Thai J. For. 37 (2) : 118-129 (2018) **วารสารวนศาสตร์ 37 (2) : 118-129 (2561)**

นิพนธ์ต้นฉบับ

อิทธิพลของกรรมวิธีการกรีดยางสำหรับไม้สนบนพื้นที่สูงต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของยางสนทางภาคเหนือของประเทศไทย

Effects of Tapping Methods with Highland Pine Species on Physical and Chemical Properties of Oleoresin in Northern Part of Thailand

จิราภา พลลุน **Jirapa Ponlun**
ไตรรัตน์ เนียมสุวรรณ* **Trairat Neimsuwan***

คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand
*Corresponding Author; E-mail: ffortrn@ku.ac.th

รับต้นฉบับ 4 พฤษภาคม 2561 รับลงพิมพ์ 12 มิถุนายน 2561

ABSTRACT

The objective of this research was to study on suitability of tapping method in quantity and quality of oleoresin collected in January-May, 2017 at Intakin silvicultural research station, Chiang Mai province. The completely randomized design (CRD) was used with 3 factors. The first factor is pine species: *Pinus merkusii, Pinus kesiya, Pinus caribaea, Pinus oocarpa, Pinus tecunumanii* 30 years and *Pinus caribaea* 10 years. The second factor is tapping methods: the bark chipping method and the borehole method. The third factor is the stimulant formula: 0, 40% and 60% of H_2SO_4. After that the physical and chemical properties were tested.

The results indicated that the bark chipping method was a proper method for oleoresin tapping. The *Pinus merkusii* and *Pinus caribaea* were a suitable species for oleoresin tapping. The stimulants with 40% and 60% H_2SO_4 can increase oleoresin quantity. Oleoresin was sticky liquid, yellow and pungent odor, and its specific gravity was 1.08. The alpha pinene dominates all pine oleoresin except *Pinus tecunumanii* which was dominated by 3–carene.

Keywords: Borehole method, Oleoresin, Pine resin, Tapping method

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากรรมวิธีการเก็บยางสนที่เหมาะสมทั้งด้านปริมาณและคุณภาพเพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ โดยทำการทดลองที่สถานีวนวัฒนวิจัยอินทขิล อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งทำการเก็บยางสนตั้งแต่เดือนมกราคม-พฤษภาคม พ.ศ. 2560 ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มี

ปัจจัยการทดลอง 3 ปัจจัย คือ 1) รูปแบบของต้นสน ได้แก่ สนสองใบ สนสามใบ สนโอคาร์ปา สนคาริเบีย สนเทคูนูมานี อายุ 30 ปี และสนคาริเบียอายุ 10 ปี 2) กรรมวิธีการเก็บยางสน ได้แก่ กรรมวิธีการกรีดเปลือกและวิธีการเจาะรู 3) การใช้สารกระตุ้น ได้แก่ ไม่ใส่สารกระตุ้น ใส่กรดซัลฟูริกที่ความเข้มข้นร้อยละ 40 และ 60 หลังจากนั้นทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีของยางสน

ผลการศึกษาพบว่า กรรมวิธีการกรีดเปลือกให้ปริมาณยางสนมากกว่าการเจาะรู โดยชนิดสนที่ให้ปริมาณยางสนมากที่สุด คือ สนสองใบและสนคาริเบีย ตามลำดับ ในการใช้สารกระตุ้นด้วยกรดซัลฟูริกพบว่า ที่กรดซัลฟูริกความเข้มข้นร้อยละ 40 และ 60 ส่งผลให้ยางสนมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น คุณสมบัติทางกายภาพของยางสนมีลักษณะเป็นของเหลว เหนียว มีสีเหลืองอำพัน และมีกลิ่นฉุน ค่าความถ่วงจำเพาะของยางสนแต่ละชนิดมีค่าใกล้เคียงกันประมาณ 1.08 และองค์ประกอบหลักทางเคมีของยางสนที่พบมากที่สุด คือ สารอัลฟาไพนีน ยกเว้นยางสนเทคูนูมานีที่มีสารเดลต้าแครีนมากที่สุด

คำสำคัญ: ยางสน กรรมวิธีเก็บยางสน การกรีดเปลือก การเจาะรู

คำนำ

ไม้จำพวกสน (Conifer) สามารถแบ่งออกเป็น 7 วงศ์ โดยวงศ์ใหญ่ที่สุด คือ วงศ์ Pinaceae มีจำนวน 9 สกุล ซึ่งมีการกระจายพันธุ์ในเขตหนาว เขตอบอุ่น (Temperate and sub-Temperate zone) และเขตร้อน (Tropical zone) ในประเทศไทยสามารถพบเพียงสน 2 ชนิด ในป่าธรรมชาติ คือ สนสองใบ และสนสามใบ ต่อมาในปี พ.ศ. 2514 ได้มีโครงการปรับปรุงพันธุ์ของไม้สน โดยเป็นการร่วมมือของกรมป่าไม้ของประเทศไทยและสำนักงานพัฒนาระหว่างประเทศเดนมาร์ก (Danish International Development Agency) ซึ่งเป็นความร่วมมือในระดับรัฐบาล ภายใต้โครงการนี้ได้มีการทดลองปลูกไม้สนที่มีถิ่นกำเนิดจากต่างประเทศ จากการทดลอง พบว่า ไม้สนต่างถิ่นที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ทำการทดลองปลูกในประเทศไทยมีเพียง 3 ชนิด คือ สนคาริเบีย (*Pinus caribaea*) สนโอคาร์ปา (*Pinus oocarpa*) และสนเทคูนูมานี (*Pinus tecunumanii*) ดังนั้นในประเทศไทยมีไม้สนที่มีศักยภาพในการเจริญเติบโต 5 ชนิด ประกอบไปด้วย สนสองใบ สนสามใบ สนคาริเบีย สนโอคาร์ปา และสนสนเทคูนูมานี (คณิต, 2544; ประดิษฐ์, 2540; Khamyong *et al.*, 2014)

ไม้สนที่มีอยู่ในป่าธรรมชาติมีประโยชน์ในการอนุรักษ์หน้าดิน รักษาต้นน้ำลำธาร ช่วยลดการพังทลายของหน้าดิน ไม้สนมีความเหมาะสมในการทำเครื่องเรือน เฟอร์นิเจอร์ และใช้ทำไม้ประสานในงานไม้ทั่วไปได้ดี อีกทั้งยังนิยมใช้ไม้สนในอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ เนื่องจากมีเส้นใยยาว นอกจากนี้ยังมีการใช้ประโยชน์จากยางสน ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ น้ำมันสน และชันสน โดยน้ำมันสนนิยมใช้ในการทำน้ำหอมหรือสารแต่งกลิ่น และใช้เป็นตัวทำละลาย ส่วนชันสนนิยมใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษ เป็นสารเชื่อมเพื่อการยึดติดและทำให้เป็นมันเงา

กรรมวิธีเก็บยางสนในระยะแรกเริ่มจะใช้กรรมวิธีการกรีดเปลือก ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็นหลายรูปแบบ ได่แก่ วิธีการกรีดเปลือกของประเทศจีน (Chinese) วิธีการกรีดเปลือกของประเทศสหรัฐอเมริกา (American) วิธีการกรีดเปลือกของประเทศฝรั่งเศส (Hugues) วิธีการกรีดเปลือกของประเทศอินเดีย (Mazek) และวิธีการกรีดเปลือกของประเทศอินโดนีเซีย (Quarre) ซึ่งมีการใช้สารกระตุ้นเพื่อเพิ่มปริมาณยางสน โดยสารกระตุ้นที่มีความนิยมในอุตสาหกรรมมากที่สุด คือ กรดซัลฟูริก (Coppen and Hone, 1995; Rodrigues-Correa *et*

al., 2013) ต่อมาได้มีการพัฒนากรรมวิธีการเก็บยางสนโดยใช้กรรมวิธีการเจาะรู ซึ่งเป็นวิธีที่ทำลายต้นสนน้อยกว่าวิธีการกรีดเปลือก โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ การเจาะรูต้นสนของประเทศอินเดีย และการเจาะรูต้นสนของประเทศอินโดนีเซีย (Sharma and Lekha, 2013) สำหรับกรรมวิธีเก็บยางสนในประเทศไทยโดยส่วนใหญ่จะใช้กรรมวิธีการกรีดเปลือกจากต้นสนสองใบ และมีการใช้ประโยชน์ยางสนในอุตสาหกรรมกระดาษ อุตสาหกรรมสารเคลือบผิว อุตสาหกรรมสี และอุตสาหกรรมเภสัช (วนิดา, 2530) ทางด้านการค้าระหว่างประเทศในปี พ.ศ. 2537-2538 ประเทศจีนมีกำลังการผลิตยางสนประมาณ 570,000 ตัน/ปี ส่วนประเทศบราซิลมีกำลังการผลิตยางสนประมาณ 65,000 ตัน/ปี ซึ่งมีมูลค่าการส่งออก 500 ดอลลาร์สหรัฐ/ตัน (Coppen and Hone, 1995) ในปี พ.ศ. 2549-2550 ประเทศบราซิลมีกำลังการผลิตยางสนประมาณ 106,000 ตัน/ปี ซึ่งมีมูลค่าการส่งออก 530 ดอลลาร์สหรัฐ/ตัน (Availability Reliability and Security, 2007) จะเห็นได้ว่า มูลค่าของยางสนมีค่ามากขึ้น เพราะฉะนั้นการส่งเสริมการใช้ไม้สนและยางสนในประเทศไทยจึงเป็นสิ่งที่ควรศึกษาต่อไป

การศึกษานี้เพื่อประเมินแนวทางการใช้ประโยชน์ของไม้สนและยางสนในเขตพื้นที่สูงทางภาคเหนือของประเทศไทย เพื่อเพิ่มมูลค่าในทางเศรษฐกิจ โดยที่ไม่ต้องทำการตัดไม้ทำลายป่า และช่วยอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ให้คงอยู่ดังเดิม

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การศึกษานี้ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ด้วย 3 ปัจจัย

ปัจจัยของรูปแบบต้นสน 6 รูปแบบ: สนสองใบ สนสามใบ สนโอคาร์ปา สนคาริเบีย สนเทคูนูมานี อายุ 30 ปี และสนคาริเบียอายุ 10 ปี ปัจจัยของกรรมวิธีการเก็บยางสน 2 วิธี: กรรมวิธีการกรีดเปลือกและวิธีการเจาะรู และปัจจัยการใช้สารกระตุ้น 3 รูปแบบ: ไม่ใส่สารกระตุ้น ใส่กรดซัลฟูริกที่ความเข้มข้นร้อยละ 40 และใส่กรดซัลฟูริกที่ความเข้มข้นร้อยละ 60 โดยทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ (สภาวะละ 3 ต้น)

2. การเลือกพื้นที่ในการเก็บยางสน

เลือกพื้นที่ที่มีต้นสนสองใบ สนสามใบ สนคาริเบีย สนโอคาร์ปา สนเทคูนูมานี อายุ 30 ปี และสนคาริเบียอายุ 10 ปี จากสถานีวนวัฒนวิจัยอินทขิล ตำบลอินทขิล อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ มีพื้นที่ 1,392 ไร่ พิกัดเสาธง ละติจูดที่ 19.152980 ลองจิจูดที่ 98.952983 โดยทำการทดลองทั้งหมด 6 แปลง ดังนี้ แปลงที่ 1 คือ สนสองใบ แปลงที่ 2 คือ สนสามใบ แปลงที่ 3 คือ สนคาริเบีย แปลงที่ 4 คือ สนเทคูนูมานี แปลงที่ 5 คือ สนคาริเบียอายุ 10 ปี และแปลงที่ 6 คือ สนโอคาร์ปา แสดงดัง Figure 1 ซึ่งการทดลองครั้งนี้ทำการเก็บยางสนในช่วงเดือนมกราคม-พฤษภาคม พ.ศ.2560

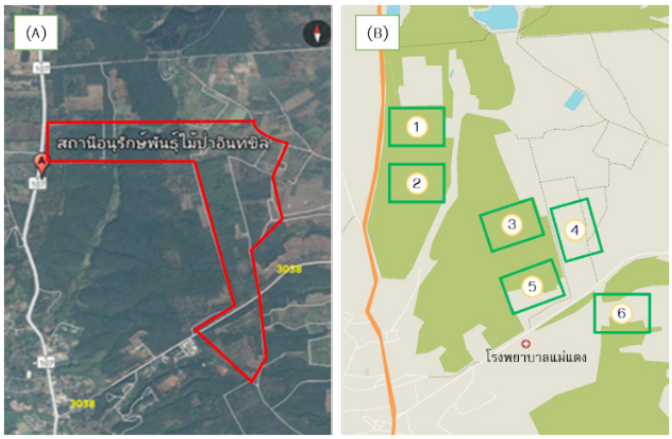

Figure 1 Venue of study; A: Intakin silvicultural research station, Chiang Mai B: the position of pine species as 1: *Pinus merkusii* 2: *Pinus kesiya* 3: *Pinus caribaea* 4: *Pinus tecunumanii* 5: *Pinus caribaea* 10 years 6: *Pinus oocarpa*.

3. การเลือกต้นสน

เลือกต้นสนจำนวน 18 ต้น/ 1 แปลง โดยเลือกต้นที่มีลำต้นเปลาตรง ความสูงมากกว่า 10 เมตร เส้นรอบวงเพียงอก (Girth at Breast Height) มีขนาดประมาณ 120 เซนติเมตร ซึ่งไม่มีการเข้าทำลายของแมลง และไม่ยืนต้นตาย หลังจากนั้นทำการวัดความสูง เส้นรอบวงเพียงอก ขนาดทรงพุ่ม และความหนาแน่นของทรงพุ่ม

4. กรรมวิธีเก็บยางสน

กรรมวิธีเก็บยางสนด้วยการกรีดเปลือกทำตามรูปแบบของประเทศสหรัฐอเมริกา แบบหน้าแคบ (A narrow face) ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย และใช้ในอุตสาหกรรมเก็บยางสนในปัจจุบัน (Coppen and Hone, 1995; Rodrigues-Correa *et al*., 2013) โดยเลือกบริเวณที่จะทำการกรีดเปลือกทางด้านทิศตะวันออกของลำต้น บริเวณที่จะทำการกรีดต้องมีความสูงจากพื้นดิน 20 เซนติเมตร ซึ่งรอยแผลที่ถูกกรีดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีความกว้างประมาณ 10 เซนติเมตร และมีความสูงประมาณ 10 เซนติเมตร ทำการลอกเปลือกนอก เปลือกใน และแคมเบียม ออกตามลำดับ แสดงดัง Figure 2 (A) หลังจากนั้นทำการติดตั้งภาชนะรองรับยางสนด้วยถุงพลาสติกที่ทราบค่าน้ำหนักบริเวณด้านล่างของรอยแผลที่ทำการกรีด แสดงดัง Figure 2 (B) ต่อมาฉีดสารกระตุ้นด้วยกรดซัลฟูริกประมาณ 10 มล. โดยทำการฉีดทุกครั้งที่มีการเก็บยางสน จากนั้นทำการเก็บยางสนทุกๆ 3 วัน พร้อมทั้งทำการกรีดเปลือกบริเวณด้านบนของรอยแผลเพิ่มขึ้นครั้งละ 1 เซนติเมตร ทำซ้ำจำนวน 10 ครั้ง

การชั่งน้ำหนักยางสนที่ได้จากกรรมวิธีการกรีดเปลือก ทำการชั่งน้ำหนักถุงก่อนนำไปใช้รองรับยางสน จากนั้นนำยางสนพร้อมถุงบรรจุที่ทราบค่าน้ำหนักมาชั่ง และบันทึกค่า ทำการคำนวณหาน้ำหนักของยางสน ดังนี้

น้ำหนักยางสน (กรัม) = น้ำหนักยางสนพร้อมถุง (กรัม)-น้ำหนักถุง (กรัม) (1)

เมื่อได้ปริมาณยางสนของแต่ละต้นเป็นจำนวน 10 ครั้ง นำมารวมเป็นปริมาณยางสนในแต่ละต้น จากนั้นทำการหาค่าเฉลี่ยปริมาณยางสน โดยทำการเฉลี่ยด้วย 3 ต้น ตามจำนวนซ้ำของแต่ละสภาวะ

กรรมวิธีเก็บยางสนด้วยการเจาะรูเลือกใช้วิธีการของ Hadiyane *et al*. (2015) โดยการเลือกบริเวณที่จะทำการเจาะรูทางด้านทิศตะวันออกของลำต้น ซึ่งบริเวณที่ทำการเจาะรูต้องมีความสูงจากพื้นดิน 20 เซนติเมตร ขีดเส้นบริเวณพื้นที่ที่ได้ทำการเลือกด้วยชอล์กเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 5×5 เซนติเมตร เพื่อเป็นแนวในการลอกเปลือก จากนั้นทำการลอกเปลือกนอก เปลือกใน และแคมเบียม ออกตามลำดับ ทำการเจาะรูต้นสนโดยใช้สว่านมือหรือสว่านไฟฟ้า ที่มีดอกสว่านขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร ทำการเจาะรูด้วยมุม 30 องศากับระนาบของเปลือก และมีความชัน 5-10 องศา เจาะรูให้ลึกลงไปในเนื้อไม้สนประมาณ 2-3 เซนติเมตร ต่อมาฉีดสารกระตุ้นด้วยกรดซัลฟูริกประมาณ 10 มล. บริเวณรูที่ทำการเจาะโดยทำการฉีดทุกครั้งที่มีการเก็บยางสน แสดงดัง Figure 2 (C) หลังจากนั้นใช้ค้อนตอกท่อพลาสติกเข้าไปในรูที่ได้ทำการเจาะไว้เพื่อเป็นแนวสำหรับการไหลของยางสน และนำถุงพลาสติกที่ทราบค่าน้ำหนักมาครอบบริเวณปลายท่อพร้อมทั้งทำการยึดให้แน่น ทำการเก็บยางสนทุกๆ 3 วัน พร้อมทั้งเปลี่ยนถุงสำหรับรองรับยางสนทุกครั้ง และทำการวัดปริมาณยางสนเช่นเดียวกับกรรมวิธีกรีดเปลือก

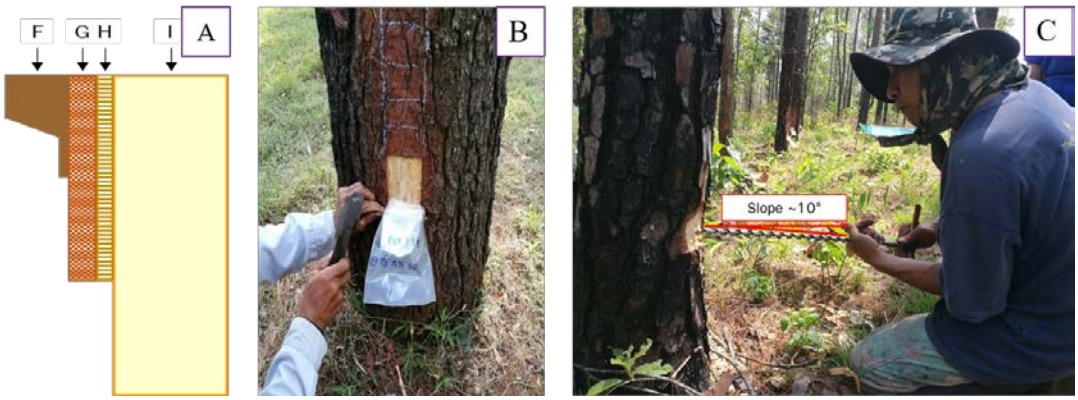

Figure 2 The tapping method for oleoresin; A: bark structure (F: outer bark, G: inner bark, H: cambium, I: xylem), B: example of bark chipping method, C: example of borehole method.

5. การทดสอบคุณสมบัติของยางสน

การหาค่าความถ่วงจำเพาะโดยใช้ขวดพิกนอร์มิเตอร์ (Pycnometer) ปริมาตร 25 มล. ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมชันสน (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2550) และการทดสอบหาองค์ประกอบทางเคมีของยางสนวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทรกราฟี-แมสสเปคโทรมิเตอร์ (Gas Chromatograph-Mass Spectrometer, GCMS) ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น GCMS-QP2020, Kyoto, Japan คอลัมน์ชนิด HP5-5MS (30 เมตร หรือ 0.25 มิลลิเมตร) โดยแก๊สพาใช้แก๊สฮีเลียม ปริมาตรสารทดสอบที่ฉีด 1 ไมโครลิตร (Split ratio 50:1) อุณหภูมิของคอลัมน์เริ่มต้นจาก 60 องศาเซลเซียส (คงไว้ 10 นาที) ต่อมาเพิ่มอุณหภูมิขึ้นในอัตรา 4 องศาเซลเซียส/นาที จนกระทั่งอุณหภูมิเท่ากับ 220 องศาเซลเซียส (คงไว้ 10 นาที) จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิขึ้นในอัตรา 10 องศาเซลเซียส/นาที จนกระทั่งอุณหภูมิเท่ากับ 280 องศาเซลเซียส โดยทำการฉีดสารที่อุณหภูมิ 280 องศาเซลเซียส (Missio *et al.*, 2015)

ผลและวิจารณ์

อิทธิพลของชนิดสน กรรมวิธีการเก็บและอายุต่อปริมาณยางสน

การเก็บยางสนด้วยกรรมวิธีกรีดเปลือกโดยไม่มีการใส่สารกระตุ้น พบว่า ไม้สนที่ให้ปริมาณมากที่สุด คือ สนคาริเบีย ซึ่งให้ปริมาณยางสนเฉลี่ย 266.15 กรัม/ต้น รองลงมา คือ สนสองใบ และสนเทคูนูมานี ซึ่งให้ปริมาณยางสนเฉลี่ย 174.84 และ 174.74 กรัม/ต้น ไม้สนที่ให้ปริมาณยางสนน้อย คือ สนสามใบ และสนโอคาร์ปา ซึ่งให้ปริมาณยางสนเฉลี่ย 87.46 และ 64.22 กรัม/ต้น ซึ่งปริมาณยางสนของสนสองใบสอดคล้องกับงานวิจัยของ วนิดา และมยุรี (2535) โดยการทดลองมีปริมาณยางสน 285.10 กรัม/ต้น และสนสามใบให้ปริมาณยางสนน้อยเนื่องจากยางสนแห้งและแข็งเร็วเมื่อพิจารณาการใช้สารกระตุ้นที่ความเข้มข้นต่างๆ ร่วมกับกรรมวิธีเก็บยางสน พบว่า สนสองใบที่ใช้สารกระตุ้นด้วยกรดซัลฟูริกที่ความเข้มข้นร้อยละ 60 ให้ปริมาณยางสนเฉลี่ยมากที่สุด คือ 494.77 กรัม/ต้น อย่างไรก็ตามการใช้สารกระตุ้นด้วยกรดซัลฟูริกที่ความเข้มข้นร้อยละ 40 และ 60 ร่วมกับกรรมวิธีการกรีดเปลือกล้วนส่งเสริมการให้ปริมาณยางสนทุกชนิด โดยกรดซัลฟูริกเป็นสารช่วยชะลอการแข็งตัวของยางสน ทำให้ยางสนไหลอย่างต่อเนื่อง ซึ่งมีผลทำให้บาดแผลจากการกรีดต้นสนลดความรุนแรงลง และการใช้สารกระตุ้นด้วยกรดซัลฟูริกส่งผลให้ปริมาณยางสนเพิ่มขึ้นประมาณ 2-3 เท่า (Rodrigues-Correa *et al.*, 2013; วนิดา 2530) ในส่วนของการเก็บยางสนด้วยกรรมวิธีเจาะรูที่ให้ปริมาณยางสนมาก คือ สนโอคาร์ปา สนสองใบ และสนคาริเบีย ซึ่งให้ปริมาณยางสนเฉลี่ย 72.41 28.20 และ 28.06

กรัม/ต้น ตามลำดับ ไม้สนที่ให้ปริมาณยางสนเฉลี่ยน้อย คือ สนเทคูนูมานี และสนสามใบ ซึ่งให้ปริมาณยางสนเฉลี่ย คือ 6.27 และ 5.81 กรัม/ต้น เมื่อพิจารณาการใช้สารกระตุ้นที่ความเข้มข้นต่างๆ ร่วมกับกรรมวิธีเก็บยางสนพบว่า สนสองใบที่ใช้สารกระตุ้นด้วยกรดซัลฟูริกที่ความเข้มข้นร้อยละ 60 ได้ปริมาณยางสนเฉลี่ยมากที่สุด คือ 368.63 กรัม/ต้น อย่างไรก็ตามการใช้สารกระตุ้นด้วยกรดซัลฟูริกที่ความเข้มข้นร้อยละ 40 และ 60 ร่วมในกรรมวิธีการเจาะรูล้วนส่งเสริมการให้ปริมาณยางสนทุกชนิด แสดงดัง Table 1

การเก็บยางสนด้วยกรรมวิธีกรีดเปลือก พบว่า สนคาริเบียอายุมาก (30 ปี) ให้ปริมาณยางสนเฉลี่ย 266.15 กรัม/ต้น ซึ่งมากกว่าสนคาริเบียอายุน้อย (10 ปี) ซึ่งได้ปริมาณยางสนเฉลี่ยเพียง 176.84 กรัม/ต้น ในส่วนของการเก็บยางสนด้วยกรรมวิธีเจาะรู พบว่า ไม้สนคาริเบียที่มีอายุมาก (30 ปี) ให้ปริมาณยางสน 28.06 กรัม/ต้น มากกว่าสนอายุน้อย (10 ปี) ซึ่งได้ปริมาณยางสนเฉลี่ยเพียง 6.62 กรัม/ต้น แสดงดัง Table 2

เมื่อพิจารณาปริมาณยางสนจากสนชนิดต่างๆ ตามกรรมวิธีการกรีดเปลือกและการเจาะรู ที่ไม่ใส่สารกระตุ้น และใส่สารกระตุ้นด้วยกรดซัลฟูริกร้อยละ 40 และ 60 ภายใต้สมมติฐานว่า ต้นสนให้ปริมาณยางสนที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญในแต่ละเดือน และทำการเก็บยางสน 8 เดือน/ปี เพื่อเปรียบเทียบกับปริมาณยางสนที่สามารถยอมรับได้ คือ 2 กิโลกรัม/ต้น/ปี (Coppen and Hone, 1995) พบว่า สนสองใบ และสนคาริเบียให้ปริมาณยางสนมากที่สุด จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่า สภาวะการทดลองที่แตกต่างกันส่งผลให้ปริมาณยางสนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงดัง Figure 3 อย่างไรก็ตาม ฤดูกาลมีอิทธิพลต่อปริมาณยางสนโดยในฤดูร้อนจะให้ปริมาณยางสนมากกว่าฤดูหนาว และฤดูฝนตามลำดับ (วนิดา, 2530) จากกรรมวิธีการกรีดเปลือกไม้สนโดยไม่มีการใส่สารกระตุ้นพบว่า สนที่ให้ปริมาณยางสนมากที่สุด คือ สนคาริเบีย โดยให้ปริมาณยางสนมากกว่า 2 กิโลกรัม/ต้น/ปี ซึ่งสูงกว่าปริมาณยางสนต่อปีที่สามารถยอมรับได้ ดังนั้น สนคาริเบียอายุ 30 ปี จึงมีความเหมาะสมสำหรับกรรมวิธีการกรีดเปลือก เพื่อนำยางสนไปใช้ประโยชน์ได้

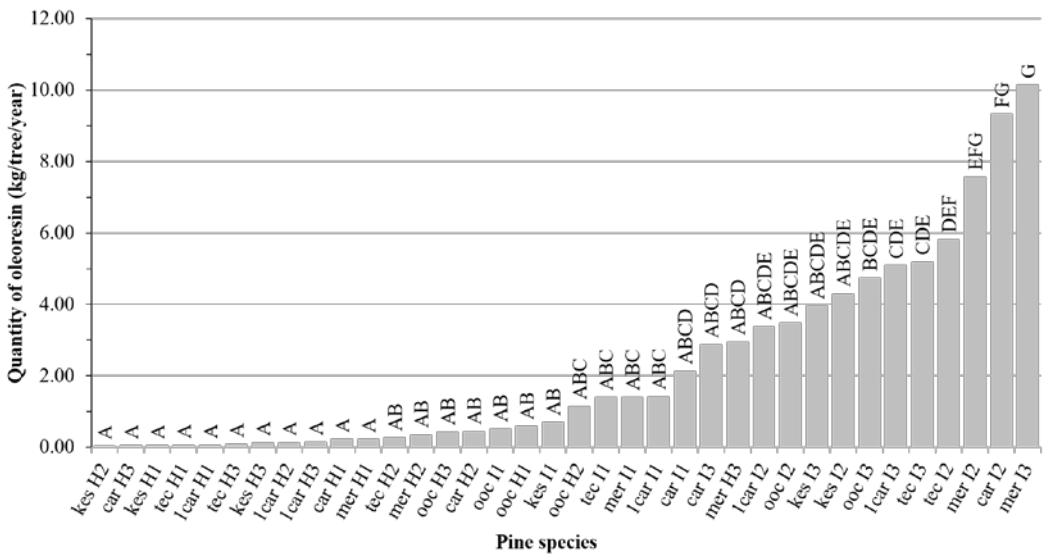

Figure 3 Quantity of oleoresin; I: bark chipping method, H: borehole method, 1: None, 2: 40% H_2SO_4, 3: 60% H_2SO_4, mer: *P.merkusii*, kes: *P.kesiya*, car: *P.caribaea*, ooc: *P.oocarpa*, tec: P. *tecunumanii* and 1car: *P.caribaea* 10 years. Capital Letters (A-G) upper each bar indicates the statistic difference among interaction at $P < 0.05$.

Table 1 Comparison of oleoresin quantity between various species, tapping method and stimulant formula of highland pine.

Pine species	Stimulants formula with H_2SO_4 (%)	Quantity of oleoresin							
		Bark chipping method				Borehole method			
		Mean (g/tree)	S.D.	Mean[a] (kg/tree/year)	S.D.	Mean (g/tree)	S.D.	Mean[a] (kg/tree/year)	S.D.
P.merkusii	None	174.84	82.11	1.40	0.66	28.20	27.15	0.23	0.22
	40	945.54	526.01	7.56	4.21	44.07	33.39	0.35	0.27
	60	1268.25	956.97	10.15	7.66	368.63	250.02	2.95	2.00
P.kesiya	None	87.46	27.21	0.70	0.22	5.81	9.56	0.05	0.08
	40	536.87	354.63	4.29	2.84	3.88	1.55	0.03	0.01
	60	494.77	663.93	3.96	5.31	16.08	10.33	0.13	0.08
P.caribaea	None	266.15	159.42	2.13	1.28	28.06	41.55	0.22	0.33
	40	1164.93	476.09	9.32	3.81	54.71	79.45	0.44	0.64
	60	358.88	238.18	2.87	1.91	5.50	6.68	0.04	0.05
P.oocarpa	None	64.22	67.08	0.51	0.54	72.41	86.14	0.58	0.69
	40	434.95	376.12	3.48	3.01	143.20	81.68	1.15	0.65
	60	592.73	336.90	4.74	2.70	52.89	5.00	0.42	0.04
P.tecunumanii	None	174.74	209.66	1.40	1.68	6.27	10.86	0.05	0.09
	40	727.67	377.89	5.82	3.02	33.47	40.84	0.27	0.33
	60	648.93	27.03	5.19	0.22	10.78	10.70	0.09	0.09

Remarks: Tapping method takes place for 8 months of the year, during the winter and summer.

[a] : Under assumption that a pine tree provides the insignificantly different amount of oleoresin in each month.

Table 2 Comparison of oleoresin quantity between various tapping method and stimulant formula of highland pine (Age comparison).

Tapping method	Pine species	Stimulants formula with H_2SO_4 (%)	Quantity of oleoresin (kg/tree/year)			
			Mean (g/tree)	S.D.	Mean[a] (kg/tree/year)	S.D.
Bark chipping method	*P.caribaea* 30 years	None	266.15	159.42	2.13	1.28
		40	1164.93	476.09	9.32	3.81
		60	358.88	238.18	2.87	1.91
	P.caribaea 10 years	None	176.84	46.42	1.41	0.37
		40	421.83	180.44	3.37	1.44
		60	637.06	425.48	5.10	3.40
Borehole method	*P.caribaea* 30 years	None	28.06	41.55	0.22	0.33
		40	54.71	79.45	0.44	0.64
		60	5.50	6.68	0.04	0.05
	P.caribaea 10 years	None	6.62	11.47	0.05	0.09
		40	16.17	7.37	0.13	0.06
		60	17.64	16.58	0.14	0.13

Remarks: Tapping method takes place for 8 months of the year, during the winter and summer.

[a] : Under assumption that a pine tree provides the insignificantly different amount of oleoresin in each month.

อิทธิพลของปัจจัยต่างๆ ต่อคุณสมบัติยางสน

คุณสมบัติทางกายภาพของยางสนที่ได้จากกรรมวิธีการกรีดเปลือกและการเจาะรูของสนชนิดต่างๆ ที่ไม่ใส่สารกระตุ้น และใส่สารกระตุ้นด้วยกรดซัลฟูริกที่ความเข้มข้นร้อยละ 40 และ 60 ซึ่งพบว่า ยางสนมีลักษณะที่เหนียว มีสีเหลืองอำพัน และมีกลิ่นฉุน ความถ่วงจำเพาะของยางสนแต่ละชนิดมีค่าใกล้เคียงกันประมาณ 1.08 โดยค่าความถ่วงจำเพาะที่มากที่สุดของยางสนไม่ใส่สารกระตุ้น คือ สนสองใบ มีค่า 1.09 ที่สารกระตุ้นความเข้มข้นร้อยละ 40 ของสนคาริเบียมีค่าความถ่วงจำเพาะมากที่สุด คือ 1.13 และที่สารกระตุ้นความเข้มข้นร้อยละ 60 ของสนเทดูนูมานีมีค่ามากที่สุด คือ 1.11 เมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่า ชนิดต้นสนและการใส่สารกระตุ้นที่แตกต่างกันส่งผลให้ค่าความถ่วงจำเพาะยางสนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงดัง Table 3

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าองค์ประกอบหลักทางเคมีของยางสนชนิดต่าง ๆ ที่ไม่มีการใส่สารกระตุ้นด้วยกรดซัลฟูริก คือ สารอัลฟาไพนีน (alpha-pinene) โลนิจิโฟลีน (longifolene) เดลต้าแครีน (3-carene) เบต้าไพนีน (β-pinene) ดีไลโมนีน (d-limonene) และแคมฟีน (camphene) ซึ่งสารเหล่านี้จัดเป็นสารจำพวกโมโนเทอร์ปีน (ประกอบด้วย 2 ไอโซปรีนซึ่งเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนจำพวกแอลคีน) และเสสควิเทอร์ปีน (ประกอบด้วย 3 ไอโซปรีน) ซึ่งนิยมใช้งานอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมเคมี เช่น การใช้เป็นตัวทำละลาย การทำน้ำหอม การทำยาฆ่าแมลง เป็นต้น อีกทั้งสารอัลฟาไพนีน และเบต้าไพนีนยังมีคุณสมบัติเป็นสารต่อต้านเชื้อราตามธรรมชาติอีกด้วย (Cheng *et al*., 2013; Matan and Ketsa, 2012) เมื่อพิจารณาการนำยางสนไปใช้ประโยชน์สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม ตามองค์ประกอบหลักทางเคมีของยางสนดังนี้ กลุ่ม

แรก คือ สนพื้นเมือง (สนสองใบ และสนสามใบ) มีปริมาณสารอัลฟาไพนีนมากที่สุด จึงเหมาะแก่การนำไปใช้ประโยชน์ในการทำน้ำหอม ตัวทำละลาย และยาฆ่าแมลง กลุ่มที่สอง คือ สนต่างถิ่น (สนคาริเบีย และสนโอคาร์ปา) มีปริมาณสารอัลฟาไพนีนมาก จึงเหมาะแก่การใช้ประโยชน์เช่นเดียวกันกับสนพื้นเมืองแต่จะด้อยกว่าในด้านของปริมาณ และกลุ่มที่สาม คือ สนต่างถิ่น (สนเทคูนูมานี) มีปริมาณสาร เดลต้าแครีนมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างไปจากสนพื้นเมืองและสนต่างถิ่นชนิดอื่น จึงเหมาะแก่การนำไปใช้ประโยชน์ในการทำสารกำจัดศัตรูพืช หรือยาฆ่าแมลง แสดงดัง Table 4 และ Figure 4 อย่างไรก็ตาม ยังมีที่พบในยางสนซึ่งมีปริมาณน้อยแต่สามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อเพิ่มมูลค่าได้ คือ สารจำพวกกรด (Pimaric acid, Palustric acid, Abietic acid, Octadecanoic acid) จะถูกใช้ทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น เทียนไข สบู่ จาระบี ผงซักฟอก น้ำยาปรับผ้านุ่ม เป็นต้น (Goodger *et al*., 2007)

Table 3 Comparison of physical propertie oleoresin obtained from various condition (species, tapping method and stimulant formula).

Pine species	Stimulants formula with H_2SO_4 (%)	Specific gravity	S.D.	Appearance
P.merkusii	None	1.09^{CDE}	0.02	Amber and pungent odor
	40	1.05^{ABC}	0.02	
	60	1.08^{CD}	0.02	
P.kesiya	None	1.04^{AB}	001	
	40	1.03^{A}	0.02	
	60	1.05^{ABC}	0.01	
P.caribaea	None	1.06^{ABCD}	0.04	
	40	1.13^{EF}	0.04	
	60	1.09^{ABC}	0.02	
P.oocarpa	None	1.06^{ABC}	0.02	
	40	1.05^{ABC}	0.02	
	60	1.08^{BCD}	0.03	
P.tecunumanii	None	1.08^{CDE}	0.04	
	40	1.12^{F}	0.02	
	60	1.11^{DEF}	0.01	

Remarks: This experiment was assumed that season did not influence on oleoresin properties Capital Letters (A-F) upper each number indicates the statistic difference among interaction at $P < 0.05$.

Table 4 Comparison of chemical properties oleoresin obtained from various species without stimulant.

Pine species	Chemical component (percent by weight)					
	α-pinene	longifolene	3-carene	β-pinene	d-limonene	camphene
P.merkusii	39.17	-	7.58	2.71	5.28	0.63
P.kesiya	35.61	4.46	2.40	0.61	2.46	1.73
P.caribaea	21.94	12.72	0.42	1.16	-	0.67
P.oocarpa	21.83	10.44	1.46	1.86	0.87	0.42
P.tecunumanii	6.69	7.58	15.99	1.40	0.78	0.78

Remarks: This experiment was assumed that season did not influence on oleoresin properties.

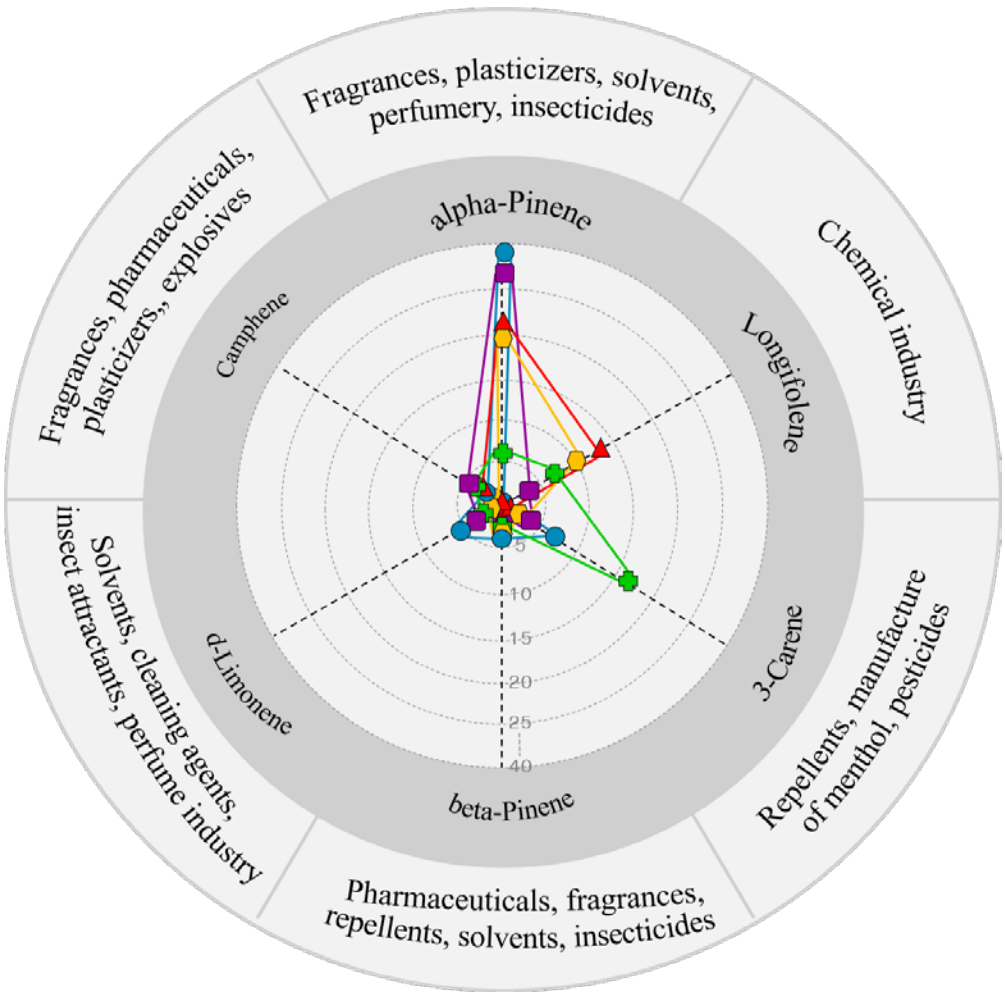

Figure 4 The plausible of oleoresin colleced from various pine species (● *P.merkusii* ■ *P.kesiya* ▲ *P.caribaea* ⬢ *P.oocarpa* ■ *P.tecunumanii*).

สรุป

1. กรรมวิธีเก็บยางสนที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด คือ การทำการเก็บยางสนสองใบที่มีอายุตั้งแต่ 30 ปีขึ้นไป ด้วยกรรมวิธีการกรีดเปลือก โดยใช้สารกระตุ้นด้วยกรดซัลฟูริกความเข้มข้นร้อยละ 60

2. แนวทางการใช้ประโยชน์ยางสน ยางสนสองใบ สนสามใบ สนคาริเบีย และสนโอคาร์ปามีสารอัลฟาไพนีนมากที่สุด จึงเหมาะแก่การนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการทำน้ำหอมหรือสารแต่งกลิ่น ยกเว้นยางสนเทดูนูมานีที่มีสารเดลต้าแครีนมากสุดจึงเหมาะแก่การในไปใช้ประโยชน์ในด้านการทำสารกำจัดศัตรูพืช

คำนิยม

ขอขอบคุณ คุณสมชาย นองเนือง หัวหน้าสถานีวนวัฒนวิจัยอินทขิล คุณกิตติศักดิ์ จินดาวงศ์ มูลนิธิโครงการหลวง และภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

คณิต รัตนวัฒน์กุล. 2544. **การปรับปรุงพันธุ์ไม้สนในประเทศไทย Pine Improvement in Thailand.** ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิชาการ, กรมป่าไม้.

ประดิษฐ์ หอมจีน. 2540. **การปลูกสร้างสวนป่าไม้สนในประเทศไทย**. ส่วนวนวัฒนวิจัยสำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

วนิดา สุบรรณเสณี. 2530. **การศึกษาอุตสาหกรรมยางสนในประเทศไทย**. สำนักงานเงินทุนหมุนเวียนค้นคว้าทดลองเกี่ยวกับป่าสน กองวิจัยผลิตผลป่าไม้, กรมป่าไม้.

วนิดา สุบรรณเสณี และ มยุรี ดวงเพชร. 2535. การเจาะยางสนแบบเปิดเปลือกโดยใช้กรดเร่ง. น.39-95. ใน **รายงานการวิจัยของป่าปีงบประมาณ 2535**. กรมป่าไม้, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2550. **มาตรฐานอุตสาหกรรมชันสน.** มอก. 480-2550.

Availability Reliability and Security, 2007. **Brazilian association of resin tapping industries**. Available Source: http://www.aresb.com.br/, April 17, 2018.

Cheng, S.S., C.Y. Lin, M.J. Chung, Y.H. LIU, C.G. Huang and S.T. Chang. 2013. Larvicidal activities of wood and leaf essential oils and ethanolic extracts from Cunninghamia konishii Hayata against the dengue mosquitoes. **Industrial Crops and Products** 47 (1): 310-315.

Coppen, J.J.W. and G.A. Hone. 1995. **Gum naval Stores: Turpentine and Rosin from Pine Resin**. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Goodger, J., T.S. Choo and I. Woodrow. 2007. Ontogenetic and temporal trajectories of chemical defence in a cyanogenic eucalypt. **Oecologia** 153 (4): 799-808.

Khamyong, S., N. Anongrak and S. Sumanochitraporn. 2014. Role of a Pine (*Pinus kesiya*) Plantation on Water Storage in the Doi Tung Reforestation Royal Project, Chiang Rai Province, Northern Thailand. **Thai J. For.** 33 (3): 75-87.

Matan, N. and S. Ketsa. 2012. Effect of heat curing on antifungal activities of anise oil garlic oil against Aspergillus niger on rubberwood. **International Biodeterioration and Biodegradation** 75 (1): 150-157.

Missio, A.L., B.D. Mattos, P.H.G. Cademertor, T.V. Lourencon, J. Labidi and D.A. Gatto. 2015. The effect of oleoresin tapping on physical and chemical properties of *Pinus elliottii* wood. **Sci. For., Piracicaba** 43 (107): 721-732.

Rodrigues-Correa, K.C.S., J.C. Lima, and A.G. Fett-Neto. 2013. **Oleoresins from Pine: Production and Industrial Uses.** Plant Physiology Laboratory, Center for Biotechnology and Department of Botany, Federal University of Rio Grande do Sul, Brazil.

Sharma, K.R. and C. Lekha. 2013. Tapping of Pinus Roxburghii (Chir Pine) for Oleoresin in Himachal Pradesh India. **Advances in Forestry Letters (AFL)** 2 (3): 51-55.