

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัย

การสำรวจและศึกษาวิจัยใช้แมลงชักนำให้เกิดน้ำมันหอมในต้นกฤษณา

Investigation on aromatic resin induction from agarwood by insects

สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

๒๕๕๕

การสำรวจและศึกษาวิจัยใช้แมลงชักนำให้เกิดน้ำมันหอมในต้นกฤษณา

Investigation on aromatic resin induction from agarwood by insects

สุภาโชติ อึ้งวิจารณ์ปัญญา¹

นงนุช ช่างสี²

สุพีร์ญา วิลาศ²

วิภาดา คงเอียด²จิตติมา อยู่หาญ²

อภิษฐา เพชรศรี²

บทคัดย่อ

การสำรวจและศึกษาวิจัยใช้แมลงชักนำให้เกิดน้ำมันหอมในต้นกฤษณา ได้ทำการสำรวจและศึกษาวิจัยในแปลงปลูกกฤษณาในท้องที่จังหวัดนครราชสีมา ตราด และสุราษฎร์ธานี พบว่าต้นกฤษณาสามารถชักนำให้เกิดสารน้ำมันหอมในเนื้อไม้ได้โดยการใช้วัสดุแข็งทำให้ต้นกฤษณาเกิดบาดแผล หรืออาจเจาะเป็นรูแล้วใส่สารบางอย่างหรือจุลินทรีย์เข้าไปในรอยแผล ทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีในเนื้อไม้ของต้นกฤษณาก่อให้เกิดสารน้ำมันหอมขึ้นในเนื้อไม้ ปริมาณและคุณภาพของสารน้ำมันหอมในเนื้อไม้จะแตกต่างกันขึ้นกับต้นกฤษณา วิธีการ และคุณภาพของสารที่ใส่ลงไป วิธีการดังกล่าวนี้ทำให้ต้นกฤษณาสร้างสารน้ำมันหอมในเนื้อไม้ได้ เมื่อนำไปกลั่นได้เป็นน้ำมันหอม น้ำมันหอมนี้มีราคาแพงสามารถนำไปจำหน่ายเป็นเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรผู้ปลูกกฤษณา แต่อีกปัจจัยหนึ่งที่สามารถทำให้ต้นกฤษณาสามารถสร้างสารน้ำมันหอมได้ คือ หนอนผีเสื้อเจาะลำต้น ซึ่งพบว่าต้นกฤษณาอายุ 5-10 ปี มีหนอนผีเสื้อกลางคืนในวงศ์Cossidaeเจาะลำต้นกฤษณาเข้าไปทำร่องอาศัยภายในเนื้อไม้เป็นการกระตุ้นให้ต้นกฤษณาสร้างสารน้ำมันหอมรอบๆ บริเวณร่องเจาะของแมลงและสามารถขยายพื้นที่เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาผ่านไป เมื่อนำส่วนของเนื้อไม้กฤษณาที่มีสารน้ำมันหอมนี้ไปกลั่นด้วยเครื่องควบกลั่นในห้องปฏิบัติการ จะได้น้ำมันหอมกฤษณา สีเหลืองอำพัน ใส มีกลิ่นหอม ซึ่งเป็นน้ำมันหอมกฤษณาเกรด A เป็นเกรดที่มีคุณภาพดี แสดงว่าหนอนผีเสื้อที่เจาะต้นกฤษณาสามารถจะกระตุ้นและทำให้ต้นกฤษณาสร้างสารกฤษณาในเนื้อไม้รอบรอยเจาะได้และเป็นน้ำมันหอมที่มีคุณภาพดี ดังนั้นการใช้หนอนผีเสื้อชนิดนี้เพื่อชักนำให้ต้นกฤษณาสร้างสารกฤษณาในเนื้อไม้ จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าจะมีการศึกษาวิจัยอย่างพัฒนาต่อไป

คำหลัก กฤษณา สารกฤษณา น้ำมันหอมกฤษณา แมลงเจาะต้นกฤษณา

ABSTRACT

Investigation on aromatic resin induction from agar wood by insects had been conducted in the agar wood plantation at NakhonRatchasima, Trad, and SuratThani province. It was found that aromatic resin in agar wood tree can be induced by using hard material to make the tree wound or to drill the tree and inject some micro-organism to cause chemical reactions in the wood. The quality and quantity of aromatic resins gained from the wood are different due to the agar wood individual, induction procedures and quality of chemical substance injected. The mentioned procedures can induce agar wood to produce the infected wood with aromatic resin that can be refined to produce aromatic oil. The price of the aromatic oil is high which can generate more income for the farmer who plant agar wood. However, there is another procedure for aromatic resin induction from agar wood. This procedure is the use of stem boring caterpillar. It was found that the 5 – 10 years old of agar wood tree usually attacked by the moth caterpillar familyCossidae by drilling the stem and enter to stay in the tunnel of wood. This will cause stimulating of aromatic resin around the wounded tunnel and the stimulated area will expand when the time is passed. When the piece of agar wood with aromatic resin contained is refined using refinery equipment in the laboratory, the high quality of aromatic oil will be obtained. Therefore, the aromatic resin induction from agar wood by insects should be the promising procedure to be concerned and studied further.

Keywords: Agarwood, resin agarwood, stem borer of *Aquilaria* sp.

1 นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

2 นักวิทยาศาสตร์ (พนักงานราชการ) สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

คำนำ

กฤษณาเป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็กถึงขนาดใหญ่ สูงตั้งแต่ ๕-๔๐ เมตร ไม้ผลัดใบ ลำต้นเปลาตรง เมื่ออายุมากมักมีพูพอนบริเวณโคนต้น เปลือกลำต้นชั้นนอก เรียบ มีสีเทาอ่อน มีรอยปริเป็นร่องเล็กๆ ของช่องระบายอากาศ เปลือกลำต้นชั้นใน มีสีขาวอมเหลือง เรียบนยอคมมีลักษณะเป็นพุ่มเจดีย์ต่ำ หรือรูปกรวย ใบเป็นใบเดี่ยว รูปไข่ ปลายใบแหลม ขอบใบเรียบหรือหยักเป็นคลื่น ใบเป็นมัน เรียงสลับกัน ดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ ออกเป็นช่อ เล็กๆ ตามง่ามใบ มี ๔-๖ ดอกต่อช่อ มีขนอ่อนปกคลุม มีสีขาวหรือเหลืองอ่อน ผลมีลักษณะค่อนข้างกลมมีขนนุ่มปกคลุม ผลแก่ แห้งแล้วแตก มีเมล็ด ๑-๒ เมล็ด อยู่ในเนื้อไม้มีสีขาวนวล เป็นไม้เนื้ออ่อน เลียนตรง ปกติเนื้อไม้ไม่มีกลิ่นหอม หากมีการสะสมน้ำมันในเนื้อไม้ เนื้อไม้จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลถึงสีน้ำตาลเข้ม ทำให้มีกลิ่นหอม โดยเฉพาะเมื่อนำไปเผาไฟ ขึ้นใหม่ปดบชื้นและปาดิบแห้ง

ไม้กฤษณาเป็นทรงคุณค่ามาแต่โบราณก่อนประวัติศาสตร์ มีหลักฐานปรากฏเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากกฤษณาตั้งแต่ก่อนพุทธกาล โดยเฉพาะการใช้ในทางพิธีกรรมต่างๆ ไม้กฤษณา เป็นไม้เศรษฐกิจที่สำคัญและมีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ของไทย ซึ่งมีปรากฏหลักฐานอ้างอิงเป็นครั้งแรกในสมัยสุโขทัย จากหนังสือไตรภูมิพระร่วง พระราชนิพนธ์ในพระมหาธรรมราชาที่ ๑ พญาลิไท เมื่อ พ.ศ. ๑๘๘๘ ได้กล่าวเรื่องกฤษณาหลายตอน ในปี พ.ศ. ๑๙๓๐ สมัยพระบรมราชาธิราชที่ ๑ ได้มีการส่งไม้กฤษณาเป็นเครื่องราชบรรณาการไปถวายพระเจ้ากรุงจีน และในสมัยสมเด็จพระนารายณ์ พ.ศ. ๒๒๒๙ ได้ส่งไม้กฤษณา หน้า ๖ ปอนด์ครึ่ง ไปถวายพระเจ้าหลุยส์ที่ ๑๔ แห่งฝรั่งเศสด้วย นอกจากนี้มีหลักฐานการส่งไม้กฤษณาจำนวนมากเป็นสินค้าออกของสยามอยู่เสมอ เพราะไม้กฤษณามีสรรพคุณทั้งด้านความหอม และสรรพคุณสมุนไพร ทำให้เป็นที่ต้องการของสังคมชั้นสูงทั่วโลก และมีราคาแพงดังทองคำ (อ้างตาม กลุ่มอนุสัญญาคุ้มครองพันธุ์พืช กองคุ้มครองพันธุ์พืช กรมวิชาการ เกษตรม, ๒๕๕๔)

กฤษณา เป็นพืชในสกุล *Aquilaria* อยู่ในวงศ์ Thymelaeaceae มีชื่อสามัญว่า Agarwood, Egle wood, Lignum Alore, Alore wood กฤษณาที่พบในโลกมีทั้งหมด ๒๖ ชนิด มีเพียง ๖ ชนิดเท่านั้นที่สร้างสะสมกฤษณาในเนื้อไม้ได้ (Eurling and graveendeel, ๒๐๐๓) ในประเทศไทยมีพันธุ์ไม้สกุลกฤษณา จำนวน ๕ ชนิด คือ กฤษณา (*Aquilariacrassna* Pierre ex lecomte) จะแน (*A. hirta* Ridl.) ไม้หอม (*A. malaccensis* Lam.) กฤษณาตอย (*A. rugosa* Kiet & Kessler) และ กำแย (*A. subintegra* Ding Hou) แต่มีเพียง ๒ ชนิดเท่านั้น ที่สามารถพัฒนาให้เกิดสารกฤษณาได้ คือ *Aquilariacrassna* Pierre ex lecomte และ *Aquilariamalaccensis* Lam.

สารกฤษณา คือ สารประกอบอินทรีย์ ประเภท เรซิน (resin) ที่มีองค์ประกอบหลักเป็นสารประเภทเทอร์ปีนส์ (Terpenes) โดยเฉพาะสารประกอบ Sesquiterpenes (สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้, ๒๕๕๖.) ต้นกฤษณาที่

อยู่ในป่าธรรมชาติ บางต้นสามารถเกิดสารกฤษณาภายในเนื้อไม้ได้เป็นจำนวนมาก สารกฤษณาในเนื้อไม้เนื้อเมื่อนำไปกลั่นจะได้น้ำมันที่มีกลิ่นหอม คุณภาพดี ราคาแพง ราคาของเนื้อไม้ที่มีสารหอมมีราคาถึงกิโลกรัมละ ๕,๐๐๐ - ๑๐๐,๐๐๐บาท ขึ้นกับคุณภาพของสารหอมในเนื้อไม้ เมื่อสกัดเป็นน้ำมันหอมแล้วจะยังมีราคาแพงมากขึ้น ซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาดโดยเฉพาะในแถบเอเชียตะวันออกเฉียง

ดังนั้นจึงมีการสำรวจและศึกษาวิจัยเกี่ยวกับสาเหตุการเกิดสารกฤษณาในเนื้อไม้ซึ่งเคยเชื่อว่า เกิดจากการกระทำของเชื้อโรค หรือแมลงเจาะลำต้น ต่อมาได้มีการสำรวจและศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเชื้อราที่อาจเกี่ยวข้องกับการเกิดสารกฤษณาในต้นกฤษณา วนิดาและคณะ (๒๕๒๗) รายงานว่าพบเชื้อราจำนวน ๑๗ ชนิด จากตัวอย่างไม้กฤษณา ๙ ตัวอย่าง ที่เก็บจากป่าดิบชื้นในจังหวัดระยอง จันทบุรี ตราด นครราชสีมา กระบี่ ตรัง และพัทลุง ได้มีการศึกษาการใช้เชื้อราชนิดต่างๆ กับไม้กฤษณาเพื่อให้เกิดสารกฤษณา และพบว่าเชื้อราไม่ใช่ปัจจัยที่จะชี้ชัดลงไปได้ว่าทำให้เกิดสารกฤษณาได้ เนื่องจากต้นที่ไม่ได้ใส่เชื้อราลงไปในลำต้นก็สามารถสารกฤษณาได้ (Rahman and Basak, 1982; Rahgman and Khisa, 1984) จากการศึกษาวิจัยของ Siripatanadilok et al. (1991) พบว่า สาเหตุที่ทำให้เกิดสารกฤษณาในเนื้อไม้นั้น เนื่องมาจากขบวนการทางธรรมชาติของต้นกฤษณาในการรักษาแผลที่เกิดขึ้น โดยการสร้างสารออกมาสะสมบริเวณแผลเกิดเป็นสารกฤษณา เชื้อราที่ใส่เข้าไปในเนื้อไม้อาจทำให้ต้นกฤษณาเกิดแผลขึ้น แต่ไม่ใช่สาเหตุหลักที่ทำให้เกิดสารกฤษณาขึ้นในเนื้อไม้

จากการที่สารกฤษณาที่เกิดในเนื้อไม้ต้นกฤษณามีราคา เป็นที่ต้องการของตลาดอย่างสูง จึงได้มีการปลูกกฤษณาขยายแพร่ไปกว้างขวางในหลายๆ พื้นที่ เพื่อให้ต้นกฤษณาสร้างสารกฤษณา หรือน้ำมันหอมขึ้นในเนื้อไม้โดยใช้วิธีการหลายๆ วิธีการ บางวิธีการใช้แล้วได้ผลแต่บางวิธีการใช้แล้วไม่เกิดผล ซึ่งวิธีการดังกล่าวนี้ คือ ๑) ใช้ของแข็งเจาะเข้าลำต้นโดยตรง ๒) ใช้ของแข็งเจาะเข้าลำต้นโดยตรงและใส่สารเคมีเข้าไปในรอยเจาะ และ ๓) เจาะลำต้นกฤษณาแล้วใช้เชื้อราใส่ลงไป ซึ่งสารที่ใช้ใส่เข้าไปในร่องที่เจาะมีสูตรแต่ละสูตรแตกต่างกันและปกปิดเป็นความลับ ซึ่งสามารถทำให้เกิดน้ำมันหอมในเนื้อไม้กฤษณาได้มากน้อยแตกต่างกันไป

จากการสำรวจแปลงปลูกต้นกฤษณาพบว่าต้นกฤษณาที่ถูกแมลงเจาะเข้าลำต้น พบว่ามีสารกฤษณาเกิดขึ้นรอบรอยแผลที่หนอนแมลงเจาะในเนื้อไม้ของต้นกฤษณานั้น แสดงว่าหนอนแมลงที่เจาะเข้าลำต้นกฤษณาทำให้เกิดรอยแผลและร่องเข้าไปในเนื้อไม้สามารถกระตุ้นให้ต้นกฤษณาสร้างสารกฤษณาบริเวณรอบร่องนั้นได้ ดังนั้นการสำรวจและศึกษาวิจัยหนอนผีเสื้อเจาะลำต้นและกิ่งของไม้กฤษณาที่ทำให้เกิดสารกฤษณาในเนื้อไม้ จึงควรจะมีการดำเนินการศึกษาวิจัย และดำเนินการ เพื่อเป็นแนวทางการใช้หนอนผีเสื้อชักนำให้เกิดน้ำมันหอมในเนื้อไม้ของต้นกฤษณาโดยวิธีทางธรรมชาติและเป็นการเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรผู้ปลูกกฤษณาต่อไป

วิธีการ

การสำรวจและศึกษาวิจัยการใช้แมลงชักนำให้เกิดน้ำมันหอมในเนื้อไม้กฤษณา ดำเนินการสำรวจในพื้นที่ปลูกต้นกฤษณาเพื่อการกระตุ้นให้เกิดน้ำมันหอม ทั้งในพื้นที่ของภาครัฐ และเอกชน มีขั้นตอนดังนี้

- สำรวจและคัดเลือกพื้นที่เพื่อดำเนินการวิจัย
- สำรวจและเก็บตัวอย่างแมลง
- ศึกษาชีววิทยา และนิเวศวิทยาของแมลงแต่ละชนิด
- วิเคราะห์การเกิดและคุณภาพน้ำมันหอมที่เกิดขึ้นในเนื้อไม้กฤษณา
- วิเคราะห์ผล

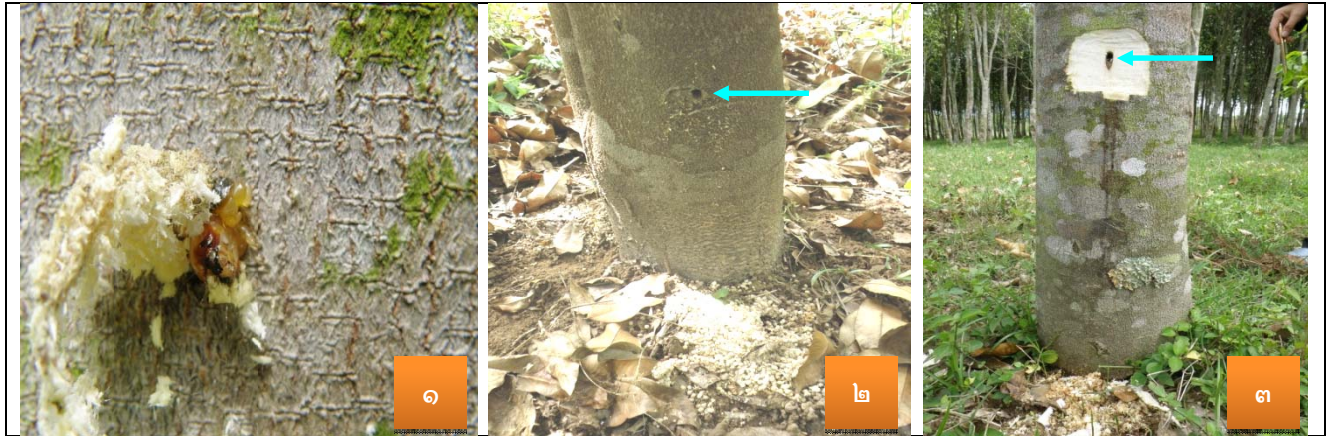
สถานที่ทำการทดลอง

๑. พื้นที่ปลูกต้นกฤษณาทั้งของรัฐบาล และเอกชนเช่น สถานีวนวัฒนวิจัยนครราชสีมา กรมป่าไม้ จังหวัดนครราชสีมา สุราษฎร์ธานี และสวนปลูกกฤษณาของเอกชน จังหวัดตราด
๒. ห้องปฏิบัติการสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

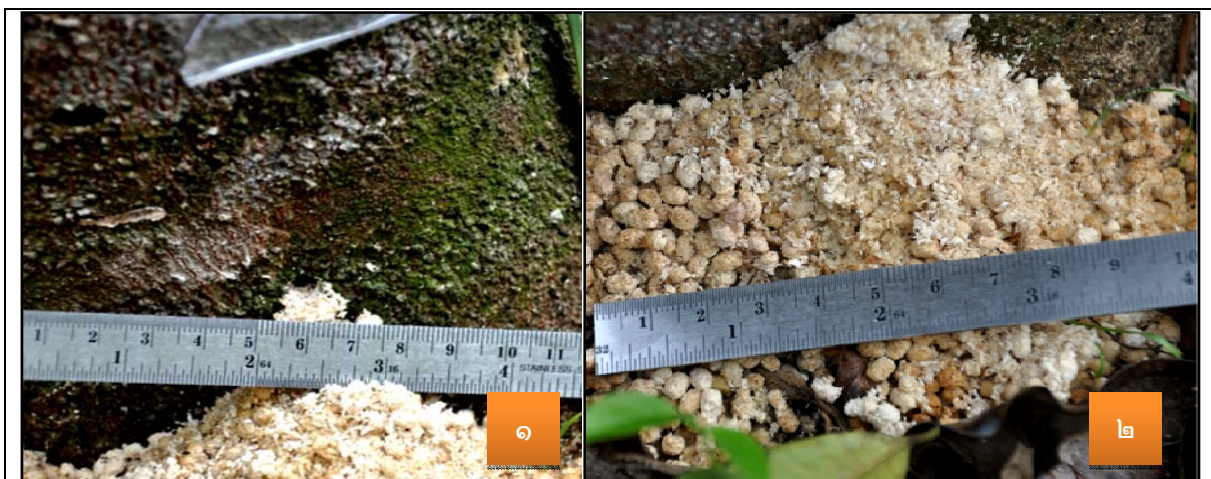
สำรวจชนิดแมลงเจาะลำต้นกฤษณา

สำรวจ และตรวจหาแมลงเจาะต้นกฤษณาบริเวณต้นกฤษณา โดยสังเกตรู หรือรอยแผลที่ปรากฏบนเปลือกของลำต้นกฤษณา และจากขุยไม้ซึ่งเป็นมูลของหนอนแมลงขับออกจากต้น บริเวณปากรูบนเปลือกลำต้นและบริเวณใต้โคนต้นกฤษณา (ภาพที่ ๑) เมื่อพบขุยไม้ให้ตรวจหารูของหนอนโดยตรวจตามลำต้นเหนือขุยไม้ หากขุยไม้มีลักษณะกระจัดกระจาย แสดงว่ารูหนอนอยู่ระดับสูง ถ้าขุยไม้กองรวมกันให้มองหารูเจาะบริเวณใกล้ขุยไม้นั้น



ภาพที่ ๑ ลักษณะขุยบนต้น (๑) ลักษณะขุยใต้โคนต้น (๒) รูแมลงในต้นกฤษณา (๓)

การสังเกตขนาดของหนอน สังเกตได้จากขนาดของขุยไม้ หากขุยไม้มีขนาดเล็กมากเกือบเป็นผง แสดงว่าหนอนยังมีขนาดเล็ก หากขุยไม้มีขนาดใหญ่เห็นชัดเจน แสดงว่าหนอนมีขนาดใหญ่ (ภาพที่ ๒) กรณีไม่พบขุยไม้ออกจากต้นกฤษณาเพิ่มขึ้น สันนิษฐานได้ว่าหนอนอาจเข้าตักแต่ภายในต้นกฤษณาแล้ว ช่วงนี้ต้องตรวจสอบการออกจากต้นกฤษณาของผีเสื้อในกับดักอย่ารอให้ผีเสื้อออกมานานถึง ๒ วัน เพราะผีเสื้อจะกระพือปีก ทำให้ปีกผีเสื้อได้รับความเสียหาย ซึ่งยากต่อการจำแนกชนิดของแมลง



ภาพที่ ๒ ลักษณะของขุยไม้ที่หนอนเจาะต้นกฤษณาขับออกจากรูมีขนาดใหญ่และตกกองอยู่ที่โคนต้น

การเก็บตัวอย่างหนอนแมลงเจาะต้นกฤษณา

จากการตรวจหาแมลงเจาะต้นกฤษณาในแปลงปลูกกฤษณาตั้งแต่อายุ ๑-๕ ปี โดยการสังเกตรอยแผลที่เกิดขึ้นบนเปลือกของต้นกฤษณาและขุยไม้ หรือมูลของหนอนบนเปลือกต้นกฤษณาและตกอยู่ที่โคนต้น หากพบขุยไม้ที่โคนต้นให้มองไล่ขึ้นไปตามลำต้น จะพบรูที่หนอนแมลงเจาะเข้าลำต้น เมื่อตรวจพบรูเจาะของหนอนแมลงนำตาข่ายไนล่อนปิดล้อมลำต้นบริเวณที่มีรูของหนอนผีเสื้อเจาะ โดยให้ส่วนกลางของตาข่ายโป่งพองเป็นพื้นที่ว่าง เพื่อให้ผีเสื้อที่ออกจากรูมีที่ว่างเพียงพอสำหรับกางปีก ซึ่งจะทำให้ได้ ผีเสื้อที่มีปีกลักษณะสมบูรณ์มีรายละเอียด

ครบถ้วน สามารถจำแนกชนิดผีเสื้อได้ตามหลักวิชาการ บริเวณปลายของตาข่ายทั้งสองด้านให้รวบติดกับต้น กฤษณา (ภาพ๓) แล้วติดด้วยลวดเย็บเอกสารแบบใช้เครื่องยิง ตาข่ายนี้เป็นกับดักผีเสื้อ เพื่อผีเสื้อที่ออกจากต้น กฤษณาติดอยู่ภายในกับดัก จากนั้นจึงเก็บตัวอย่างผีเสื้อในกับดักเพื่อนำไปทดลองวิจัยในขั้นตอนต่อไป



ภาพที่ ๓ ลักษณะการติดกับดักแมลงแบบตาข่ายเพื่อดักผีเสื้อบนต้นกฤษณา

หนอนผีเสื้อเจาะลำต้นกฤษณา

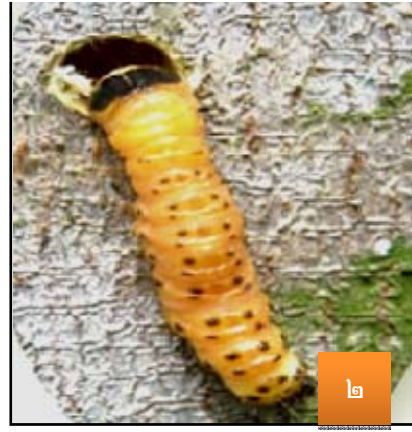
ผลการติดกับดักแบบตาข่ายบนต้นกฤษณาและตรวจสอบหนอนแมลงที่เจาะต้นกฤษณาพบว่า ต้นกฤษณา ขนาดเล็กอายุ 1-2 ปี ที่แปลงทดลองสถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานี มีหนอนแมลงเจาะเข้าทำลายลำต้น เป็น หนอนผีเสื้อกลางคืน อยู่ในอันดับ Lepidoptera วงศ์ Cossidae สกุล *Zuezera* ตัวหนอนมีสีแดงชมพู ลำตัวมีขนเป็น เส้นบางๆ มองเกือบไม่เห็น แต่ไม่มากนัก ส่วนหัวด้านบนมีแผ่นสีน้ำตาล ปากคม หนอนเจาะเข้าต้นกฤษณาตั้งแต่ มีขนาดเล็ก และซ่อนไซกินเนื้อไม้ภายในลำต้น ทำอุโมงค์หรือช่องอาศัยทั้งแบบขึ้นสู่ยอดและลงสู่ราก แต่โดยทั่วไป มักพบว่าหนอนเจาะลำต้นขึ้นสู่ยอด โดยหนอนจะทำรูกลมที่ลำต้น เพื่อเป็นรูสำหรับขับขุยไม้ หรือมูลออกจากต้น ขุยไม้นี้จะตกอยู่บริเวณโคนต้น บางครั้งอาจพบขุยไม้ติดบริเวณปากรู ขุยไม้ดังกล่าวมีลักษณะ เป็นท่อนเล็กๆ สี ขาวนวล(ตามสีของเนื้อไม้) หนอนเข้าดักแต่ภายในลำต้น เมื่อผีเสื้อออกจากดักแล้วและต้นกฤษณาจะทิ้งคราบ ดักได้ไว้ที่ปากรูที่ตัวหนอนเจาะเข้า ผีเสื้อมีขนาดกลางสีขาว มีแต้มสีดำทั่วไป ต้นกฤษณาที่ถูกหนอนเจาะลำต้น จะหักง่ายตรงรอยที่หนอนผีเสื้อเจาะเมื่อลมพัดแรง ทำให้ส่วนยอดหักและแห้งตาย พบการทำลายของหนอนชนิด นี้ประมาณ 20%

สำหรับต้นกฤษณาที่ขนาดใหญ่อายุ 7-10 ปี ในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมาและตราด พบว่าหนอนผีเสื้อ เจาะเข้าทำลายต้นกฤษณา โดยเข้ากัดกินเนื้อไม้กฤษณาภายในลำต้น และทำช่องหรืออุโมงค์อยู่ภายใน หนอน ขับขุยไม้เป็นท่อนขนาดเล็กสีขาวนวล ออกจากปากรู ตกอยู่บริเวณโคนต้นใกล้ปากรู พบว่าหนอนแมลงที่เจาะต้น กฤษณาขนาดใหญ่เป็นหนอนผีเสื้อกลางคืนขนาดกลางในวงศ์ Cossidae อันดับ Lepidoptera ลักษณะของผีเสื้อ หนอนและพฤติกรรมการเจาะต้นกฤษณาคล้ายกับหนอนผีเสื้อที่เจาะต้นกฤษณาที่มีขนาดเล็ก คือ ผีเสื้อมีปีกสี

ชาวมีแต่มีสีดำทั่วไป ตัวหนอนเจาะเข้าต้นทำร่องอาศัยภายในต้น แต่หนอนมีขนาดใหญ่กว่า หนอนขับขุยไม้ออกจากต้นไม้ทางรู ขุยไม้ที่หนอนขับออกจากรู มีลักษณะเป็นท่อนขนาดเล็กถึงขนาดใหญ่ ตกกองอยู่บริเวณโคนต้น (ใช้เป็นจุดสังเกตในการหาตำแหน่งของหนอนที่ต้นกฤษณา) ต้นกฤษณาขนาดใหญ่ที่มีถูกหนอนเจาะจะไม่ตาย สามารถเจริญได้ และมีหนอนเจาะได้มากกว่า 1 ตัว ร่องที่หนอนเจาะจะเป็นร่องค่อนข้างใหญ่และปรากฏอย่างถาวรในเนื้อไม้



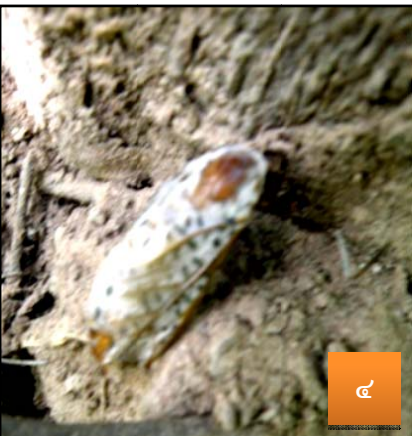
๑



๒



๓



๔

ภาพที่ ๔ ขุยไม้ที่ปากรู (๑) หนอนขนาดเล็ก (๒) คราบดักแด้ที่ปากรู (๓) ฝีเสื้อหนอนเจาะต้น (๔)



๑



๒

ภาพที่ ๕ การติดตั้งกับดักแสงไฟสีม่วง (หลอดแบคไลด์) เพื่อศึกษาการตอบสนองต่อแสงของฝีเสื้อในแปลงกฤษณา (๑) เปิดแสงไฟช่วงเวลากลางคืน (๒)

การตอบสนองต่อแสงไฟสีม่วง

จากการทดลองใช้แสงไฟสีม่วงจากหลอดแบคไลท์ติดตั้งในพื้นที่สวนปลูกกฤษณาที่หนอนผีเสื้อเจาะลำต้นกฤษณา ที่จังหวัดตราด (ภาพที่ ๕) เพื่อศึกษาการตอบสนองของผีเสื้อหนอนเจาะต้นกฤษณา โดยเปิดแสงตั้งแต่ ๑๙.๐๐-๒๓.๐๐ น ตรวจสอบการเข้าสู่แสงไฟของผีเสื้อเจาะต้นกฤษณา ทุก ๑ ชั่วโมง ปรากฏว่าไม่พบผีเสื้อบินมาที่กับดักแสงไฟเลย

การเกิดสารกฤษณาในเนื้อไม้เนื่องจากการเจาะของแมลง(หนอนเจาะลำต้นกฤษณา)



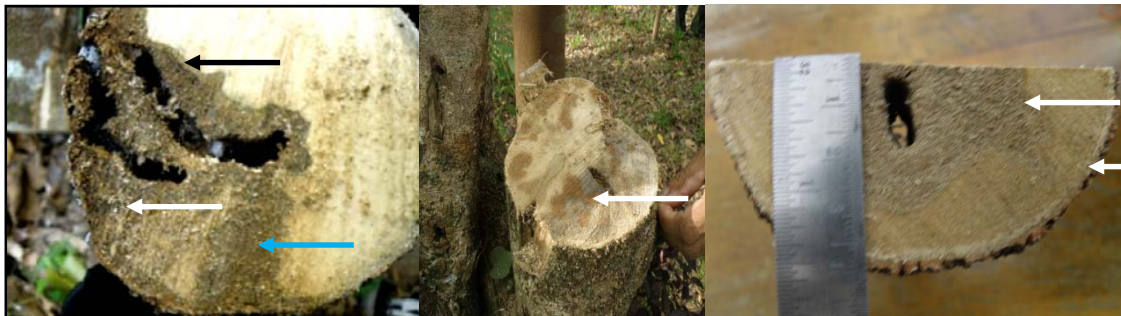
ภาพที่ ๖ ลักษณะรูของแมลงบนลำต้นกฤษณาภายนอก (๑) และการเกิดสารกฤษณาภายใน (๒)

ต้นกฤษณาที่ถูกหนอนเจาะและทำร่องอาศัยภายในต้น สามารถสร้างสารกฤษณา ซึ่งเป็นน้ำมันหอมขึ้นรอบๆ บริเวณของร่องเจาะ ปริมาณมากหรือน้อยขึ้นกับปัจจัยของพืชและอื่นๆ หากเป็นรูเก่ามาก นานหลายปีและมีสารกฤษณาเกิดขึ้น จะเห็นเปลือกต้นกฤษณาภายนอกบริเวณที่มีรูเจาะจะมีลักษณะยุบเป็นแถบตามความยาวของลำต้น(ภาพที่ ๖-๑, และ ๗-๑) น้ำมันหอมที่เกิดขึ้นนี้เป็นที่ต้องการของตลาดน้ำมันหอมกฤษณา มีราคาแพง ดังนั้นการเจาะเข้าทำลายต้นกฤษณาที่มีขนาดใหญ่ของหนอนผีเสื้อดังกล่าว จึงเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้ปลูกต้นกฤษณา

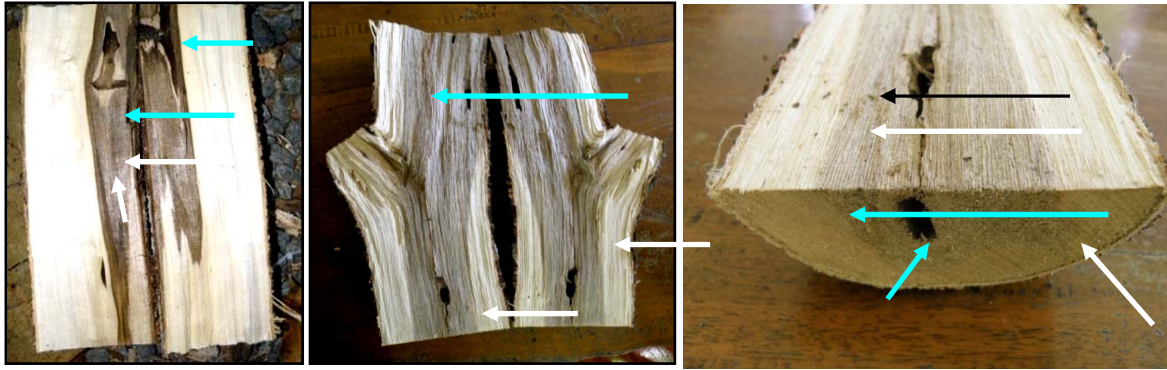


ภาพที่ ๓ แสดงการเกิดสารกฤษฎณาหรือน้ำมันหอม รูปบนต้น (๑) สารน้ำมันหอมอบรูภายในเนื้อไม้ (๒และ ๓)

เมื่อทำการผ่าต้นกฤษฎณา ที่พบรูหนอนผีเสื้อเจาะลำต้นทั้งที่เจาะเข้าใหม่และรอยเก่า เพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงภายในเนื้อไม้รอบรูของหนอนเจาะพบว่าบริเวณโดยรอบ ๆ รอยเจาะเป็นร่องภายในต้น มีการเกิดกฤษฎณาหรือน้ำมันภายในเนื้อไม้เนื้อไม้บริเวณรอบร่องที่แมลงเจาะเปลี่ยนสีจากสีขาว-เหลือง ซึ่งเป็นสีของเนื้อไม้ปกติ เป็นสีน้ำตาลอ่อนถึงสีน้ำตาลเข้มได้อย่างชัดเจนและเป็นพื้นที่ค่อนข้างใหญ่ โดยเฉพาะรอยแมลงที่เป็นรอยเก่า ถ้าเป็นรอยใหม่จะยังไม่เกิดสารกฤษฎณา หรืออาจเกิดเพียงเล็กน้อย แสดงให้เห็นว่าการเจาะเป็นร่องของแมลงภายในเนื้อไม้ของต้นกฤษฎณาสามารถกระตุ้นและชักนำให้ต้นกฤษฎณาสร้างสารกฤษฎณาหรือ สารน้ำมันหอมขึ้นรอบๆ ร่องเจาะได้จึงเป็นโอกาสที่ดีที่จะใช้หนอนแมลงเป็นตัวการชักนำให้เกิดสารกฤษฎณา หรือน้ำมันหอมในเนื้อไม้กฤษฎณาได้



ภาพที่ ๔ แสดงลักษณะการเกิดสารกฤษฎณาภายในเนื้อไม้ (สีน้ำตาล) รอบร่องเจาะของหนอนแมลง (ภาพตัดขวาง)



ภาพที่ ๙ ลักษณะการเกิดสารกฤษณาในเนื้อไม้ของต้นกฤษณาบริเวณรอบร่องเจาะของแมลง มีสีน้ำตาลถึงสีน้ำตาลเข้ม (ภาพตัดตามยาว)

การคัดเลือกคุณภาพ หรือเกรดของสารกฤษณาในเนื้อไม้



ภาพที่ ๑๐ ลักษณะและสีของสารกฤษณาที่มีคุณภาพดีที่เกิดในเนื้อไม้กฤษณา ตัดแต่งเฉพาะเนื้อไม้ที่มีสาร

เป็นการคัดคุณภาพสารกฤษณาโดยดูจากสีของเนื้อไม้ที่เปลี่ยนจากสีขาวของเนื้อไม้ เป็นสีน้ำตาลถึงน้ำตาลเข้มหรือดำ หากเนื้อไม้เป็นสีน้ำตาลอ่อนจะมีคุณภาพต่ำ หากเนื้อไม้เป็นสีน้ำตาลเข้มขึ้นคุณภาพจะดีกว่าสีน้ำตาลอ่อน ดังนั้นหากเนื้อไม้มีสีน้ำตาลยิ่งเข้มมากขึ้น คุณภาพของสารกฤษณายิ่งมากขึ้นตามลำดับ เนื้อไม้ที่มีสารกฤษณาคุณภาพดี (สีน้ำตาลเข้มมาก) เกษตรกรนิยมตัดแต่งเนื้อไม้ที่มีเฉพาะสารกฤษณาเท่านั้น (ภาพที่ ๑๐) เพื่อไว้ขาย เพราะได้ราคาดี

การกลั่นน้ำมันกฤษณา

วิธีการกลั่นน้ำมันกฤษณาจากไม้กฤษณา กระบวนการที่นิยมกันมี ๓กระบวนการ คือ

๑. การต้มกลั่นแบบใช้น้ำ (Water Distillation)

๒. การกลั่นด้วยไอน้ำ (Steam Distillation)

๓. การกลั่นด้วยไอน้ำแบบต่อเนื่อง (Continuous Steam Distillation)



ภาพที่ ๑๑ การต้มกลั่นน้ำมันกฤษณา: ๑ และ ๒ ชิ้นไม้ขนาดเล็ก และการตากชิ้นไม้ ๓ ส่วนของเตาต้ม (ซ้าย) ส่วนให้ความร้อนและควบแน่น (ขวา) และ ๔, ๕ ภาพขณะรองรับของเหลวที่ออกจากส่วนควบแน่น

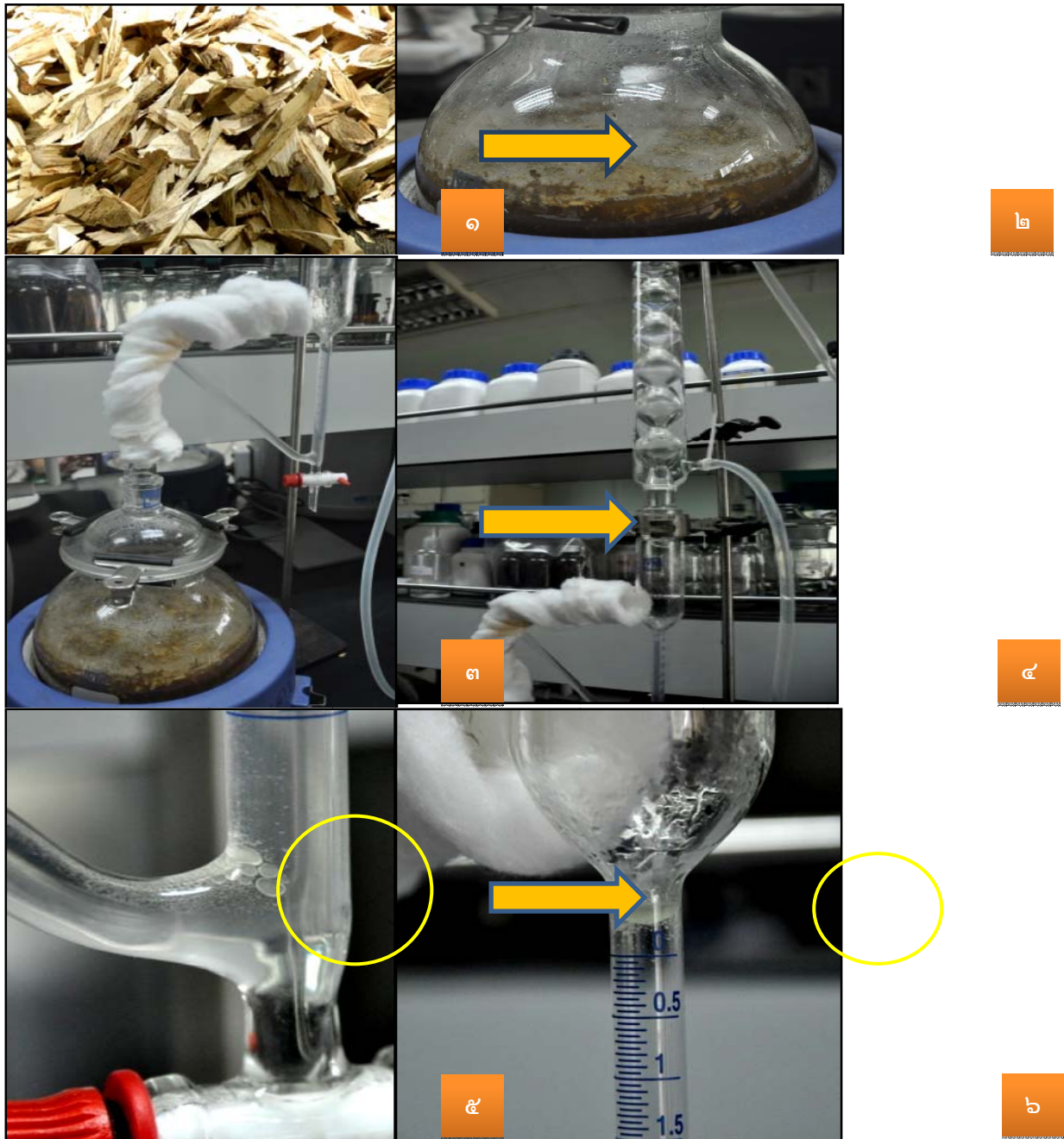
วิธีการกลั่นน้ำมันกฤษณาจากไม้กฤษณา ที่นิยมกันมี 3 กระบวนการ ดังกล่าว แต่จะกล่าวเฉพาะการต้มกลั่นแบบใช้น้ำ (Water Distillation) (ภาพที่ ๑๑) ซึ่งเป็นวิธีการที่ผู้ประกอบการ และเกษตรกรนิยมใช้ เพื่อต้มกลั่นและสกัดสารน้ำมันหอมจากเนื้อไม้กฤษณา เนื่องจากเป็นวิธีกระบวนการที่ง่าย ไม่ซับซ้อน และไม่ยุ่งยากมากนัก สามารถสร้างโรงต้มกลั่นและปฏิบัติได้เองในพื้นที่ใกล้กับสวนป่ากฤษณา กระบวนการและเวลาการกลั่นน้ำมันกฤษณาเป็นขั้นตอนที่สำคัญอย่างมากต่อคุณภาพของน้ำมันกฤษณา เพราะน้ำมันกฤษณาที่กลั่นออกมาถ้ามีคุณภาพดี จะสามารถขายได้ราคาสูง ซึ่งเทคนิคต่างๆ ของกระบวนการกลั่นจะขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของแต่ละบุคคล

กระบวนการต้มกลั่นแบบใช้น้ำ (Water Distillation) ใช้น้ำเป็นตัวสกัดโดยการใส่วัตถุดิบคือชิ้นไม้กฤษณาที่มีสารกฤษณาที่บดละเอียดเป็นผงแล้ว ลงไปผสมกับน้ำในหม้อต้ม จากนั้นต้มให้เดือด สารน้ำมันหอมกฤษณาจะถูกสกัดออกจากชิ้นไม้และระเหยเป็นไอรวมกับไอน้ำ จากนั้นจึงถูกส่งผ่านเข้าไปสู่ส่วนที่ทำให้ความเย็นด้วยน้ำซึ่งเป็นขั้นตอนการควบแน่นให้เป็นของเหลว ไอน้ำที่ผสมกับไอของสารน้ำมันหอมจะควบแน่นกลับเป็นของเหลวเข้าสู่ภาชนะรองรับที่เตรียมไว้ ของเหลวที่ได้จะแยกชั้นระหว่างน้ำและน้ำมันกฤษณา โดยสารน้ำมันกฤษณาจะลอยตัว

อยู่ด้านบนและส่วนที่เป็นน้ำจะอยู่ด้านล่างทำให้แยกส่วนที่เป็นน้ำมันหอมระเหยออกจากส่วนที่เป็นน้ำได้อย่างไม่ยากนัก การกลั่นด้วยวิธีนี้ถือว่ารวดเร็ว สะดวกลงทุนน้อยกว่าวิธีอื่นๆ ซึ่งได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย การกลั่นวิธีนี้โดยทั่วไปจะใช้เวลา 5 -10 วันต่อการกลั่นหนึ่งครั้ง มีขั้นตอน ดังนี้

1. นำชิ้นไม้กฤษณาที่มีสารน้ำมันหอมและทำให้เป็นชิ้นขนาดเล็กๆหรือเป็นแผ่นบางๆ แล้ว ผึ่งแดดให้แห้ง 2-3 วัน เพื่อไล่ความชื้นออกจากเนื้อไม้ (ภาพที่ ๑๑-๑, ๓)
2. เมื่อชิ้นไม้แห้งตามความต้องการแล้ว นำมาบดละเอียดขนาดประมาณ 1-2 มิลลิเมตร เพื่อเพิ่มเนื้อที่ผิวการสกัดน้ำมันออกให้มากที่สุด
3. นำผงที่บดละเอียดของไม้กฤษณามาแช่น้ำไว้ประมาณ 7-15 วัน เป็นการให้น้ำมันกฤษณาออกจากเนื้อไม้ และมีกลิ่นดีตามต้องการ
4. นำผงไม้กฤษณาที่บดละเอียดที่แช่น้ำมาใส่หม้อต้มกลั่น (ภาพที่ ๑๑ ภาพขณะด้านซ้าย) ซึ่งจะทำให้การบรรจุลงในหม้อต้มกลั่นตามขนาดและปริมาณตามต้องการ โดยปกติจะใช้ประมาณ ๑๐-๑๕ กิโลกรัมต่อ ๑ หม้อกลั่น แล้วจึงเติมน้ำลงไปให้ระดับผงไม้ประมาณ ๕-๖ นิ้ว ทำการปิดฝาหม้อและให้ความร้อนแก่หม้อต้มกลั่น
5. เมื่อหม้อต้มกลั่นได้รับความร้อนจนเลยจุดเดือดแล้ว ไอน้ำพร้อมน้ำมันกฤษณาจะระเหยออกมาทางท่อที่ต่อจากหม้อต้มเข้าสู่ส่วนของการควบแน่นโดยใช้น้ำเย็นเป็นตัวให้ความเย็นไหลวนรอบๆ ท่อที่โอบผสมของน้ำและน้ำมันหอมระเหยผ่านเข้ามา (ภาพที่ ๑๑ ภาพขณะด้านขวา)
6. ไอน้ำและไอของน้ำมันหอมระเหยที่ผ่านส่วนควบแน่น จะเปลี่ยนสถานะจากละอองไอน้ำเป็นของเหลวไหลออกมาตามท่อเข้าสู่ภาชนะแก้วรองรับ (ภาพที่ ๑๑ -๔,๕) ของเหลวในภาชนะนี้จะแยกส่วนกันระหว่างน้ำและน้ำมันกฤษณาอย่างเห็นได้ชัดเจน ซึ่งที่ปลายภาชนะนี้จะมีส่วนสำหรับปล่อยและกั้นให้ของเหลวไหลออกได้ เพื่อสะดวกต่อการแยกเก็บสารน้ำมันกฤษณากับน้ำได้ดี
7. น้ำมันกฤษณาที่แยกออกมาได้จากการต้มกลั่นนี้ เป็นน้ำมันกฤษณาที่ตลาดต้องการ ราคาแพง ซึ่งขึ้นกับคุณภาพของน้ำมันหอมระเหยที่เกิดขึ้นในเนื้อไม้ และกระบวนการ กรรมวิธีการกลั่นแยกสารน้ำมันหอมระเหย
8. หลังจากทำการเก็บน้ำมันมาแล้ว ต้องผ่านกระบวนการกรองน้ำมันอีกครั้งด้วยผ้ากรอง เพื่อกรองน้ำและสิ่งเจือปนออกให้หมด จากนั้นใส่ขวดแล้วนำไปให้ความร้อน โดยเปิดฝาทิ้งไว้ ให้น้ำมันระเหยออกให้หมด จะได้น้ำมันกฤษณาที่มีคุณภาพสูง
9. กากที่เหลือจากการต้มกลั่น นำไปตากแห้ง แดดจัดประมาณ ๓ วัน จะถูกนำไปป่นเป็นผงสำหรับทำธูปหอมต่อไป

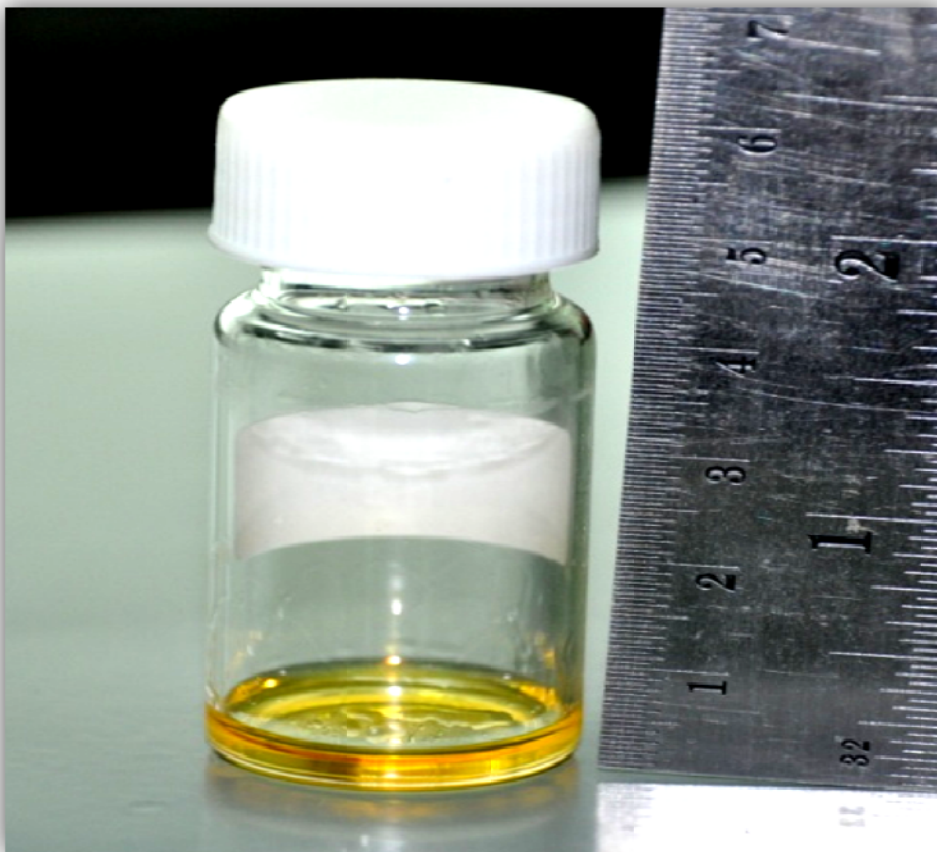
ขั้นตอนการกลั่นควบแน่นน้ำมันกฤษณาในห้องปฏิบัติการ



ภาพที่ ๑๒ ขั้นตอนการกลั่นควบแน่น ไม้สารกฤษณา เพื่อให้น้ำมันหอม ในห้องปฏิบัติการ การสกัดน้ำมันหอมกฤษณาจากเนื้อไม้กฤษณาที่มีสารกฤษณาโดยเครื่องต้มกลั่นควบแน่นในห้องปฏิบัติการ ดำเนินดังนี้

๑. นำชิ้นไม้ที่มีสารกฤษณาที่เกิดจากหนอนแมลงเจาะต้น มาสับเป็นชิ้นเล็กๆ ผึ่งอากาศ เพื่อลดความชื้นให้ชิ้นเนื้อไม้แห้ง (ภาพที่ ๑๒-๑)
๒. นำชิ้นไม้ดังกล่าวไปดัดให้เป็นผงละเอียดและนำไปต้มในหม้อต้ม (ภาพที่ ๑๒-๒)

๓. สารกฤษณาและน้ำ ถูกความร้อนกลายเป็นละอองอ้า ไปตามท่อแก้วที่ต่อจากหม้อต้ม ไปสู่ท่อที่แก้ว ที่มีน้ำเย็นไหลวนอยู่รอบๆ ท่อ (ภาพที่ ๑๒-๓)
๔. ละอองไอน้ำระหว่างน้ำมันหอมกฤษณาและน้ำเข้าสู่หลอดแก้วควบแน่นที่มีน้ำเพื่อทำความเย็น ไหลวนอยู่รอบๆ หลอดแก้ว (ภาพ ๑๒-๔)
๕. ละอองไอที่ผสมของน้ำมันหอมกฤษณาและน้ำเปลี่ยนสภาพเป็นหยดของเหลวเกาะตามผนัง หลอดแก้ว (ภาพที่ ๑๒-๕)
๖. หยดของเหลวในหลอดแก้วเมื่อเพิ่มปริมาตรมากขึ้น จไหลลงสู่ภาชนะรูปกรวย ซึ่งเป็นภาชนะสำหรับ เก็บของเหลวที่ควบแน่น ของเหลวนี้เป็นส่วนผสมของน้ำมันหอมกฤษณาและน้ำ ซึ่งจะแยกส่วนกัน อย่างชัดเจน (ภาพที่๑๒-๖) โดยที่น้ำมันหอมกฤษณาจะลอยอยู่ส่วนบน
๗. ไซเด็ยที่ปิดกั้นของเหลวที่อยู่ทางด้านล่างของภาชนะ ให้ของเหลวไหลออก ส่วนแรกจะเป็นน้ำ ส่วน ต่อไปจึงเป็นน้ำหอมกฤษณา นำน้ำมันหอมกฤษณาที่ได้ไประเหยน้ำออกอีกครั้งหนึ่ง
๘. ของเหลวที่ได้เป็นน้ำมันหอมกฤษณา ที่มีสีเหลืองอำพันใส มีคุณภาพดี ระดับเกรด A (ภาพที่ ๑๓)



ภาพที่ ๑๓ น้ำมันกฤษณา เกรด A สีเหลืองอำพัน ได้จากสารกฤษณาที่เกิดจากแมลง

สรุปผล

การเกิดกฤษณาในเนื้อไม้ของต้นกฤษณา สามารถเกิดขึ้นได้หลายวิธี อาทิ การใช้วัสดุปลายแหลมหรือของมีคม ทำให้ต้นกฤษณาเกิดบาดแผลโดยเฉพาะ หรืออาจทำให้ต้นกฤษณาเป็นรูแล้วใส่สารเคมี หรือจุลินทรีย์ตามสูตรที่คิดค้นกันแต่สูตร เข้าไปในลำต้น แล้วทำให้เกิดสารกฤษณาในเนื้อไม้ ได้ หรือมีได้ คุณภาพสารกฤษณาที่แตกต่างกัน แต่อีกวิธีหนึ่งพบว่า หนอนแมลงที่เจาะลำต้นกฤษณาในธรรมชาติ สามารถทำให้เกิดสารกฤษณาในเนื้อไม้กฤษณาได้ และบางกรณีเป็นสารกฤษณาที่เมื่อกลั่นจะได้น้ำมันหอมคุณภาพดี

หนอนแมลงที่เจาะต้นกฤษณาและทำให้เกิดสารกฤษณาได้ คือ หนอนของผีเสื้อกลางคืนขนาดกลางคืน โดยผีเสื้อจะวางไข่เป็นกลุ่มบนต้นกฤษณา เมื่อหนอนฟักจากไข่จะเจาะเข้าไปในเนื้อไม้เป็นรูกลม หนอนเจาะเข้าไปในเนื้อไม้จะทำเป็นร่องหรืออุโมงค์สำหรับพักอาศัยและหลบภัยอันตราย อุโมงค์ที่หนอนเจาะขึ้นสู่ด้านบนมากกว่าด้านล่าง หนอนจะขับขุยไม้หรือมูลของหนอนที่มีลักษณะเป็นท่อนๆ ขนาดเล็กออกจากรู ตกกองอยู่บริเวณโคนต้นกฤษณา หนอนแมลงและร่องหรืออุโมงค์ที่เจาะหนอนเจาะนี้จะกระตุ้นให้ต้นกฤษณาสร้างสารออกมาหุ้มบริเวณรอบๆ และกลายเป็นสารกฤษณาในที่สุด หากร่องหรืออุโมงค์ที่เกิดขึ้นใหม่อาจจะยังไม่เกิดสารกฤษณา แต่หากเป็นร่องหรืออุโมงค์ที่เก่าจะมีสารกฤษณาเกิดโดยรอบเนื้อไม้กฤษณาที่มีน้ำตาลซึม

จากการนำสารกฤษณาที่เกิดจากการเจาะของหนอนแมลงไปกลั่นในห้องปฏิบัติการ โดยเครื่องกลั่นควบแน่น ได้น้ำมันหอมกฤษณา มีสีเหลืองอำพัน ใส มีกลิ่นหอม แสดงว่ามีคุณภาพค่อนข้างดี ดังนั้น แนวทางการใช้แมลงชักนำให้เกิดน้ำมันในต้นกฤษณา จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าจะมีความศึกษาและพัฒนาการนำหนอนผีเสื้อนี้มาใช้ในการชักนำให้ต้นกฤษณาสร้างสารกฤษณาในต้นให้ได้ปริมาณมากขึ้น เพื่อเพิ่มรายได้แก่เกษตรกรและเป็นผลดีทางเศรษฐกิจต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยการสำรวจและศึกษาวิจัยใช้แมลงชักนำให้เกิดน้ำมันหอมในต้นกฤษณาเป็นโครงการภายใต้แผนงานวิจัยกัญชารักษาป่าไม้ กลุ่มงานวิจัยแมลงและจุลชีววิทยาป่าไม้ การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเกิดน้ำมันกฤษณาในเนื้อไม้กฤษณาโดยแมลง สามารถดำเนินการ และสำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์ จากสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ ที่ได้จัดสรรงบประมาณในการดำเนินการโครงการวิจัย และได้ความร่วมมือเป็นอย่างดีจากหลายฝ่าย จึงขอขอบคุณ คุณธิตี สารัตน์ นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ คุณบรรดิษฐ์ หงส์ทอง นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ หัวหน้าสถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา คุณสมพร เกษตรกรผู้ปลูกสวนกฤษณาจังหวัดตราด ที่ให้ความอนุเคราะห์อนุญาตให้เข้าสำรวจและศึกษาวิจัยในแปลงกฤษณาสำหรับการศึกษาในครั้งนี้ และขอขอบคุณ คุณจันทิ จิตรจักษ์ นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ กลุ่มงานพัฒนาผลผลิตป่าไม้สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการสกัดและวิเคราะห์สารน้ำมันกฤษณาจากเนื้อไม้กฤษณาที่เกิดจากการเจาะของหนอนแมลงในห้องปฏิบัติการ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกๆ ท่านที่มีส่วนร่วมโครงการนี้ ทำให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มอนุสัญญาคุ้มครองพันธุ์พืช กองคุ้มครองพันธุ์พืช กรมวิชาการเกษตร. ๒๕๕๔. เอกสารประกอบการประชุม/สัมมนา เกษตรกร ผู้ค้า และผู้มีส่วนได้เสียเพื่อจัดทำร่างระเบียบการค้าไม้กฤษณาและผลิตภัณฑ์ระหว่างประเทศแบบมีส่วนร่วม. (๓๙ หน้า)
- วนิดา สุบรรณเสณี, นัยนา ทองเจียม และวิบูลย์ เสเกกุล. ๒๕๒๗. เชื้อราที่พบบนต้นไม้หอม. น. ๘-๑๕. ใน รายงานการวิจัยของป่า. เลขที่ ๕. ๒๕๒๗. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- Ding Hou, L. 1960. Thymelaeaceae. Pp. 1-48. In C.G.G.J. Van Steenis, ed. Flora Maleesiana. Wolters-Noordhoff, Groningen, Netherlands.
- Eurling, M. and B. Gravendeel. 2003. Identification of Agarwood (*Aquilaria* and *Gyrinops*) Dry Wood Using trnL-trnF Polymorphisms. (CD Rom). The Rainforest Project. Veit Nam. (First International Agarwood Conference, November 10-15).
- Rahman, M.A. and A.C. Basak. 1982. Agar production in agar tree by artificial inoculation and wounding. BanoBiggyanPatrika 9(1/2). CABI. Accession no. 840688636.
- Rahman, M.A. and S.K. Khisa. 1984. Agar production in agar tree by artificial inoculation and wounding. II. Further evidences in favour of agar formation. BanoBiggyanPatrika 13(1/2): 57-63. CABI. Accession no. 860613128.
- Siripatanadilok, S., A. Chalermpongse and S. Sangthongpraow. 1991.