site	Altitude (m.)	Rainfall (mm/y)	Temperature (°C) Max	Min
P. kesiya	0006, Doi Inthanon, Chiang Mai	Huay bong	800	1,100	27.5	17.0
P. merkusii	1020, Huay tha, Srisaket	Huay bong	800	1,100	27.5	17.0
P. oocarpa	3044, Angeles, Honduras	Huay bong	800	1,100	27.5	17.0
P. caribaea	2026, Queensland, Australia	Huay bong	800	1,100	27.5	17.0
P. tecunumanii	3254, San Rafael, Honduras	Mae sanam	1,100	1,300	26.0	18.0

การเจาะเก็บยางสน

เริ่มเจาะรอบแรก โดยให้ส่วนล่างของรอยแผลที่เจาะเปลือกออกนั้นอยู่ที่โคนต้น มีระยะสูงประมาณ 70 เซนติเมตร เจาะต้นสน แกะเปลือกแห้งซึ่งเป็นเปลือกชั้นนอกออก แล้วจึงปลอกเปลือกในชั้นต่อไป โดยใช้มีดสำหรับกรีดเจาะที่จัดทำเป็นพิเศษ กรีดเอาเปลือกชั้นในหรือเปลือกสดของต้นให้มีรอยแผลเป็นรูปตัว Y แสดงดังภาพที่ 1

ภาพที่ 1 ลักษณะรอยแผลกรีดเจาะรูปตัว Y

ยางสนจากรอยแผลจะไหลลงมาตามรอยกรีด จากนั้น ตัดแต่งเปลือกให้ลาดเข้าด้านใน เพื่อให้น้ำยางไหลตามร่องลงมายังลิ้นสังกะสีซึ่งตอกไว้ที่ส่วนล่างของรอยกรีดลงภาชนะ แสดงดังภาพที่ 2

ภาพที่ 2 การเก็บเกี่ยวน้ำยางที่ไหลตามร่องลงมายังภาชนะ

ในการวิจัยนี้เจาะต้นสนชุดเดียวกันตลอดการทดลอง และไม่กรีดรอยแผลเพิ่ม โดยเก็บน้ำยางสนตามฤดูกาล ได้แก่ ฤดูหนาว (ธันวาคม – มกราคม) ฤดูร้อน (มีนาคม – เมษายน) และฤดูฝน (มิถุนายน – กันยายน) โดยเก็บน้ำยางสน 2–3 วัน/ครั้ง จนกระทั่งน้ำยางหยุดไหล ใช้เวลาประมาณ 20–23 วัน รวบรวมน้ำยางดิบและบันทึกลักษณะน้ำยาง

การกรองยางสน

ยางสนดิบจะมีสิ่งอื่นเจือปน ดังนั้น จึงต้องกรองเอาสิ่งเจือปนเหล่านั้นออก โดยนำยางสนเทใส่บีกเกอร์ ให้ความร้อนด้วยเตาไฟฟ้า (Hot plate) เพื่อให้ยางสนหลอมเหลว แล้วกรองด้วยตะแกรงลวด บันทึกน้ำหนักยางสนที่ได้

การกลั่น

กลั่นด้วยเตากลั่น ใช้วิธีการกลั่นด้วยน้ำ (Hydrodistillation) ด้วยหม้อกลั่นแบบแก้วปากกว้าง ให้ความร้อนด้วยไฟฟ้า อุณหภูมิตลอดการกลั่นที่ 140–150 องศาเซลเซียส อัตราส่วนยางสนต่อน้ำ คือ 10:1 เมื่อยางสนได้รับความร้อนอย่างเพียงพอ น้ำมันสนและน้ำจะกลายเป็นไอรวมกันออกมาตามท่อ

ผ่านท่อควบแน่นที่หล่อเย็น กลายเป็นของเหลวไหลลงไปในชุดภาชนะรองน้ำมัน (แสดงดังภาพที่ 4) ซึ่งน้ำมันสนจะแยกอยู่ชั้นบนโดยมีน้ำอยู่ด้านล่าง กลั่นจนกระทั่งน้ำมันหยุดไหล ส่วนที่เหลือจากการกลั่นยางดิบ คือ ชันสน จากนั้น เก็บตัวอย่างน้ำมันสนและชันสน บันทึกลักษณะที่พบ

ภาพที่ 4 ชุดอุปกรณ์การกลั่น

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพ

1. วิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ ได้แก่

1.1 ความหนาแน่น (Density) ด้วยเครื่อง Anton Parr รุ่น DMA 38

1.2 ความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity) ด้วยเครื่อง Anton Parr รุ่น DMA 38

1.3 ดัชนีหักเหแสง (Refractive index) ด้วยเครื่อง ABBE Refractometer

2. วิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมี ได้แก่

2.1 เถ้า (Ash) วิธีทดสอบตามมาตรฐาน มอก.480-2550 (ข้อ 8.4)

2.2 สารที่ระเหยได้ (Volatile compound) วิธีทดสอบตามมอก.480-2550 (ข้อ 8.3)

2.3 สารที่ไม่ละลายในโทลูอีน (Toluene insoluble) วิธีทดสอบตามมอก.480-2550 (ข้อ 8.5)

2.4 สารที่ไม่เกิดสบู่ (Unsaponifiable matter) วิธีทดสอบตาม IUPAC 2.401

2.5 สารที่เกิดสบู่ (Saponifiable matter) วิธีทดสอบตาม ASTM D464-05 (Reapproved 2010)

2.6 จุดอ่อนตัว (Softening point) วิธีทดสอบตาม ASTM E28

2.7 ค่าความเป็นกรด (Acid number) วิธีทดสอบตาม ASTM D465-05 (Reapproved 2014)

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยเครื่องแก๊ส โครมาโตกราฟ เชื่อมต่อแมส สเปคโตรเมตรี

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของชันสน

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ด้วยเครื่อง GC/MS ยี่ห้อ Agilent Technologies รุ่น US 6890 N/MSD 5973N ใช้คอลัมน์แบบcapillary รุ่น Agilent 19091S – 433; HP – 5MS ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.25 มิลลิเมตร ยาว 30 เมตร เคลือบฟิล์มหนา 0.25 ไมโครเมตร ใช้แก๊สฮีเลียม (He) ที่ความบริสุทธิ์ 99.999% เป็นแก๊สพาหะ มีอัตราการไหล 1.0 มล./นาที ควบคุมสภาวะการทำงานของเครื่องแมส สเปคโตรเมตรี ดังนี้ MS Quadrupole ที่ 150 องศาเซลเซียส MS source ที่ 230 องศาเซลเซียส ค่า electron impact ที่ 70 eV และ Injector port ที่ 250 องศาเซลเซียส กำหนดสภาวะในการวิเคราะห์ (Oven programming temperature) อุณหภูมิเริ่มต้นที่ 170 องศาเซลเซียส เพิ่มอุณหภูมิในอัตรา 2.5 องศาเซลเซียส / นาที อุณหภูมิสุดท้ายเป็น 250 องศาเซลเซียส

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันสน

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีน้ำมันสนจะใช้เครื่องมือและสภาวะการทำงานของเครื่องเช่นเดียวกันกับการวิเคราะห์ชันสน โดยมีการกำหนด Oven programming temperature อุณหภูมิเริ่มต้นที่ 70 องศาเซลเซียส เพิ่มอุณหภูมิในอัตรา 3 องศาเซลเซียส / นาที อุณหภูมิสุดท้ายเป็น 150 องศาเซลเซียส

การแปรผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC/MS จะมีลักษณะเฉพาะ (Mass pattern) ของสารนั้น อยู่อย่างเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว ทำให้สามารถแยกสารผสมออกจากกันได้ สแกนตำแหน่งพีคที่จะวิเคราะห์ หรือแมสสเปคตรัมจากข้อมูลโครมาโทแกรม หรือ Total Ion Chromatogram (TIC) สืบค้นหาเอกลักษณ์แต่ละพีค โดยเปรียบเทียบกับแมสสเปคตรัมไลบรารี่ของระบบ GC/MS จะทราบรายการสารประกอบที่เป็นไปได้ ไลบรารี่ในระบบที่ใช้ในการสืบค้นของการวิจัยนี้ ประกอบด้วย HPLC 1607.2 Wiley 7n.2 และ NIST 05.L

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

1. ผลผลิตน้ำยาง ชันสน และน้ำมันสน

ผลผลิตน้ำยางสนจากไม้สน 5 ชนิด ให้ผลผลิตน้ำยางที่แตกต่างกันในแต่ละฤดู ฤดูร้อนไม้สนโอคาร์ป้าให้ผลผลิตน้ำยางดิบสูงสุด 941.63 กรัม รองลงมา คือ สนคาริเบีย 806.18 กรัม และสนสองใบ 697.60 กรัม ในฤดูฝน สนโอคาร์ป้าให้ผลผลิตสูงสุด 989.23 กรัม สนคาริเบีย 829.43 กรัม และ

สนสองใบ 628.22 กรัม และฤดูหนาว พบว่า สนเทคูนูมานี่ให้ผลผลิตสูงสุด 584.36 กรัม สนสามใบ 332.03 กรัม และสนโอคาร์ป้า 331.84 กรัม แสดงดังตารางที่ 3

Table 3. Oleoresin, rosin and turpentine product yield in various seasons

Species.	Oleoresin (g.)			Turpentine (g.)			Rosin (g.)		
	Summer	Rainy	Winter	Summer	Rainy	Winter	Summer	Rainy	Winter
P. kesiya	528.92	493.97	332.03	114.64	49.43	15.10	279.63	191.31	68.85
P. merkusii	697.60	628.22	244.79	125.67	91.31	21.29	399.50	527.73	94.98
P. oocarpa	941.29	989.23	331.84	196.65	47.69	31.45	296.27	382.05	149.59
P. caribaea	806.16	829.43	264.37	109.29	82.18	22.98	604.33	417.80	111.73
P. tecunumanii	450.00	619.37	584.36	54.06	48.55	49.61	311.75	392.39	389.51

จากผลการศึกษา แสดงให้เห็นว่าฤดูกาลมีผลต่อการให้ผลผลิตที่แตกต่างกัน ในการทดลองนี้แสดงให้เห็นถึงผลผลิตของยางสนดิบในฤดูฝนและฤดูร้อนที่ให้ผลผลิตใกล้เคียงกัน ยกเว้นสนเทคูนูมานี่ให้ผลผลิตน้ำยางดิบใกล้เคียงกันทั้ง 3 ฤดู เมื่อพิจารณาไม้สนเขตร้อนต่างถิ่นทั้ง 3 สายพันธุ์ คือ สนคาริเบีย สนโอคาร์ป้า และสนเทคูนูมานี่ จะให้ผลผลิตน้ำยางสูงกว่าไม้สนเขตร้อนในถิ่นอีก 2 สายพันธุ์ คือ สนสองใบ และสนสามใบ สำหรับผลผลิตน้ำยางในฤดูหนาวนั้น ส่วนใหญ่จะน้อยกว่าฤดูอื่น อาจเนื่องมาจากสภาพอากาศลมแรง และอุณหภูมิต่ำ ทำให้น้ำยางไหลช้า และปากแผลกรีดยางสนแห้งเร็ว ผลผลิตจึงต่ำ ในขณะที่สนเทคูนูมานี่ให้ผลผลิตค่อนข้างคงที่แม้สภาพอากาศจะหนาวเย็น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Rodrigues and Arthur (2009) รายงานว่า ผลผลิตของน้ำยางดิบมีความสัมพันธ์กับฤดูกาล คือ ฤดูร้อน และฤดูฝน ส่งผลให้มีผลผลิตมาก ในขณะที่ฤดูหนาวให้ผลผลิตต่ำกว่า

ผลผลิตจากชันสนและน้ำมันสนในแต่ละฤดู จะคำนวณผลผลิตออกมาเป็นร้อยละโดยเทียบจากปริมาณน้ำยางดิบ จะเห็นได้ว่าน้ำมันสนให้อัตราผลผลิตมากในฤดูร้อน ในขณะที่ชันสนส่วนใหญ่ให้อัตราผลผลิตไม่แน่นอนในทั้งสามฤดู แสดงดังตารางที่ 4

Table 4. Percentage yield of product from the actual yield (Table 3) and ratio

Species.	% Turpentine			% Rosin			Turpentine : Rosin ratio		
	Summer	Rainy	Winter	Summer	Rainy	Winter	Summer	Rainy	Winter
P. kesiya	21.67	10.01	4.55	52.87	38.73	20.74	2:5	1:4	2:9
P. merkusii	18.01	14.53	8.70	57.27	84.00	38.80	1:3	1:6	2:9
P. oocarpa	20.89	4.82	9.48	31.47	38.62	45.08	2:3	1:8	1:5
P. caribaea	13.56	9.91	8.69	74.96	50.37	42.26	1:6	1:5	1:5
P. tecunumanii	12.01	7.84	8.49	69.28	63.35	66.66	1:6	1:8	1:8

ผลผลิตชันสน ในฤดูร้อน สนคาริเบียให้ปริมาณผลผลิตสูงสุด ร้อยละ 74.96 รองลงมา คือ สนเทคูนูมานี่ ร้อยละ 69.28 และสนสองใบ ร้อยละ 57.27 ในฤดูฝน สนสองใบให้ปริมาณผลผลิตสูงสุด ร้อยละ 84.00 รองลงมา คือ สนเทคูนูมานี่ ร้อยละ 63.35 และสนคาริเบีย ร้อยละ 50.37 ในฤดูหนาว สนเทคูนูมานี่ให้ปริมาณผลผลิตสูงสุด ร้อยละ 66.67 รองลงมา คือ สนโอคาร์ป้า ร้อยละ 45.08 และสนคาริเบีย ร้อยละ 42.56

สำหรับผลผลิตของน้ำมันสนในฤดูร้อน สนสามใบให้ผลผลิตสูงสุด ร้อยละ 21.67 รองลงมา คือ สนโอคาร์ป้า ร้อยละ 20.89 และสนสองใบ ร้อยละ 18.01 ในฤดูฝน สนสองใบให้ผลผลิตสูงสุด ร้อยละ 14.53 รองลงมา คือ สนสามใบ ร้อยละ 10.01 และสนคาริเบีย ร้อยละ 9.91 ในฤดูหนาว สนโอคาร์ป้าให้ผลผลิตสูงสุด ร้อยละ 9.48 รองลงมา คือ สนคาริเบีย ร้อยละ 8.69 และสนเทคูนูมานี่ ร้อยละ 8.49

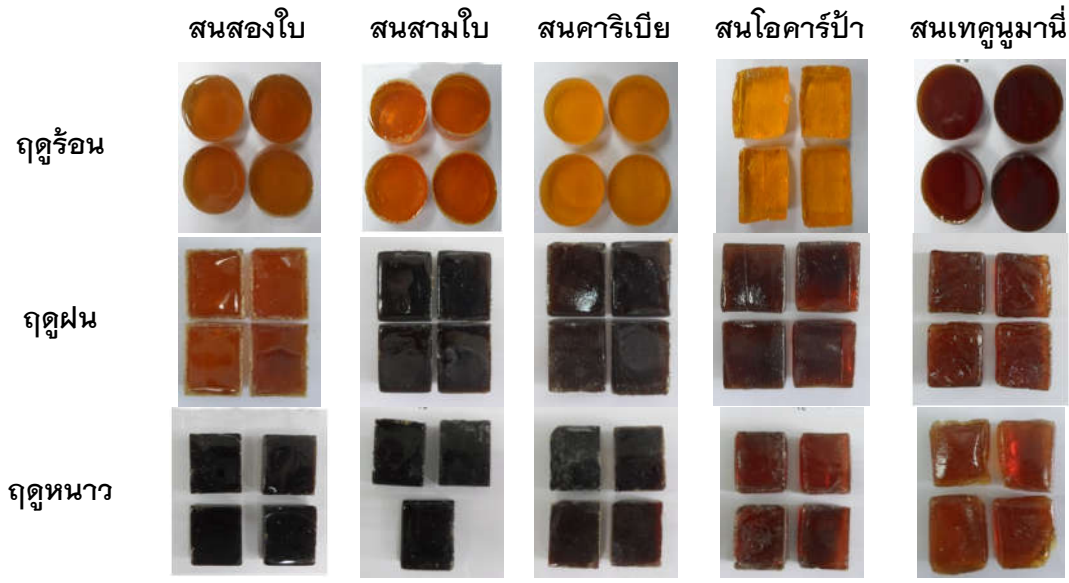
2. คุณลักษณะทางกายภาพน้ำยาง ชันสน และน้ำมันสน

การบันทึกลักษณะทางกายภาพในเบื้องต้น ใช้วิธีการตรวจพินิจเพื่อเก็บข้อมูลลักษณะภายนอกที่สังเกตุได้ ดังนี้

ลักษณะน้ำยางดิบ ส่วนใหญ่มีความคล้ายคลึงกันในแต่ละฤดู โดยน้ำยางดิบที่เก็บได้ในฤดูร้อนจะมีลักษณะสีเหลืองอ่อน ใส น้ำยางมีลักษณะเหลว มีไขปนเล็กน้อย ฤดูฝนน้ำยางดิบจะมีลักษณะสีขาวขุ่น และมีสิ่งปนเปื้อนมาก เช่น เศษไม้ แมลง และฤดูหนาวน้ำยางดิบมีลักษณะขาวข้น มีลักษณะเป็นยางเหนียวหนืด แสดงดังภาพที่ 5

ภาพที่ 5 ลักษณะน้ำยางดิบ สีขาว ขุ่น และมีสิ่งปนเปื้อน

ลักษณะชันสนจะมีความแตกต่างกันไปในแต่ละฤดูกาล โดยในฤดูร้อน สนสามใบ สนสองใบ สนโอคาร์ป้า และสนคาริเบีย ให้ลักษณะคล้ายกัน คือ เปราะ แตกง่าย โปร่งใส ให้สีเหลืองอ่อน ขณะที่สนเทคูนูมานี่ให้สีน้ำตาล ลักษณะนิ่ม ไม่คงรูป ชันสนในฤดูฝนส่วนใหญ่มีความคล้ายคลึงกัน คือ มีสีน้ำตาล จนถึงน้ำตาลเข้ม และส่วนชันสนในฤดูหนาวส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นสีน้ำตาลเข้มไปจนถึงดำ แสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ลักษณะชันสนจากสน 5 ชนิดในฤดูกาลต่าง ๆ

น้ำมันสนจะมีลักษณะคล้ายกันในทุกตัวอย่าง ทุกฤดู คือ มีลักษณะเป็นสีเหลืองอ่อนจนถึงไม่มีสี เป็นของเหลวใส โปร่งแสง มีกลิ่นฉุนแรง เมื่อสัมผัสโดนผิวหนังจะรู้สึกร้อน มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ แสดงดังภาพที่ 7

ภาพที่ 7 ลักษณะน้ำมันสน เป็นของเหลวใส โปร่งแสง

Table 5. Rosin, turpentine and oleoresin colour in various seasons

Species	Rosin			Turpentine			Oleoresin		
	Summer	Rainy	Winter	Summer	Rainy	Winter	Summer	Rainy	Winter
P. kesiya	Pale yellow	Dark Brown	Dark Brown	Colourless	Colourless	Colourless	Pale yellow	Wax-white	Wax-white
P. merkusii	Pale yellow	Brown	Dark Brown	Colourless	Colourless	Colourless	Pale yellow	Wax-white	Wax-white
P. oocarpa	Pale yellow	Dark Brown	Brown	Pale yellow	Pale yellow	Pale yellow	Pale yellow	Wax-white	Wax-white
P. caribaea	Pale yellow	Dark Brown	Dark Brown	Colourless	Colourless	Colourless	Pale yellow	Wax-white	Wax-white
P. tecunumanii	Dark brown	Brown	Dark Brown	Colourless	Colourless	Colourless	Pale yellow	Wax-white	Wax-white

นอกจากนี้ ได้มีการทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพของน้ำมันสนโดยใช้เครื่องมือตรวจวัด ได้แก่ ความหนาแน่น ความถ่วงจำเพาะ และค่าการหักเหแสง พบว่า น้ำมันสนทุกชนิดเป็นน้ำมันที่เบากว่าน้ำ และมีคุณลักษณะใกล้เคียงกัน แสดงดังตารางที่ 6

Table 6. Physical properties of turpentine in various seasons

Species.	Density (g/cm^3)			specific gravity			Refractive index		
	Summer	Rainy	Winter	Summer	Rainy	Winter	Summer	Rainy	Winter
P. kesiya	0.8743	0.8977	0.8777	0.8759	0.8993	0.8793	1.4700	1.4725	1.4800
P. merkusii	0.8637	0.9119	0.8845	0.8653	0.9135	0.8861	1.4691	1.4755	1.4720
P. oocarpa	0.8827	0.9390	0.8772	0.8843	0.9408	0.8788	1.4764	1.4882	1.4725
P. caribaea	0.8680	0.8802	0.8717	0.8696	0.8818	0.8732	1.4710	1.4741	1.4600
P. tecunumanii	0.8879	0.8829	0.8761	0.8895	0.8845	0.8777	1.4791	1.4754	1.4755
Distilled water at 20 °C	0.9976	0.9976	0.9982	0.9995	0.9994	1.0000	1.3334	1.3339	1.3341

3. คุณลักษณะทางเคมีของชันสน

การทราบคุณลักษณะทางเคมี เป็นปัจจัยหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมผู้ประกอบการต่อการเลือกวัตถุดิบให้สอดคล้องต่อการนำไปใช้ จึงได้ทำการตรวจสอบคุณลักษณะทางเคมีของชันสนตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คือ มอก. 480 – 2550 ซึ่งกำหนดคุณลักษณะทางเคมี ดังนี้

ในชันสนที่มีสีอ่อนและสีปานกลาง
เถ้า ร้อยละโดยน้ำหนักไม่เกิน 0.2
สารที่ระเหยได้ ร้อยละโดยน้ำหนักไม่เกิน 2.0
สารที่ไม่ละลายในโทลูอีน ร้อยละโดยน้ำหนักไม่เกิน 0.4
สารที่ไม่เกิดสบู่ ร้อยละโดยน้ำหนักไม่เกิน 6.0
สารที่เกิดสบู่ มิลลิกรัมของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อตัวอย่าง 1 กรัมไม่น้อยกว่า 160
จุดอ่อนตัว ไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส
ค่าของกรด มิลลิกรัมของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อตัวอย่าง 1 กรัมไม่น้อยกว่า 155

คุณลักษณะทางเคมีของชันสนที่มีสีเข้ม มีข้อกำหนดคล้ายชันสนที่มีสีอ่อนและสีปานกลางยกเว้น เถ้า ที่ร้อยละโดยน้ำหนักไม่เกิน 0.5 และสารที่ไม่ละลายในโทลูอีน ร้อยละโดยน้ำหนักไม่เกิน 1.0

ผลการศึกษา พบว่า คุณลักษณะทางเคมีของชันสนในฤดูร้อนทั้ง 5 ชนิดอยู่ในเกณฑ์ตามมาตรฐานดังกล่าว โดยสนสองใบ สนสามใบ สนโอคาร์ป้า และสนคาริเบีย จะได้ผลผลิตชันสนสีอ่อนจัดเป็นชันสนคุณภาพสูง ในขณะที่ชันสนจากสนเทคูนูมานี่มีสีเข้มจัดเป็นชันสนคุณภาพต่ำ มีค่าสารที่ไม่เกิดสบู่สูงสุด และมีค่าจุดอ่อนตัวค่อนข้างต่ำจึงทำให้ชันสนชนิดนี้ไม่คงรูป ค่าคุณสมบัติทางเคมีของชัน

สนที่ใช้เป็นตัวชี้วัดคุณภาพชันสนที่สำคัญ คือ ค่าสารที่ไม่เกิดสบู่ (Unsaponifiable matter) และค่าของกรด (Acid number) (Coppen, 1992) เมื่อพิจารณาชันสนในฤดูฝน และในฤดูหนาว พบว่า จะได้ชันสนที่มีลักษณะสีเข้มทั้งหมด ซึ่งจัดเป็นชันสนคุณภาพต่ำ และในการศึกษาครั้งนี้คณะผู้วิจัยไม่มีผลการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของชันสนในฤดูหนาว เนื่องจากได้ผลผลิตน้อย จากผลการศึกษาชันสนในฤดูฝน พบว่า ชันสนจากสนสองใบ สนสามใบ และสนคาริเบีย มีค่าสารที่ไม่เกิดสบู่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก. 480–2550) คือ ไม่เกินร้อยละ 6.0 ขณะที่ชันสนเทคูนูมานี่ และชันสนของไม้สนโอคาร์ป้าไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานดังกล่าว เมื่อพิจารณาค่าของกรด พบว่า ชันสนของสนสองใบอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานดังกล่าว คือ ไม่ต่ำกว่า 155 แสดงดังตารางที่ 7,8

Table 7. Ash, volatile compound and toluene insoluble percentages of rosin in various seasons

Species	% Ash		Volatile compound (%)		Toluene Insoluble (%)	
	Summer	Rainy	Summer	Rainy	Summer	Rainy
P. kesiya	0.09	0.13	0.34	0.15	0.11	0.21
P. merkusii	0.01	0.01	0.05	0.13	0.05	0.06
P. oocarpa	0.03	0.15	0.41	0.60	0.30	0.12
P. caribaea	0.02	0.16	0.61	0.23	0.06	0.22
P. tecunumanii	0.02	0.12	0.45	0.71	0.09	0.13

Table 8. unsaponifiable matter, saponifiable matter, softening point and acid number of rosin in various seasons

Species	unsaponifiable matter (% m/m)		saponifiable matter		Softening point		Acid number	
	Summer	Rainy	Summer	Rainy	Summer	Rainy	Summer	Rainy
P. kesiya	3.60	3.50	220.29	62.65	90.68	88.89	192.85	154.27
P. merkusii	3.20	1.50	184.76	43.75	88.78	83.46	184.84	171.11
P. oocarpa	4.80	11.00	198.97	137.83	79.48	82.22	213.84	129.73
P. caribaea	3.20	4.00	170.54	75.18	88.86	91.17	199.86	143.76
P. tecunumanii	5.10	8.50	213.18	119.04	81.00	73.90	213.86	126.23

4. การวิเคราะห์องค์ประกอบเคมีด้วยเครื่องแก๊ส โครมาโตกราฟ เชื่อมต่อแมส สเปคโตรเมตรี

พิจารณาองค์ประกอบทางเคมีของชันสนทั้ง 5 ชนิด โดยเลือกการวิเคราะห์ตัวอย่างในฤดูร้อน เนื่องจากมีความบริสุทธิ์ที่เหมาะสมต่อการทดสอบด้วยเครื่อง GC/MS พบว่า ชันสนจากสนทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ สนสองใบ สนสามใบ สนโอคาร์ป้า และสนคาริเบีย ให้สารสำคัญที่พบมากที่สุดชนิดเดียวกัน คือ Dehydroabietic acid ที่ร้อยละ 45.77 – 100 โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสนสองใบซึ่งมีความบริสุทธิ์ถึงร้อยละ 100 ในขณะที่สนเทคูนูมานี่มีสารสำคัญที่พบมากที่สุด คือ Longifolene ที่ร้อยละ 43.79 แสดงดังตารางที่ 9

Table 9. GC–MS analysis of composition in rosin from summer

Compositions	Species				
	P. kesiya	*P. merkusii*	*P. oocarpa*	*P. caribaea*	*P. tecunumanii*
Dehydroabietic acid	47.39	100.00	45.77	51.39	24.29
Longifolene	25.90	N/A	44.04	N/A	43.79
Sanadaracopinarinal	N/A	N/A	N/A	7.50	7.20
Dehydro Abietal	N/A	N/A	N/A	3.62	5.15

จากผลการทดลอง แสดงให้ถึงความแตกต่างขององค์ประกอบทางเคมีของชันสนในแต่ละสายพันธุ์ โดยมี Dehydroabietic acid เป็นองค์ประกอบหลักที่พบในชันสนสนสองใบ สนสามใบ สนโอคาร์ป้า และสนคาริเบีย เมื่อพิจารณาสนสองใบจะเห็นได้ว่ามีความบริสุทธิ์สูงเนื่องจากพบองค์ประกอบเพียงชนิดเดียว

จากนั้น ได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในน้ำมันสน เปรียบเทียบทั้ง 5 สายพันธุ์ในทุกฤดูกาล ผลการทดสอบองค์ประกอบทางเคมีของ สนสองใบ สนสามใบ สนโอคาร์ป้า และสนคาริเบีย ให้สารสำคัญที่พบมากที่สุดชนิดเดียวกัน คือ alpha–Pinene โดยเฉพาะสนสามใบมีความบริสุทธิ์สูงสุดที่ร้อยละ 94.10 – 99.50 ในขณะที่สนเทคูนูมานี่มีองค์ประกอบที่พบมากที่สุด คือ delta–3–Carene ที่ร้อยละ 67.29 – 69.27 จากผลการทดลองนี้ แสดงให้เห็นถึงความบริสุทธิ์ขององค์ประกอบในน้ำมันสน โดยเฉพาะในสนสามใบมีสารสำคัญที่เป็นตัวชี้วัดคุณภาพน้ำมันสน คือ alpha–Pinene สูง จึงจัดเป็นน้ำมันสนคุณภาพดี (Coppen, 1992) เนื่องจากพบ alpha–Pinene ที่มีค่าเกินร้อยละ 90 ในทุกฤดู รองลงมาได้แก่ สนคาริเบีย และพบว่าในฤดูฝนจะพบสารสำคัญ alpha–Pinene ในปริมาณที่สูงในน้ำมันสน จากสนคาริเบีย และสนสองใบ ยกเว้นน้ำมันสนสามใบที่พบในปริมาณเฉลี่ยใกล้เคียงกันทั้งสามฤดู แสดงดังตารางที่ 10

Table 10. GC–MS analysis of composition from turpentine in various seasons

Compounds (%)	Seasons	Species				
		P. kesiya	*P. merkusii*	*P. oocarpa*	*P. caribaea*	*P. tecunumanii*
alpha–Pinene	Summer	99.50	60.53	60.53	86.68	12.64
	Rainy	99.27	79.09	61.11	90.74	27.01
	Winter	94.10	58.74	82.06	83.05	N/A
beta–Phellandrene	Summer	N/A	N/A	N/A	10.02	N/A
	Rainy	N/A	N/A	N/A	4.89	N/A
	Winter	N/A	N/A	N/A	6.06	N/A
Longifolene	Summer	N/A	N/A	N/A	N/A	5.64
	Rainy	N/A	N/A	35.55	N/A	N/A
	Winter	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
gamma–Terpinene	Summer	N/A	27.58	N/A	N/A	N/A
	Rainy	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Winter	N/A	N/A	N/A	N/A	22.38
delta–3–Carene	Summer	N/A	N/A	N/A	N/A	68.95
	Rainy	N/A	14.60	N/A	N/A	69.27
	Winter	N/A	15.67	N/A	N/A	67.29

สรุปผล

1. เมื่อตรวจสอบคุณสมบัติในเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพของผลผลิตสนทั้ง 5 ชนิด พบว่า ฤดูร้อนเป็นฤดูที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเก็บเกี่ยวยางสน น้ำมันสนและชันสน

2. ในการคัดเลือกชันสนก่อนนำไปใช้ในเบื้องต้น พิจารณาจากคุณลักษณะการตรวจพินิจ พบว่า ในฤดูร้อนนั้น ชันสนจากสน 4 ชนิด ได้แก่ สนสองใบ สนสามใบ สนโอคาร์ป้า และสนคาริเบียมี คุณลักษณะที่ต้องการตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คือ มีลักษณะภายนอกเป็นก้อน เปราะ โปร่งแสง ในขณะที่ชันสนจากสนเทคูนูมานี่มีสีน้ำตาลเข้มจึงถือว่ามีคุณสมบัติที่ด้อยกว่า แม้ว่าผลการ วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีจะมีค่าเป็นไปตามมาตรฐานดังกล่าวก็ตาม ส่วนในฤดูอื่นๆ ชันสนที่ได้ส่วน ใหญ่มีลักษณะที่ไม่เหมาะสม

3. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วย GC/MS ในชันสน พบสารสำคัญ คือ Dehydroabietic acid รองลงมาได้แก่ Longifolene โดยสนสามใบมีความบริสุทธิ์ของ Dehydroabietic acid มากที่สุด การวิเคราะห์น้ำมันสน พบสารสำคัญ คือ alpha–Pinene ที่พบได้ในน้ำมันสนทั้ง 5 ชนิด และสารอื่นๆ ที่แตกต่างไปตามสายพันธุ์ โดยสนสามใบมีสารสำคัญ alpha–Pinene มากที่สุด

4. เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของชันสนและน้ำมันสนจากสนทั้ง 5 สายพันธุ์ในแต่ละฤดูกาล พบว่า ชันสนจากสนสองใบ และน้ำมันสนจากสนสามใบที่เก็บได้ในฤดูร้อน มีคุณภาพดีที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณหัวหน้าสถานีวนวัฒนวิจัยแม่สะนาม และห้วยบง และพนักงานทุกท่าน ที่เอื้อเฟื้อแหล่งเก็บตัวอย่างและข้อมูลทั่วไป หัวหน้าแผนโครงการวิจัย และเจ้าหน้าที่ฝ่ายพัฒนาเคมีผลิตผลป่าไม้

เอกสารอ้างอิง

กองค้นคว้า กรมป่าไม้. 2514. เรื่องความรู้และการค้นคว้าทดลองเกี่ยวกับไม้สนในประเทศไทย ปีงบประมาณ พ.ศ. 2514. โรงพิมพ์สำนักทำเนียบนายกรัฐมนตรี. กรุงเทพมหานคร.365 หน้า.

ศูนย์วนวัฒนวิจัยภาคเหนือ กรมป่าไม้. 2551. การปรับปรุงพันธุ์ไม้สนในประเทศไทย. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร. 64 หน้า.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2550. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ชันสน มอก. 480-2550. กระทรวงอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร. 7 หน้า.

Coppen, J. J. W. 1992. Report on the analysis of oleoresin from natural populations of *Pinus merkusii* growing in Thailand. Natural Resources Institute. Gillingham, Chatham ME4 4TB, U. K.

Kelkar, V. M., G. W. Brian., B. R. Dennis., O. T. Steven. and N. G. Daniel. 2006. How to recover more value from small pine trees: Essential oils and resins. Biomass and Bioenergy. 30:316–320.

Rodrigues, K. C. S. and F. G. Arthur. 2009. Oleoresin yield of Pinus elliottii in a subtropical climate: Seasonal variation and effect of auxin and salicylic acid–based stimulant paste. Industrial Crops and Products. 30:316–320.

Stubbs, J., R. Donald. and O. W. Kenneth. 1984. Chemical stimulation of lightwood in Southern pines. U.S. Department of Agriculture, Forest Service. North Carolina. 45p.

Sukarno, A., E. B. Hardiyanto., S. N. Marsoem., and M. Naiem. 2015. Oleoresin production, turpentine yield and components of *Pinus merkusii* from various indonesian provenances. J. Trop. For. Sci. 27(1): 136–141.