

นิพนธ์ต้นฉบับ

เทคนิคเพื่อกระตุ้นการเกิดสารหอมในไม้กฤษณาโดยการสร้างบาดแผล

Treatment Techniques to Stimulate Incensed Resinous Wood Formation of Agarwood (*Aquilaria crassna* Pierre ex Lec.) by Intentional Wounding

วิชาญ เอียดทอง

Wichan Eiadthong

คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok, 10900, Thailand

E-mail: fforwce@ku.ac.th

รับต้นฉบับ 3 ธันวาคม 2550

รับลงพิมพ์ 27 ตุลาคม 2551

ABSTRACT

Treatments applied to stimulate resinous wood accumulation that was suitable for incense were studied on 18-year-old agarwood trees, planted at the Wang Nam Khiew forestry student training station, Wang Nam Khiew district, Nakhon Ratchasima province. Four agarwood trees, with girth at breast height in the range 54.5-108.5 cm were selected. The intentional wounding was made using a drill fitted with an 8-mm bit and 17 treatments using various chemical combinations were then applied on the wounds to induce resinous wood accumulation. The aims of these experiments were to investigate the patterns and quality of the accumulated resinous wood for incense and variation due to seasons. Data were collected over intervals of 3, 6, 9 and 12 months. The results showed three patterns of resinous wood accumulation. Pattern 1 had a thin band of resinous wood that appeared as an elliptical ring between the decayed wood and normal wood surrounding the hole. Pattern 2 featured resinous wood that appeared as an elliptical ring directly next to the hole but without any decayed wood, while pattern 3 involved an absence of resinous wood but with decayed wood next to the hole. An analysis of seasonal differences showed a higher volume of resinous wood accumulated in the dry season than in the rainy season and there was less decayed wood in the dry season. Treatment with 0.1M methyl jasmonate, 0.01M methyl jasmonate, 5% Ethrel and 10% Ethrel, produced progressively higher volumes of resinous wood, respectively.

Keywords: *Aquilaria crassna*, incense wood, treatment techniques**บทคัดย่อ**

การศึกษาเพื่อคัดเลือกเทคนิคใช้ในการกระตุ้นการสะสมสารหอมของเนื้อไม้ในต้นกฤษณาอายุประมาณ 18 ปี ซึ่งปลูกไว้ในบริเวณสถานีฝึกงานนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ได้คัดเลือกต้นกฤษณา 4 ต้น มีขนาดเส้นรอบวง ที่ระดับความสูงเพียงอกอยู่ระหว่าง 84.5-108.5 เซนติเมตร แล้วทำการเจาะลำต้นด้วยดอกสว่านขนาด 8 มิลลิเมตร กระตุ้นให้เกิดการสะสมสารหอมใช้เงื่อนไขจำนวน 17 ชุดการ

ทดลอง วัดอุณหภูมิเพื่อศึกษารูปแบบการสะสมสารหอมและฤดูกาลที่มีผลต่อการสะสมสารหอม และคุณภาพของเนื้อไม้หอมที่ได้ในแต่ละชุดการทดลอง เก็บข้อมูลทุกๆ 3 เดือนหลังการเจาะและเก็บข้อมูลต่อเนื่องติดต่อกันจนครบ 12 เดือน ผลการศึกษาพบว่า การสะสมสารหอมของต้นกฤษณา มี 3 รูปแบบคือ รูปแบบที่ 1 เกิดเป็นวงบางๆ รอบรอยแผลและมีไม้ผุแทรกกันระหว่างกับรูเจาะ รูปแบบที่ 2 เกิดเป็นวงรอบรอยแผลและไม่มีเนื้อไม้ผุ และรูปแบบที่ 3 ไม่เกิดการสะสมสารหอมเลย ผลการเปรียบเทียบการสะสมสารหอมในเนื้อไม้กฤษณาระหว่างฤดูฝนกับฤดูแล้งพบว่าในฤดูแล้งเกิดในปริมาณมากกว่าและการเกิดเนื้อไม้ผุน้อยกว่า ชุดการทดลองที่กระตุ้นการสะสมสารหอมได้ดีตามลำดับมากไปหาน้อยดังนี้คือ ชุดการทดลองรูเจาะใส่สาร 0.1M methyl jasmonate, 0.01M methyl jasmonate, 5% Ethrel และ 10% Ethrel ตามลำดับ

คำสำคัญ: กฤษณา เนื้อไม้ที่มีสารหอม เทคนิคการกระตุ้นสารหอม

คำนำ

พรรณไม้สกุลกฤษณา (*Aquilaria*) เป็นพรรณไม้ที่มีกระบวนการสร้างสารหอมสะสมอยู่ในเนื้อไม้ ซึ่งมนุษย์สามารถเก็บมาใช้ประโยชน์เมื่อโบราณกาล ดังเช่นในประเทศญี่ปุ่นมีรายงานการใช้เนื้อไม้กฤษณามาตั้งแต่ 1,500 ปี (Compton and Ishihara, 2004) เพื่อใช้ทำสมุนไพร รูปหอม น้ำมันหอม และเครื่องหอมต่างๆ สำหรับความหลากหลายของพรรณไม้สกุลกฤษณาในประเทศไทยพบว่ามี 5 ชนิดด้วยกันคือ กฤษณา (*Aquilaria crassna*) พวมพร้าว (*A. malaccensis*) กฤษณาออย (*A. rugosa*) จะแน (*A. hirta*) และกำแย (*A. subintegra*) (Eiadthong, 2007) สำหรับชนิดที่มีศักยภาพนำไปพัฒนาเพื่อปลูกเป็นไม้เศรษฐกิจในปัจจุบันมีเพียง 3 ชนิดคือ กฤษณา พวมพร้าว และกฤษณาออย พรรณไม้สกุลกฤษณาส่วนใหญ่มีวิสัยเป็นไม้ต้นและมีประชากรน้อย หาพบได้ยากในป่าธรรมชาติ ขณะที่สถานภาพแหล่งพันธุกรรมในป่าธรรมชาติของพรรณไม้สกุลกฤษณาในประเทศไทยถูกคุกคามอย่างหนักจากการลักลอบตัดฟันด้วยเหตุดังกล่าวทำให้เนื้อไม้หอมของต้นกฤษณามี

ราคาแพงสูงมากขึ้น และผลักดันให้มีการนำไม้กฤษณามาปลูกกันมากขึ้น แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นก็คือการที่จะกระตุ้นสร้างเนื้อไม้กฤษณาหอมขึ้นมาได้อย่างไร เพราะตามปกติเนื้อไม้ของพรรณไม้สกุลกฤษณาเป็นไม้เนื้ออ่อน ไม่มีแก่น จากงานวิจัยการเกิดสารหอมในเนื้อไม้กฤษณาของ Siripatanadilok *et al.*, (1991) พบว่าการสร้างสารหอมของเนื้อไม้กฤษณาเกิดขึ้นในไซเลม (xylem) ที่มีชีวิต อันเป็นบริเวณเนื้อเยื่อของ included phloem และการสร้างสารหอมเกิดขึ้นนั้นต้องได้รับการถูกกระตุ้นทำให้เกิดบาดแผลในไซเลมจึงทำได้ด้วยเทคนิคต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นเทคนิคทางกล (mechanical) เทคนิคทางกายภาพ (physical) เทคนิคทางเคมี (chemical) เทคนิคทางชีวภาพ (biological) ที่กระตุ้นให้เกิดสารหอมได้ แต่การเกิดของสารหอมยังไม่มีคำแนะนำและไม่สามารถให้ปริมาณไม้หอมสูงตามต้องการได้ ขณะที่ Pojanagaroon and Kaerak (2005) ได้ใช้วิธีการทำบาดแผลด้วยการเจาะด้วยดอกสว่าน ลิว และตะปู แล้วปล่อยนาน 20 เดือนพบว่าการทำบาดแผลด้วยการเจาะด้วยดอกสว่านทำให้เกิดสารหอมดีกว่าการใช้ลิวเจาะและการตอกด้วยตะปู

Yagura *et al.* (2005) ได้ศึกษาการเกิดชันหอม (incensed resin) พบว่าในสารเริ่มต้นที่จะพัฒนาไปสู่ขบวนการสร้างชันหอมดังกล่าวเป็นกลุ่มสาร diepoxy tetrahydrochromones ซึ่งสารนี้เกิดจากการกระตุ้นด้วยการตอกด้วยเข็มเหล็ก หลังจากการตอกนาน 50 วันลงบนต้นกล้ากฤษณา การวิเคราะห์สารเริ่มต้นดังกล่าวสามารถวิเคราะห์ชื่อทางเคมีว่า oxidoagarochromone A, oxidoagarochromone B และ oxidoagarochromone C Yagura *et al.* (2005) ได้สกัดสารชันหอมในเนื้อไม้ของ *Aquilaria sinensis* และ *A. crassna* พบสาร oxidoagarochromone C เพิ่มขึ้นหลังจากการตอกนาน 135 วัน และสารเริ่มต้นดังกล่าว ไม่พบในชิ้นไม้กฤษณาที่เก็บเกี่ยวจากสวนป่า แสดงให้เห็นว่ากลุ่มสาร diepoxy tetrahydrochromones มีความสัมพันธ์กับขบวนการสังเคราะห์ทางเคมีในขั้นตอนของการเกิดสารหอมในชิ้นไม้กฤษณา

สาร jasmonic acid methyl ester เป็นสารถูกนำมาใช้ในการทดลองครั้งนี้ สาร jasmonic acid methyl ester เป็นสารที่ได้ถูกสกัดออกมาต้นมะลิ (*Jasminum grandiflorum*) เมื่อปี ค.ศ. 1962 (Wasternack, 2007) มีคุณสมบัติการกระตุ้นของการสังเคราะห์กลุ่มโปรตีนเรียกว่า jasmonate-induced proteins ที่มีผลต่อการรักษาบาดแผล การสะสมของอัลคาลอยด์ การสร้างปม หรือหัว และการกระตุ้นการสังเคราะห์ทางชีวเคมีในพืช (Wasternack, 2007)

วัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้เพื่อศึกษาหาเทคนิคที่เหมาะสมใช้ในการกระตุ้นให้เกิดสารหอมในเนื้อไม้กฤษณาของไม้กฤษณาในแปลงปลูก

อุปกรณ์และวิธีการ

คัดเลือกต้นกฤษณาที่มีลำต้นขนาดเส้นรอบวงที่ระดับความสูงเพียงอก (1.30 เมตร; GBH) ต่างๆ กัน จำนวน 4 ต้น ที่ปลูกในบริเวณสถานีฝึกงานนิสิตคณะวนศาสตร์วังน้ำเขียว อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ดังแสดงใน Table 1. ต้นที่ 1, 2 และ 3 ใช้เพื่อชักนำการเกิดเนื้อไม้หอมตามชุดการทดลองต่างๆ 17 ชุดการทดลอง และต้นที่ 4 เพื่อศึกษาอิทธิพลของฤดูกาลในฤดูแล้งและฤดูฝนต่อการเกิดเนื้อไม้หอม การชักนำให้เกิดเนื้อไม้หอมโดยใช้ดอกสว่าน ขนาด 8 มิลลิเมตร เจาะรูตั้งฉากกับลำต้น ลึก 2.0 เซนติเมตร (ดัง Figure 1A) ระยะห่างระหว่างรู 10 เซนติเมตร และทดลองซ้ำในแต่ละชุดการทดลอง รวม 4 รู รวมจำนวน 17 ชุดการทดลองต่อต้น รวมจำนวนรูทั้งหมด 68 รู เพื่อทำการเก็บเนื้อไม้จากรอยแผลทุก 3 เดือนจำนวนหนึ่งบาดแผลในแต่ละชุดการทดลอง และในแต่ละชุดการทดลองทำซ้ำ 3 ครั้งต่างต้นกัน รวมทั้ง 3 ต้น ตำแหน่งที่เจาะรูบนลำต้นของกฤษณาเจาะที่โคนต้นสูงจากระดับผิวดิน 50 เซนติเมตรขึ้นไปจนถึง 12 เมตร ทั้งนี้เพื่อป้องกันรูที่อยู่ต่ำกว่า 50 เซนติเมตรไม่ให้ผิวดินกระเด็นเข้าบาดแผล หรือป้องกันฝนตกหนักน้ำท่วมเข้ารูบาดแผล

เงื่อนไขของแต่ละชุดการทดลองมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ชุดการทดลองที่ 1: ชุดการทดลองควบคุมไม่เติมสารใดๆ และไม่ปิดปากรูด้วยดินน้ำมัน

ชุดการทดลองที่ 2: ชุดการทดลองควบคุมไม่เติมสารใดๆ และปิดปากรูด้วยดินน้ำมัน

ชุดการทดลองที่ 3: ใช้สารละลาย 0.1M KOH อัดเข้ารูและปิดปากรูด้วยดินน้ำมัน

ชุดการทดลองที่ 4: ใช้สารฟลินโค้ด อัดเข้าในรูและปิดปากรูด้วยดินน้ำมัน

ชุดการทดลองที่ 5: ใช้สารลึซบ Soda ash อัดเข้าในรูและปิดปากรูด้วยดินน้ำมัน

ชุดการทดลองที่ 6: ใช้สารลึซบ 5% Ethrel ที่ผสมในน้ำมันพืช อัดเข้าในรูและปิดปากรูด้วยดินน้ำมัน

ชุดการทดลองที่ 7: ใช้สารลึซบ 10% Ethrel ที่ผสมในน้ำมันพืช อัดเข้าในรูและปิดปากรูด้วยดินน้ำมัน

ชุดการทดลองที่ 8: ใช้สารลึซบ 0.1M HCl อัดเข้าในรูและปิดปากรูด้วยดินน้ำมัน

ชุดการทดลองที่ 9: ใช้สารลึซบสารเคมีอัดกฤษณาของเอกชน อัดเข้าในรูและไม่ได้ปิดรูด้วยดินน้ำมัน

ชุดการทดลองที่ 10: ใช้สารลึซบสาร methyl jasmonate ความเข้มข้น 0.001M อัดเข้าในรูและปิดรูด้วยดินน้ำมัน

ชุดการทดลองที่ 11: ใช้สารลึซบสาร methyl jasmonate ความเข้มข้น 0.01M อัดเข้าในรูและปิดรูด้วยดินน้ำมัน

ชุดการทดลองที่ 12: ใช้สารลึซบสาร methyl jasmonate ความเข้มข้น 0.1M อัดเข้าในรูและปิดรูด้วยดินน้ำมัน

ชุดการทดลองที่ 13: ใช้สารลึซบสาร methyl jasmonate ความเข้มข้น 0.001M อัดเข้าในรูและไม่ได้ปิดรูด้วยดินน้ำมัน

ชุดการทดลองที่ 14: ใช้สารลึซบสาร methyl jasmonate ความเข้มข้น 0.01M อัดเข้าในรูและไม่ได้ปิดรูด้วยดินน้ำมัน

ชุดการทดลองที่ 15: ใช้สารลึซบสาร methyl jasmonate ความเข้มข้น 0.1M อัดเข้าในรูและไม่ได้ปิดรูด้วยดินน้ำมัน

ชุดการทดลองที่ 16: ใช้หมุดไม้ไผ่ตอกเสียบลงไปบนเนื้อไม้ 3 เซนติเมตร

ชุดการทดลองที่ 17: ใช้ตะปูเหล็กขนาด 3 นิ้ว ตอกเสียบลงไปบนเนื้อไม้ 3 เซนติเมตร

ในการทดลองผลของฤดูกาลต่อการเกิดเนื้อไม้หอม เลือกใช้ชุดการทดลองที่ 6 และ 12 ทดลองกับกฤษณาต้นที่ 4 (Table 1.)

Table 1. Girth and height of 18 year old agarwood trees selected at Wang Nam Khiew Forestry Training Station, Wang Nam Khiew, Nakhon Ratchasima Province

Tree no.	GBH (cm)	Height (m)
1	108.5	14
2	96.5	14
3	84.5	14
4	102	14

การเก็บชิ้นไม้วิจัยในแต่ละชุดการทดลองจากต้นกฤษณาทั้ง 3 ต้น เมื่อแต่ละชุดการทดลองมีอายุต่างๆ ดังนี้

รูที่ 1 เก็บเนื้อไม้หลังจากเจาะเป็นเวลา 3 เดือน

รูที่ 2 เก็บเนื้อไม้หลังจากเจาะเป็นเวลา 6 เดือน

รูที่ 3 เก็บเนื้อไม้หลังจากเจาะเป็นเวลา 9 เดือน

รูที่ 4 เก็บเนื้อไม้หลังจากเจาะเป็นเวลา 12 เดือน

ศึกษารูปแบบของการเกิดเนื้อไม้หอม (incensed wood) ซึ่งตามปกติประกอบด้วย 2 ส่วน คือ เนื้อไม้ส่วนที่มีชันหอมสะสม และส่วนของเนื้อ

ไม้ผุ ดัง Figure 1A และ 1B วัดปริมาตรของเนื้อไม้แต่ละส่วน โดยจะนำเนื้อไม้ออกจากลำต้น โดยรอบรูเจาะลึก 2 เซนติเมตร ส่วนความกว้างและยาวผันแปรไปตามการขยายตัวแนวสารหอมหรือ แนวตาของเซลล์เนื้อไม้ ดัง Figure 1A

การตรวจสอบคุณสมบัติของเนื้อไม้ที่มี
การสร้างสารหอมโดยการใช้ลักษณะ
ดังต่อไปนี้

- ก) สีเนื้อไม้มีสีเข้มตั้งแต่น้ำตาลอ่อนจนถึงสีน้ำตาลดำแตกต่างกันไปตามคุณภาพของไม้ที่เกิด ซึ่งสีดังกล่าวแทรกตัวอยู่ในเนื้อไม้
- ข) กลิ่นหอมจากการเผา
- ค) ความแข็งของเนื้อไม้เมื่อใช้ปลายนิ้วกดไม้ยุบตัว หากกดแล้วยุบตัวจะเป็นไม้ผุ
- ง) มีความวาวของเนื้อไม้ในบริเวณที่เกิดสารหอม

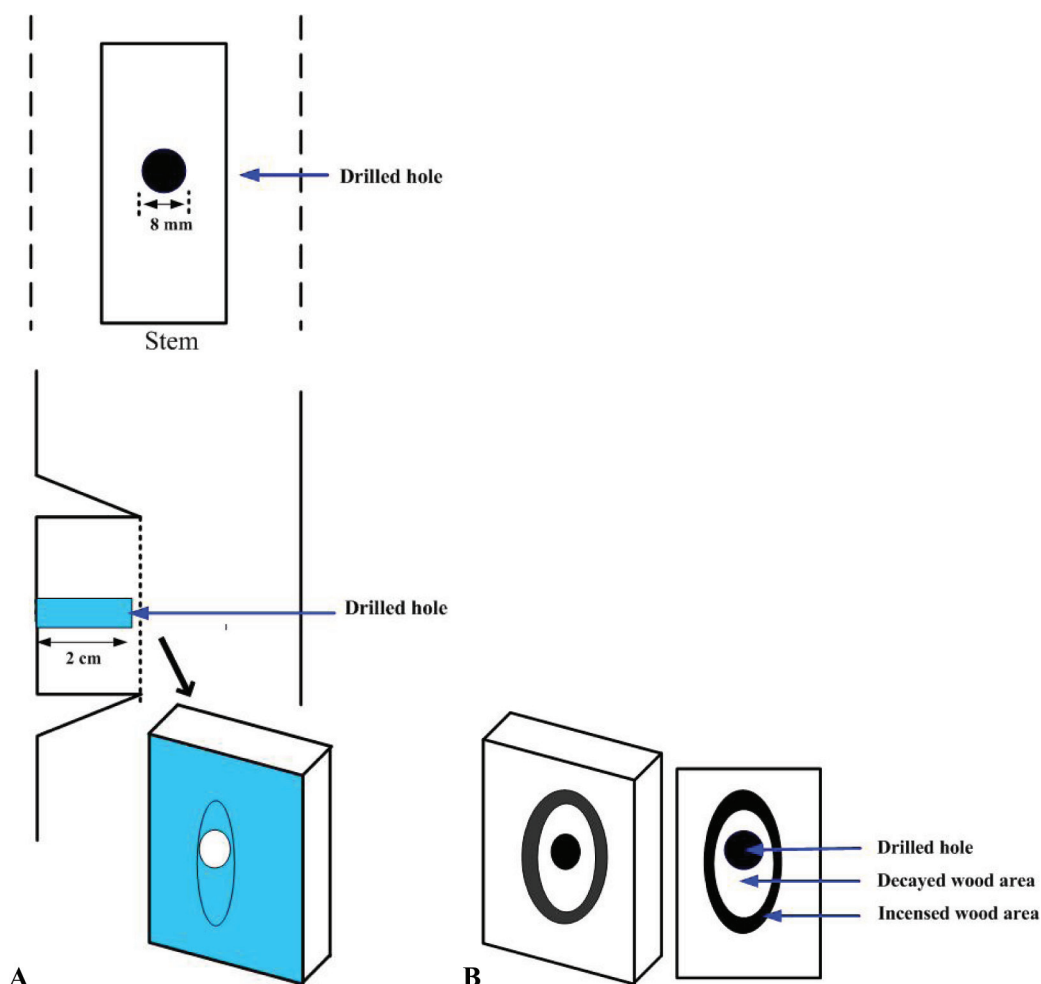


Figure 1. A) Drilled hole on agarwood stem and its characters, B) The characteristics of drilled hole after incensed resin accumulation and decayed wood present.

ผลและวิจารณ์

รูปแบบของการสะสมสารหอมในเนื้อไม้กฤษณา

หลังการเจาะและชักนำให้เกิดสารหอมในเนื้อไม้กฤษณา จากการทดลองทั้งหมด 17 ชุดการทดลองพบว่ารูปแบบของการสะสมมีอยู่สามรูปแบบด้วยกัน ดัง Figure 2. คือ

รูปแบบที่ 1 พื้นที่เนื้อไม้ที่มีการสะสมสารหอมเกิดเป็นวงแหวนแคบๆ อยู่เชื่อมต่อกันระหว่างเนื้อไม้ขาวกับเนื้อไม้ผุ และรูปร่างของวงแหวนเกิดเป็นวงรี ดังกรณีที่ 1 (Figure 2.) ซึ่งเป็นรูปแบบที่พบมากที่สุด เมื่อเจาะรูเพื่อชักนำให้เกิดสารหอมครบ 12 เดือน ชุดการทดลองที่เป็นรูปแบบนี้คือ ชุดการทดลองที่ 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 13 14 และ 15

รูปแบบที่ 2 พื้นที่เนื้อไม้ที่มีสารหอมเกิดขึ้นเป็นวงแหวนกว้างเชื่อมระหว่างรูเจาะกับเนื้อไม้ขาว (เนื้อไม้ปกติ) รูปร่างของวงแหวนเกิดเป็นวงรี ไม่มีเนื้อไม้ผุแทรกกลาง ดังกรณีที่ 2 ของ Figure 2. เป็นรูปแบบที่พบน้อยที่สุด ดังเช่นเมื่อเจาะรูเพื่อชักนำให้เกิดสารหอมครบ 12 เดือน มีเพียงชุดการทดลองที่ 12 เท่านั้นเกิดรูปแบบนี้

รูปแบบที่ 3 พื้นที่เนื้อไม้ไม่มีสารหอมเลย แต่ปรากฏเนื้อไม้ผุระหว่างรูเจาะกับเนื้อไม้ปกติ ดังกรณีที่ 3 ของ Figure 2. เป็นรูปแบบที่พบน้อยเพียง /ชุดการทดลอง เมื่อเจาะรูเพื่อชักนำให้เกิดสารหอมครบ 12 เดือน ชุดการทดลองที่เป็นรูปแบบนี้คือ ชุดการทดลองที่ 16 และ 17

การเกิดเนื้อไม้ทั้ง 3 รูปแบบพบว่าสอดคล้องกับการศึกษาของ Siripatanadilok *et al.* (1991) เกิดเป็นวงรีขยายตัวในแนวตั้งมากกว่าแนวนอนซึ่งรูปแบบที่พบมากที่สุดคือรูปแบบที่ 1 นอกจากนี้ยังพบว่า การใส่สาร 5% Ethrel และปิดรูด้วยดินน้ำมัน เนื้อไม้ที่มีสารหอมเกิดแทรกตัวสลับเนื้อไม้ผุที่สีน้ำตาลอ่อน

การเปรียบเทียบการเกิดเนื้อไม้ที่มีสารหอมในแต่ละชุดการทดลอง

ลักษณะเนื้อไม้ หลังจากเจาะรูอายุครบ 3 เดือน

1. การเกิดสารหอมในเนื้อไม้ส่วนที่ไม่ผุ หลังจากเจาะรูอายุครบ 3 เดือน จากทั้งหมด 17 ชุดการทดลองสามารถแบ่งระดับของการเกิดสารหอมออกเป็น 4 ลักษณะคือ

- ก) ชุดการทดลองที่ไม่มีการสะสมสารหอมเลยพบใน 3 ชุดการทดลองคือ ชุดการทดลองที่ 4 8 และ 17 ดัง Figure 3.
- ข) ชุดการทดลองที่มีการสะสมสารหอมระดับน้อยถึงน้อยมาก คือมีปริมาตรเนื้อไม้สะสมสารหอมอยู่ในช่วง 1-100 ลูกบาศก์มิลลิเมตรต่อรูเจาะ พบใน 10 ชุดการทดลองคือ ชุดการทดลองที่ 1 2 3 5 9 10 11 13 14 และ 16 ดัง Figure 3.
- ค) ชุดการทดลองที่มีการสะสมสารหอมระดับปานกลาง คือมีปริมาตรเนื้อไม้ที่สะสมสารหอมอยู่ในช่วง 101-200 ลูกบาศก์มิลลิเมตรต่อรูเจาะไม่พบในชุดการทดลองใดเลย
- ง) ชุดการทดลองที่มีการสะสมสารหอมระดับมาก คือมีปริมาตรเนื้อไม้ที่สะสมสารหอมอยู่เกิน 200 ลูกบาศก์มิลลิเมตรต่อรูเจาะขึ้นไป พบใน 4 ชุดการทดลองคือชุดการทดลองที่ 6 7 12 และ 15 ดัง Figure 3.

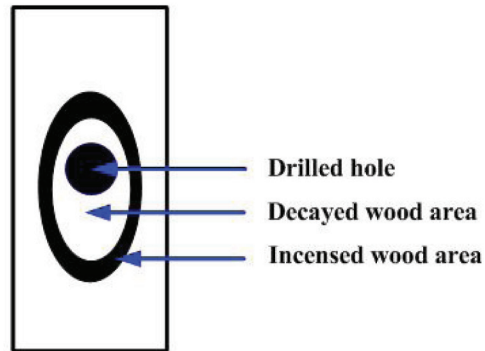
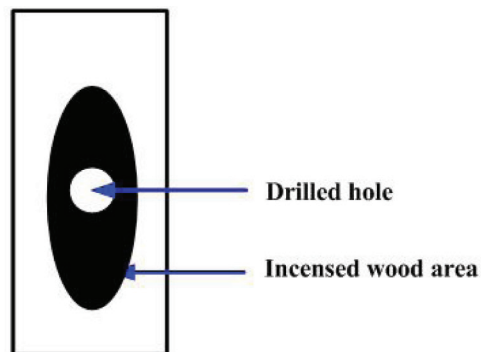
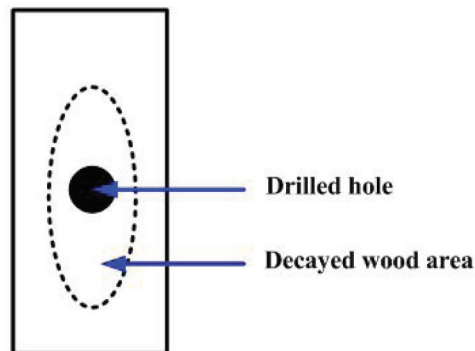
Case 1: Decayed & incensed wood present**Case 2:** Decayed wood area absent**Case 3:** Incensed wood absent

Figure 2. Incensed resinous wood patterns of *Aquilaria crassna* after stimulated by intentional wounding.

2. เนื้อไม้ผุและไม้สะสมสารหอม การสูญเสียเนื้อไม้ขาวที่เกิดจากการผุในสาเหตุต่างๆ กัน ไม่ว่าจะเป็นการผุซ้ำเดิมของเชื้อราหลังจากการเจาะ การผุที่เกิดจากการกัดกร่อนของกรด หรือเบส หรือสารเคมีอื่นที่ใช้ในการทดลอง การผุที่เกิดจากความบอบซ้ำ

ของเนื้อไม้ที่เกิดจากเครื่องมือเจาะ การผุที่เกิดจากอาการเน่าของเนื้อไม้เมื่อน้ำเข้าไปขังในรูเจาะ ฯลฯ เนื้อไม้ผุที่เกิดขึ้น หลังจากสามเดือนของการเจาะรูจากทั้งหมด 17 ชุดการทดลองสามารถแบ่งระดับของการเกิดออก 3 ลักษณะคือ

- ก) เนื้อไม้มากกว่า 200 ลูกบาศก์มิลลิเมตร
ต่อรูเจาะขึ้นไป พบทั้งหมด 2 ชุดการทดลอง
ทดลองคือ ชุดการทดลองที่ 6 และ 8
ทั้งนี้เนื่องจากดินน้ำมันที่นำมาปิด
รูเจาะมีสัณฐานพื้นและมารบกวนเพื่อกิน
ดินน้ำมัน
- ข) เนื้อไม้ในช่อง 100-200 ลูกบาศก์
มิลลิเมตรต่อรูเจาะ พบทั้งหมด 4 ชุด
การทดลองคือ ชุดการทดลองที่ 1 5 9
และ 16 ทั้งนี้เนื่องจากดินน้ำมันที่นำมา
ปิดรูเจาะมีสัณฐานพื้นและมารบกวนเพื่อกิน
ดินน้ำมัน
- ค) เนื้อไม้ในช่อง 1- 99 ลูกบาศก์มิลลิเมตร
ต่อรูเจาะ พบทั้งหมด 11 ชุดการทดลอง
คือชุดการทดลองที่ 2 3 4 7 10 11 12
13 14 15 และ 17 ทั้งนี้เนื่องจากดินน้ำมัน
ที่นำมาปิดรูเจาะมีสัณฐานพื้นและมารบกวน
เพื่อกินดินน้ำมัน

ไม่มีชุดการทดลองใดเลยที่ไม่มีส่วนของ
เนื้อไม้ไม่ว่า และชุดการทดลองที่มีปริมาณเนื้อไม้
หอมและปริมาณไม้ผุ เฉพาะกลุ่มนี้พบว่าชุดทดลอง
ที่มีปริมาณไม้ผุมากที่สุดคือชุดการทดลองที่ 6 และ
ชุดการทดลองที่มีปริมาณเนื้อไม้ผุน้อยที่สุดคือชุด
การทดลองที่ 7 แต่ปริมาณรวมเนื้อไม้ที่มีสารหอม
และเนื้อไม้ผุต่อหนึ่งรูสูงสุดคือ ชุดการทดลองที่ 6
เช่นกัน ดัง Figure 3.

ลักษณะเนื้อไม้ หลังจากรูเจาะอายุครบ 6 เดือน

1. การเกิดสารหอมในส่วนของเนื้อไม้ที่
ไม้ผุ สามารถแบ่งระดับของการสะสมออก 4
ลักษณะคือ

- ก) ชุดการทดลองที่ไม่มีการสะสมสาร
หอมเลยพบใน 4 ชุดการทดลองคือ
ชุดการทดลองที่ 4 8 16 และ 17 ดัง
Figure 4. สำหรับกรณีชุดการทดลอง
ที่ 16 ซึ่งไม่มีการสะสมหลังจากการ
เจาะ 6 เดือน อาจเนื่องมาจากหนูไม่
ได้เริ่มผุจนทำให้มีน้ำไหลเข้าสู่
- ข) ชุดการทดลองที่มีการสะสมสารหอม
ระดับน้อยถึงน้อยมาก คือมีปริมาณ
เนื้อไม้ที่สะสมสารหอมอยู่ในช่วง 1-100
ลูกบาศก์มิลลิเมตรต่อรูเจาะ พบใน 9
ชุดการทดลองคือ ชุดการทดลองที่ 1 2
3 5 9 10 11 13 และ 14 ดัง Figure 4.
- ค) ชุดการทดลองที่มีการสะสมสารหอม
ระดับปานกลาง คือมีปริมาณเนื้อไม้
ที่สะสมสารหอมอยู่ในช่วง 101-200
ลูกบาศก์มิลลิเมตรต่อรูเจาะ ไม่พบชุด
การทดลองใดเลย
- ง) ชุดการทดลองที่มีการสะสมสารหอม
ระดับมาก คือมีปริมาณเนื้อไม้ที่สะสม
สารหอมอยู่เกิน 200 ลูกบาศก์มิลลิเมตร
ต่อรูเจาะขึ้นไป พบใน 4 ชุดการทดลอง
คือ ชุดการทดลองที่ 6 7 12 และ 15 ดัง
Figure 4.

2. เนื้อไม้ผุและไม่มีการสะสมสารหอม
จากทั้งหมด 17 ชุดการทดลอง สามารถแบ่งระดับ
ของการเกิดออก 3 ลักษณะคือ

- ก) เนื้อไม้มากกว่า 200 ลูกบาศก์มิลลิเมตร
ต่อรูเจาะขึ้นไป พบใน 4 ชุดการทดลอง
คือ ชุดการทดลองที่ 6 8 9 และ 16 ดัง
Figure 4. ดินน้ำมันที่อุดรูเจาะไว้เริ่ม
หลุดร่วง

ข) เนื้อไม้ผุในช่วง 100-200 ลูกบาศก์ มิลลิเมตรต่อรูเจาะ ไม่พบในชุดการทดลองใด

ค) เนื้อไม้ผุในช่วง 1-99 ลูกบาศก์มิลลิเมตรต่อรูเจาะ พบทั้งหมด 13 ชุดการทดลอง คือ ชุดการทดลองที่ 1 2 3 4 5 7 10 11 12 13 14 15 และ 17 ดัง Figure 4. ดินน้ำมันที่อุดรูเจาะไว้เริ่มหลว่

ไม่มีชุดการทดลองใดเลยที่เนื้อไม้ไม่ผุ ชุดการทดลองที่มีปริมาตรเนื้อไม้ผุมากที่สุดคือ ชุดการทดลองที่ 8 ชุดทดลองที่มีปริมาตรเนื้อไม้ผุน้อยที่สุดคือ ชุดการทดลองที่ 7 แต่ปริมาตรรวมเนื้อไม้ที่มีสารหอม และเนื้อไม้ผุต่อหนึ่งรูสูงสุดคือ ชุดการทดลองที่ 6 เช่นกัน ดัง Figure 4.

ลักษณะเนื้อไม้ หลังจากรูเจาะอายุครบ 9 เดือน

1. การสะสมสารหอมในส่วนของเนื้อไม้ที่ไม่ผุ สามารถแบ่งระดับของการสะสมออก 4 ลักษณะคือ

ก) ชุดการทดลองที่ไม่มีการสะสมสารหอมเลยพบ 1 ชุดการทดลองคือ ชุดการทดลองที่ 8 ดัง Figure 5.

ข) ชุดการทดลองที่มีการสะสมสารหอมระดับน้อยถึงน้อยมาก คือมีปริมาตรเนื้อไม้ที่มีการสะสมสารหอมอยู่ในช่วง 1-100 ลูกบาศก์มิลลิเมตรต่อรูเจาะ พบใน 13 ชุดการทดลองคือ ชุดการทดลองที่ 1 2 3 4 5 9 10 11 12 13 14 15 และ 16 ดัง Figure 5.

ค) ชุดการทดลองที่มีการสะสมสารหอมระดับปานกลาง คือมีปริมาตรเนื้อไม้ที่มีการสะสมสารหอมอยู่ในช่วง 101-

200 ลูกบาศก์มิลลิเมตรต่อรูเจาะ ไม่พบในชุดการทดลองใดเลย ดัง Figure 5.

ง) ชุดการทดลองที่มีการสะสมสารหอมระดับมาก คือมีปริมาตรเนื้อไม้ที่มีการสะสมสารหอมเกิน 200 ลูกบาศก์มิลลิเมตรต่อรูเจาะขึ้นไป พบใน 3 ชุดการทดลองคือ ชุดการทดลองที่ 6 7 และ 15 ดัง Figure 5.

2. เนื้อไม้ผุและไม่มีการสะสมสารหอมจากทั้งหมด 17 ชุดการทดลองสามารถแบ่งระดับของการเกิดออก 3 ลักษณะคือ

ก) เนื้อไม้ผุมากกว่า 200 ลูกบาศก์มิลลิเมตรต่อรูเจาะขึ้นไป พบใน 3 ชุดการทดลองคือ ชุดการทดลองที่ 1 6 และ 8 ดัง Figure 5.

ข) เนื้อไม้ผุในช่วง 100-200 ลูกบาศก์มิลลิเมตรต่อรูเจาะ พบทั้งหมด 3 ชุดการทดลองคือ ชุดการทดลองที่ 2 5 และ 9 ดัง Figure 5.

ค) เนื้อไม้ผุในช่วง 1-99 ลูกบาศก์มิลลิเมตรต่อรูเจาะ พบทั้งหมด 11 ชุดการทดลองคือ ชุดการทดลองที่ 3 4 7 10 11 12 13 14 15 16 และ 17 ดัง Figure 5.

ไม่มีชุดการทดลองใดเลยที่เนื้อไม้ไม่ผุ ชุดการทดลองที่ปริมาณเนื้อไม้ผุมากที่สุดคือ ชุดการทดลองที่ 6 และชุดการทดลองที่มีปริมาตรเนื้อไม้ผุน้อยที่สุดคือ ชุดการทดลองที่ 4 แต่ปริมาตรรวมเนื้อไม้ที่มีสารหอม และเนื้อไม้ผุต่อหนึ่งรูสูงสุดคือ ชุดการทดลองที่ 6 เช่นกัน ดัง Figure 5.

ลักษณะเนื้อไม้ หลังจากรูเจาะอายุครบ 12 เดือน

1. การสะสมสารหอมในส่วนของเนื้อไม้
ไม้ผู้ สามารถแบ่งระดับของการเกิดออกเป็น 4
ลักษณะคือ

ก) ชุดการทดลองที่ไม่มีการสะสมสาร
หอมเลยพบ 1 ชุดการทดลองคือ ชุด
การทดลองที่ 16 ดัง Figure 6. ซึ่งใน
ช่วงหลังรูเจาะครบ 3 เดือนมีการ
สะสมหอม แต่ในช่วงนี้หยุดการสะสม
ทั้งนี้เนื่องจากบาดแผลรูเจาะเกิดการ
สมานรูได้จึงไม่มีสารหอม

ข) ชุดการทดลองที่มีการสะสมสารหอม
ระดับน้อยถึงน้อยมาก คือมีปริมาตร
เนื้อไม้ที่มีสารหอมอยู่ในช่วง 1-100
ลูกบาศก์มิลลิเมตรต่อรูเจาะ พบใน 10
ชุดการทดลองคือ ชุดการทดลองที่ 1
2 3 4 5 8 9 10 13 และ 17 ดัง Figure 6.

ค) ชุดการทดลอง ที่มีการสะสมสารหอม
ระดับปานกลาง คือมีปริมาตรเนื้อไม้
ที่มีสารหอมอยู่ในช่วง 101-200 ลูกบาศก์
มิลลิเมตรต่อรูเจาะ พบใน 2 ชุดการ
ทดลองคือ ชุดการทดลองที่ 7 และ 11
ดัง Figure 6.

ง) ชุดการทดลองที่มีการสะสมสารหอม
ระดับมาก คือมีปริมาตรเนื้อไม้ที่มีสาร
หอมอยู่เกิน 200 ลูกบาศก์มิลลิเมตร
ต่อรูเจาะ ขึ้นไป พบใน 4 ชุดการทดลอง
คือ ชุดการทดลองที่ 6 12 14 และ 15
ดัง Figure 6. ในชุดการทดลองที่ 11
และ 12 มีการสะสมสารหอมมากขึ้น
เมื่ออายุแผลนานขึ้น ในช่วงรูเจาะอายุ

ครบ 9 เดือน เป็นข้อสังเกตในชุดการ
ทดลองที่ 12 รูเจาะตั้งอยู่บริเวณปมตา
ทำให้เนื้อไม้บริเวณดังกล่าวเกิดการ
บิดเวียน อาจจะมีผลต่อการสะสมสาร
หอมน้อยลง

2. เนื้อไม้ผู้และไม่มีการสะสมสารหอม
จากทั้งหมด 17 ชุดการทดลอง สามารถแบ่งระดับ
ของการเกิดออก 4 ลักษณะคือ

ก) เนื้อไม้ผู้มากกว่า 200 ลูกบาศก์มิลลิเมตร
ต่อรูเจาะขึ้นไป พบใน 6 ชุดการทดลอง
คือ ชุดการทดลองที่ 5 6 7 8 9 และ 16
ดัง Figure 6.

ข) เนื้อไม้ผู้ในช่วง 100-200 ลูกบาศก์
มิลลิเมตรต่อรูเจาะ พบใน 2 ชุดการ
ทดลองคือ ชุดการทดลองที่ 1 และ 2
ดัง Figure 6.

ค) เนื้อไม้ผู้ในช่วง 1-99 ลูกบาศก์มิลลิเมตร
ต่อรูเจาะ พบใน 8 ชุดการทดลองคือ
ชุดการทดลองที่ 3 4 10 11 13 14 15
และ 17 ดัง Figure 6.

ง) ไม่มีเนื้อไม้ผู้เลย คือชุดการทดลองที่ 12
ดัง Figure 6.

มีชุดการทดลองที่ไม่มีผู้เลย คือชุดการ
ทดลองที่ 12 และชุดการทดลองที่มีปริมาตรรวม
เนื้อไม้ผู้มากที่สุดคือ ชุดการทดลองที่ 16 ชุดการ
ทดลองที่มีปริมาตรรวมเนื้อไม้ที่มีสารหอม และ
เนื้อไม้ผู้ต่อหนึ่งรูสูงสุดคือ ชุดการทดลองที่ 6 ดัง
Figure 6.

เมื่อการทดลองอายุครบ 12 เดือน เกือบ
ทุกชุดการทดลองที่ยกเว้นชุดการทดลองที่ 16 ที่มี
การสะสมสารหอม แต่การสะสมสารหอม มีความ

แตกต่างกันทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ ที่เกิดความผันแปรในการสะสมสารหอมมีมากถึงแม้ว่าใช้เทคนิคเดียวกันเจาะบนต้นเดียวกัน ในเวลาเดียวกันพบว่าปริมาณเนื้อไม้มีสารหอมที่เกิดขึ้นมีความผันแปรต่างกัน และไม่คงที่ เนื่องจากมีปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดสารหอมมากที่ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมได้ อาทิเช่น ลักษณะการบิดตัวของเนื้อไม้ กฤษณาในแต่ละตำแหน่งบนต้นเดียวกันต่างกัน ความอวบแน่นของเนื้อไม้ ปริมาณความชื้นทั้งในลำต้นและนอกลำต้น ฯลฯ สำหรับเทคนิคที่ให้ผลอยู่ในระดับที่ดีที่สุดให้ปริมาณเนื้อไม้ที่มีการสะสมสารหอมมากกว่า 200 ลูกบาศก์มิลลิเมตรต่อรูเจาะให้เนื้อไม้เกรด 3 หลังการเจาะครบ 12 เดือน คือชุดการทดลองที่ 12 ที่ใส่สาร 0.1M methyl jasmonate และปิดรูด้วยดินน้ำมัน ชุดการทดลองที่ 15 ใส่สาร 0.1 M methyl jasmonate และไม่ปิดรูด้วยดินน้ำมัน และชุดการทดลองที่ 14 ใส่สาร 0.1M methyl jasmonate และไม่ปิดรูด้วยดินน้ำมัน และเทคนิคที่ให้ผลอยู่ในระดับที่ดี ลำดับรองลงมามีปริมาณเนื้อไม้ที่สะสมสารหอมอยู่ในช่วง 101-200 ลูกบาศก์มิลลิเมตรต่อรูเจาะ เมื่อศึกษาหลังจากการเจาะนาน 12 เดือน คือชุดการทดลองที่ 6 ใส่สาร 5% Ethrel และปิดรูด้วยดินน้ำมัน ชุดการทดลองที่ 11 ใส่สาร 0.01M methyl jasmonate และปิดรูด้วยดินน้ำมัน และชุดการทดลองที่ 7 ใส่สาร 10 % Ethrel และปิดรูด้วยดินน้ำมัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Siripatanadilok *et al.* (1991) พบว่าสาร Ethrel ทั้งมีส่วนผสมน้ำเชื่อม ที่ความเข้มข้น 5% และ 13.5% ทำให้เกิดเนื้อไม้หอมได้ ในการศึกษาจนถึงแม้ว่ามีการเกิดเนื้อไม้หอมมากแต่ก็มีเนื้อไม้ที่พุ่มากพอกันต่างจากการใช้สาร methyl jasmonate ให้สารไม้หอมมากกว่าและเนื้อไม้ผุน้อยกว่า การสร้างเนื้อไม้หอมที่ถูกกระตุ้นด้วยสาร methyl jasmonate ความเข้มข้น

ต่างกันให้ผลต่างกัน การปิดและเปิดปากรูด้วยดินน้ำมันมีผลค่อนข้างน้อยต่อการเกิดเนื้อไม้หอม ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงที่มีการอัดสารละลายดังกล่าวทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝนทำในวันที่ฝนไม่ตก

ในกรณีที่ได้ใส่สารและกรดลงในรูเจาะทำให้เกิดเนื้อไม้หอมเพียงเล็กน้อย หรือไม่เกิดเลย แต่ผลที่ตามมาคือเนื้อไม้ผุนปริมาณมาก และการใส่โซดาแอชทำให้เกิดเนื้อไม้หอมเพียงเล็กน้อย โซดาแอชเป็นสารชนิดหนึ่งที่ใช้เดิมเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำยางพาราแข็งตัว การกระตุ้นด้วยการใส่สารชนิดนี้มีผลน้อยต่อการหลั่งสารหอมในต้นกฤษณา สำหรับการใส่สารฟลิ้นไคด์ทำให้เกิดเนื้อไม้หอมเพียงเล็กน้อย หรือไม่เกิดเลย ด้วยคุณสมบัติเฉพาะของสารฟลิ้นไคด์ทำให้เกิดเนื้อไม้ผุน้อยลดความสูญเสียเนื้อไม้ขาว ดังนั้นจากคุณสมบัติดังกล่าว ต่อมาผู้วิจัยจึงเลือกใช้สารฟลิ้นไคด์ทาบาดแผลเพื่อลดการผุของเนื้อไม้กฤษณาได้

ในกรณีการใช้หมุดไม้ไผ่ตอกทำให้เกิดเนื้อไม้หอมเพียงเล็กน้อย หรือไม่เกิดเลย อีกทั้งเทคนิคนี้ทำให้รอยแผลปริยาวส่งผลให้เนื้อไม้ที่มีชีวิตเกิดการผุมากขึ้นเมื่อมีน้ำฝนไหลเข้าไปในบาดแผลการใช้ตะปูตอกทำให้เกิดเนื้อไม้หอมเพียงเล็กน้อย หรือไม่เกิดเลย กรณีที่เกิดจะเริ่มสะสมของสารหอมเมื่อตะปูเป็นสนิม จากสมบัติดังกล่าวเกษตรกรบางพื้นที่จึงนำตะปูไปทำให้เกิดสนิมก่อนแล้วจึงตอกเข้าไป การใส่สารอัดกฤษณาของเอกชนมีผลให้เนื้อไม้ที่มีสารหอมไม่แตกต่างไปจากชุดการทดลองที่ควบคุมและการตอกด้วยหมุดไม้ไผ่

ความผันแปรของการสะสมสารหอมในเนื้อไม้กฤษณาบนส่วนต่างๆ ของต้นไม้

การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับความผันแปรของการสะสมสารหอมโดยการเลือกชุดการทดลอง

มีประสิทธิภาพที่สุดคือชุดการทดลองที่ 12 ซึ่งใช้สาร methyl jasmonate ความเข้มข้น 0.1M อัดเข้าในรูและปิดรูด้วยดินน้ำมันเพียงชุดการทดลองเดียว เพื่อป้องกันความผันแปรที่อาจจะเกิดขึ้นระหว่างต้น เลือกทดลองอยู่บนต้นเดียวกันโดยเจาะอัดสารดังกล่าวในส่วนต่างๆ ดังนี้

- ก. บนลำต้นที่ระดับความสูงจากผิวดิน 50 เซนติเมตร
- ข. บนลำต้นที่ระดับความสูงจากผิวดิน 2 เมตร
- ค. บนลำต้นที่ระดับความสูงจากผิวดิน 4 เมตร
- ง. บนลำต้นที่ระดับความสูงจากผิวดิน 8 เมตร
- จ. บนกิ่งที่มีขนาดเส้นรอบวง 18 เซนติเมตร
- ฉ. บนรากที่ไม่จมดินขนาดตั้งแต่ 15-40 เซนติเมตร

จากเงื่อนไขแตกต่างกันข้างต้นดังกล่าว พบว่าการสะสมสารหอมของกฤษณาในช่วง 6 เดือนหลังการเจาะพบว่า สารหอมสามารถเกิดในเนื้อไม้ได้ทุกส่วน สำหรับปริมาณเล็กน้อยของปริมาณเนื้อไม้ที่มีสารหอมที่เกิดแตกต่างกัน ในการศึกษาครั้งนี้ไม่สามารถอธิบายในเชิงตัวเลขได้ เพราะปัจจัยสิ่งแวดล้อมของการทดลองอยู่ในสภาพที่ต่างกัน ข้อสังเกตที่น่าสนใจในการเจาะใส่สารบริเวณรากพบมีปริมาณเนื้อไม้มากกว่าส่วนอื่น เนื่องจากได้รับความชื้นจากดินทั้งๆ ที่รากดังกล่าวไม่มีน้ำท่วมขัง

Siripatanadilok *et al.* (1991) อธิบายถึงการเกิดเนื้อไม้ที่มีสารหอมของกฤษณาและปัจจัยที่

มีผลต่อการเกิด เช่น อายุของต้น ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าเนื้อไม้ที่มีสารหอมเกิดในส่วนต่างๆ ไม่ว่าราก ลำต้นที่ระดับความสูงต่างกัน และกิ่งสามารถเกิดการสะสมสารหอมทุกส่วนถ้าเนื้อไม้ดังกล่าวมี included phloem ที่ยังมีชีวิต ซึ่งจะเกิดในปริมาณมากหรือน้อยต่างกันตามขนาดของส่วนนั้น และเมื่อเปรียบเทียบถึงการเกิดในต่างต้นกันที่มีอายุเท่ากัน การเกิดสารมากหรือน้อยยังขึ้นอยู่กับสภาพของต้นไม้นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้เทคนิคเดียวกันไปทดลองกับต้นกฤษณาที่ปลูกต่างพื้นที่กัน ให้ผลในเชิงปริมาณของเนื้อไม้หอมที่เกิดมีความผันแปรที่ไม่คงที่

ผลของฤดูกาลต่อการสะสมสารหอม

บนต้นกฤษณาต้นที่ 4 ที่ได้เจาะใน 2 ช่วง คือช่วงฤดูแล้ง เดือนมีนาคม (14 มีนาคม 2549) และช่วงฤดูฝน เดือนกันยายน (23 กันยายน 2549) ได้เจาะอัดสารตามชุดการทดลองที่ 6 โดยใช้สาร methyl jasmonate 5% Ethrel ผสมน้ำมันพืช ปิดรูด้วยดินน้ำมัน และชุดการทดลองที่ 12 ใช้สาร methyl jasmonate ความเข้มข้น 0.1M ปิดรูด้วยดินน้ำมัน ทำการเก็บศึกษา เมื่อขาดผลอายุ 12 เดือนพบว่าในช่วงแล้งทำให้เกิดปริมาณเนื้อไม้ที่มีสารหอมเฉลี่ยมากกว่าในช่วงฤดูฝน คือในช่วงฤดูแล้งเกิด 268 ลูกบาศก์มิลลิเมตรต่อรูเจาะ ช่วงฤดูฝนเกิด 152 ลูกบาศก์มิลลิเมตรต่อรูเจาะ อีกทั้งในช่วงแล้งทำให้เกิดปริมาณเนื้อไม้สุรอบขาดผลเฉลี่ยน้อยกว่าในช่วงฤดูฝนคือ ในช่วงฤดูแล้งเกิดไม้สุ 302 ลูกบาศก์มิลลิเมตรต่อรูเจาะ ช่วงฤดูฝนเกิดไม้สุ 420 ลูกบาศก์มิลลิเมตรต่อรูเจาะ เมื่อพิจารณาถึงความชื้นของเนื้อไม้ที่มีสารหอมพบว่าการเจาะในช่วงฤดูแล้งเนื้อไม้มีสีน้ำตาลเข้มกว่าที่เจาะในช่วงฤดูฝน

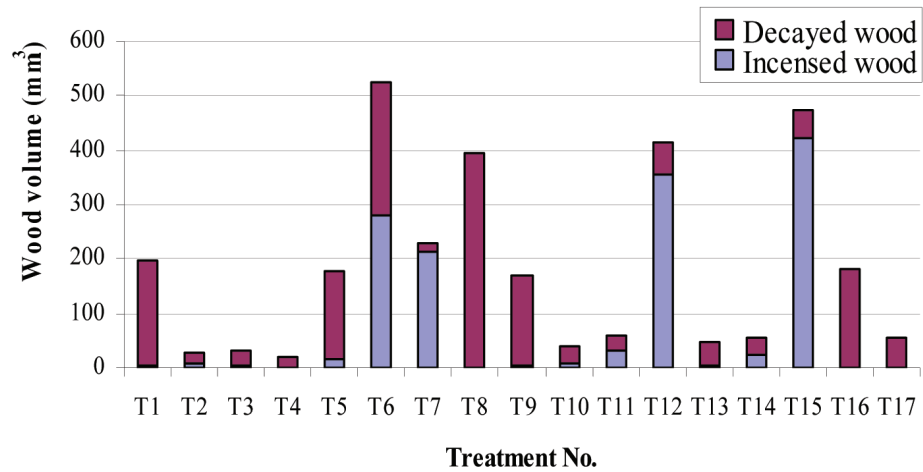


Figure 3. Incensed wood and decayed wood volume in each treatment of *Aquilaria crassna* wood after 6 months intentional wounding.

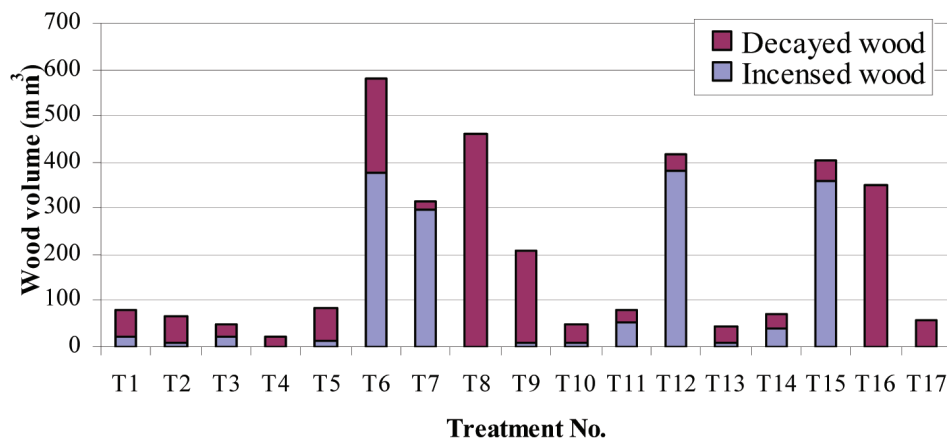


Figure 4. Incensed wood and decayed wood volume in each treatment of *Aquilaria crassna* wood after 6 months intentional wounding.

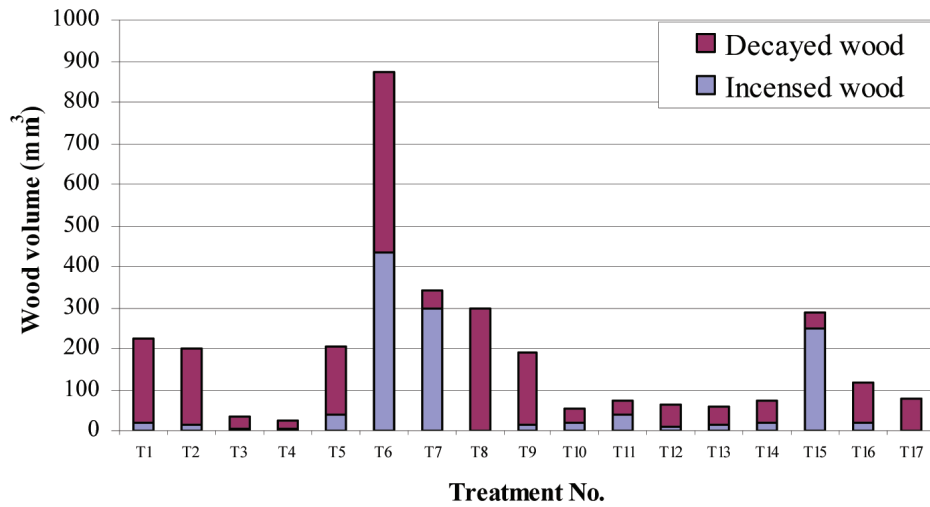


Figure 5. Incensed wood and decayed wood volume in each treatment of *Aquilaria crassna* wood after 9 months intentional wounding.

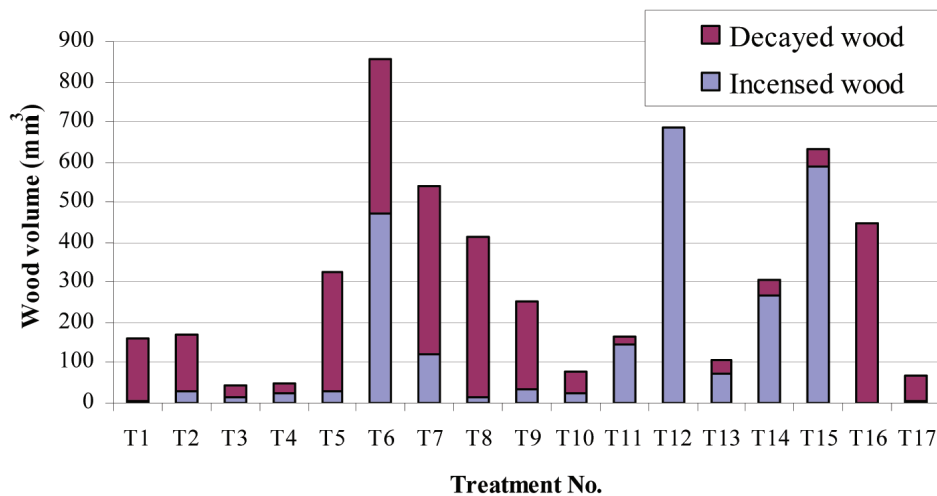


Figure 6. Incensed wood and decayed wood volume in each treatment of *Aquilaria crassna* wood after 12 months intentional wounding.

Siripatanadilok *et al.* (1991) ได้อธิบายถึงการเกิดขึ้นของเนื้อไม้ที่มีสารหอมของต้นกฤษณาพบว่าฤดูกาลไม่มีผลต่อการสะสมสารหอม แต่การศึกษาในครั้งนี้พบว่าฤดูกาลมีผลต่อคุณภาพของเนื้อไม้ที่มีสารหอมคือ ชุดการทดลองที่ได้เจาะรูในฤดูแล้งทำให้คุณภาพดีกว่าชุดการทดลองที่ได้เจาะรูในฤดูฝน ในแง่ที่บาดแผลที่เจาะรูในฤดูแล้งเกิดเนื้อไม้ผุน้อยกว่าในฤดูฝน และเมื่อรูเจาะอายุครบ 12 เดือนก็ยังพบว่าปริมาตรเนื้อไม้ที่มีสารหอมที่เจาะในฤดูแล้งสูงกว่าในฤดูฝน นอกจากนี้ความเข้มของสีเนื้อไม้หอมที่เกิดจากการเจาะในฤดูแล้งเข้มกว่า

สรุปและข้อเสนอแนะ

การคัดเลือกเทคนิคเพื่อใช้ในการชักนำให้มีการสะสมสารหอมในเนื้อไม้ของต้นกฤษณาปลูกอายุ 18 ปี บริเวณสถานีฝึกงานนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ด้วยการคัดเลือกต้นกฤษณา 4 ต้น มีขนาดเส้นรอบวงที่ความสูงเพียงกอดอยู่ระหว่าง 84.5-108.5 เซนติเมตร แล้วทำการเจาะลำต้นด้วยดอกสว่านขนาด 8 มิลลิเมตร เพื่อชักนำกระตุ้นให้เกิดการสะสมสารหอมใช้จำนวน 17 ชุดการทดลอง เพื่อศึกษารูปแบบการสะสมสารหอมและฤดูกาลที่มีผลต่อการสะสมสารหอม และคุณภาพของเนื้อไม้หอมที่ได้ในแต่ละชุดการทดลอง เก็บข้อมูลทุกๆ 3 เดือนหลังการเจาะจนครบ 12 เดือน ผลการศึกษาพบว่า การสะสมสารหอมมี 3 รูปแบบคือรูปแบบที่ 1 เกิดเป็นวงบางๆ รอบรอยแผลและมีไม้ผุเกิดรอบรูเจาะ รูปแบบที่ 2 เกิดเป็นวงรอบรอยแผลและไม่มีเนื้อไม้ผุ และรูปแบบที่ 3 ไม่เกิดการสะสมสารหอมเลย

การสะสมสารหอมเกิดบนส่วนต่างๆ ของลำต้นและรากที่ไม่ฝังดิน จะเกิดในปริมาณมากหรือ

น้อยนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น เทคนิคการชักนำทำให้เกิดสารหอม อายุรูหลังเจาะ สภาพความสมบูรณ์ของต้นกฤษณา ฤดูกาลที่เจาะ อายุของต้นกฤษณา และพันธุกรรม ผลการเปรียบเทียบการสะสมสารหอมในเนื้อไม้กฤษณาระหว่างฤดูฝนกับฤดูแล้งพบว่าในฤดูแล้งมีการสะสมสารหอมมากกว่าในฤดูฝนและเกิดเนื้อไม้ผุน้อยกว่า สำหรับชุดการทดลองที่ได้รับกระตุ้นต่อการสะสมสารหอมได้ดีเป็นชุดการทดลองที่รูเจาะใส่สาร 0.1M methyl jasmonate 0.01M methyl jasmonate 5% Ethrel และ 10% Ethrel ตามลำดับโดยเรียงจากการสะสมสารหอมมากไปหาน้อย

คำนิยาม

ผู้วิจัยขอขอบคุณต่อสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่สนับสนุนทุนวิจัยตามรหัสโครงการ ศ.-ข (สวพ) 1.9.48 รศ.ดร.สมคิด สิริพัฒน์ดิลก ที่ให้คำแนะนำที่มีคุณค่ายิ่งแก่การวิจัยในครั้งนี้ คุณศิริศักดิ์ อินนอก มีส่วนช่วยงานในภาคสนามสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- Compton, J. and A. Ishihara. 2004. The use and trade of agarwood in Japan. Available source: [http:// www.traffic.org/Home.action](http://www.traffic.org/Home.action)
- Eiadthong, W. 2007. *Aquilaria rugosa* (Thymelaeaceae) : A new record for Thailand. **The Thailand Natural Historical Museum J. in press.**
- Pojanagaroon, S. and C. Kaerak. 2005. Mechanical methods to stimulate aloe wood formation in *Aquilaria crassna* Pierre ex Lec. (Krisstana) trees. **ISHS Acta Horticulturæ** 676: III
- WOCMAP Congress on Medicinal and

- Aromatic Plants : Conservation, Cultivation and Sustainable Use of Medicinal and Aromatic Plants. 676 (2): 161-166.
- Siripatanadilok, S., A. Chalermpongse and S. Sangthongpraow. 1991. Final report: **Utilization and Propagation of Agarwood Trees (*Aquilaria* spp.)** IFS Research grants agreement num D/0731. Department of Forest biology, Faculty of Forestry, Kasetsart university.
- Wasternack, C. 2007. Jasmonates: An update on biosynthesis, signal transduction and action in plant stress response, growth and development. **Annals of Botany**, 100: 681-697.
- Yagura, T., N. Shibayama, M. Ito, F. Kiuchi and G. Honda. 2005. The novel diepoxy tetrahydrochromones from agarwood artificially produced by intentional wounding. **Tetrahedron Letters** 46: 4395-4398.
-