

# การผลิตน้ำมันกฤษณาเชิงพาณิชย์

## COMMERCIAL OIL PRODUCTION OF *AQUILARIA SPP.*

เบญจวรรณ คฤห์พัฒนา<sup>1</sup> (BENJAVON KARUHAPATTANA) จันทไธ จิตรจักร<sup>2</sup> (CHANTHAI CHITCHAK)

สำอาน หมอกขุนทด<sup>3</sup> (SAMANG MOGKHUNTHOD) จิราภรณ์ สินธุเทา<sup>4</sup> (JIRAPORN SINHTHUTAO)

ประภา บุญยรัตพันธุ์<sup>4</sup> (PRAPA BOONYARATTAPAN) วรรณภา สมบัติ<sup>4</sup> (WANNAPA SOMBUT)

### บทคัดย่อ

กระบวนการกลั่นน้ำมันหอมระเหยกฤษณาในปัจจุบันยังมีประสิทธิภาพไม่สูง การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากระบวนการกลั่นน้ำมันหอมระเหยกฤษณาให้มีประสิทธิภาพสูง ค้นคว้าหาสภาวะดำเนินการที่เหมาะสม และศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันที่สกัดได้ด้วยเทคนิค แก๊สโครมาโตกราฟี/แมสสเปคโตรเมตรี การหาระยะเวลาในการหมักที่เหมาะสมของผงกฤษณา ตัวอย่างกฤษณา จังหวัดตราด หมักเป็นเวลา 30 วัน จะให้ผลผลิตรวมสูงสุด 0.70% และตัวอย่างกฤษณา จังหวัดนครราชสีมา ตัวอย่างที่ไม่ได้หมักจะให้ผลผลิตรวมสูงสุด 0.34 % การหาอัตราผลผลิตรวมได้โดยเก็บตัวอย่างจากจังหวัดพิษณุโลก, อุตรดิตถ์, นครราชสีมา และตราด หมักผงกฤษณาเป็นเวลา 7 วัน กลั่นน้ำมันกฤษณาโดยกรรมวิธีการกลั่นด้วยน้ำเป็นเวลา 64 ชั่วโมง เก็บตัวอย่างทุก 8 ชั่วโมง ผลผลิตได้จะเพิ่มสูงในช่วง 8 – 24 ชั่วโมงแรก ( 0.008 – 0.04 %) ผลผลิตรวมได้ประมาณ 0.03 – 0.22 % หลังจากนั้นผลผลิตที่ได้จะลดลง การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี สารที่ให้ความหอมที่พบในน้ำมันกฤษณาจะเป็น 2 – Butanone, 3 – phenyl; 3 – Pentanone, 1,5 – diphenyl;  $\beta$  – Dihydro agarofuran;  $\alpha$  – Agarofuran; Agarospirol และ 10 – Epi –  $\gamma$  – eudesmol.

**คำหลัก :** การสกัด, น้ำมันหอมระเหย, กฤษณา, เทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟี/แมสสเปคโตรเมตรี

<sup>1</sup> ที่ปรึกษาด้านการวิจัยและการต่างประเทศ

<sup>2</sup> นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ e – mail: [c.chitchak@gmail.com](mailto:c.chitchak@gmail.com)

<sup>3</sup> นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้

<sup>4</sup> ผู้ช่วยนักวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้

## Abstract

The conventional extraction process of essential oil from agar wood has low efficiency. This research was aimed to develop extraction process of agar wood oil with high efficiency. The optimum condition was investigated. The chemical compositions of oils analysed by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS). The optimum condition grinded materials were soaked in water. The sample collected from Trat province, with water distillation. The grinded material were soaked in water up to 30 days with greatest overall yield about 0.70 %. And from Nakhon Ratchasima province the grinded materials was not soaked in water with greatest overall yield about 0.34 %. The grinded materials were soaked in water up to 7 days and extraction was carried out for 64 hours. The sample were collected from Phitsanulok, Uttaradit, Trat, and Nakhon Ratchasima provinces. The amount of oils were determined every 8 hours. The oil compositions were analysis by GC / MS. The oil yield increased from 8 to 24 hours with greatest yield of 0.008 – 0.04 %. With longer extraction time the amount of oil decreased. The overall yield of agarwood oil for extraction time of 64 hours was about 0.03 – 0.22 %. The main components of essential oil were 2 – Butanone, 3 – Phenyl; 3 – Pentanone, 1,5 – diphenyl;  $\beta$  – Dihydro agarofuran;  $\alpha$  – Agarofuran; Agarospirol; and 10 – Epi –  $\gamma$  – eudesmol.

**Keywords:** extraction, essential oil, *Aquilaria Spp.*, Gas Chromatography/ Mass Spectrometry

## คำนำ

กฤษณาเป็นไม้ในวงศ์ Thymelaeaceae และสกุล *Aquilaria* ลำต้นขนาดปานกลาง เป็นไม้เนื้ออ่อนข้างอ่อนสีเหลือง เปลือกลอกง่าย ลำต้นตรง เป็นไม้โตเร็ว เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่จะมีความสูงมากกว่า 15-30 เมตร พบการแพร่กระจายพันธุ์ของไม้กฤษณาในแถบเอเชียเขตร้อน ได้แก่ รัฐอัสสัมของอินเดีย บังกลาเทศ ภูฏาน ศรีลังกา พม่า ลาว กัมพูชา เวียดนาม จีน มาเลเซียและไทย เป็นต้น

ไม้กฤษณาทั่วโลกพบทั้งหมด 26 สายพันธุ์ สำหรับประเทศไทยพบไม้กฤษณาอยู่ 4 ชนิด (Flora of Thailand vol. 6(3), 1997) ดังนี้

1. *Aquilaria crassna* Pierre ex Lec. พบในป่าดิบชื้นและป่าดิบแล้งกระจายพันธุ์โดยทั่วไป ทางภาคเหนือ ได้แก่ จังหวัดเชียงราย แพร่ น่าน ภาคกลางได้แก่ กำแพงเพชร เพชรบูรณ์ (โดยเฉพะ

บริเวณเขาค้อที่ห้วยตะหวัก อำเภอท่าเสา) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้แก่ นครราชสีมา บุรีรัมย์ ศรีสะเกษ นครนายก ปราจีนบุรี กบินทร์บุรี (โดยเฉพาะที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ บริเวณดงพญาไฟ) และภาคตะวันออกได้แก่ จันทบุรี (เขาคิชฌกูฏ เขาสมอดาว) ตราด (เกาะช้าง)

2. *Aquilaria malaccensis* Lamk. ชื่อพ้อง *Aquilaria agallocha* Roxb. พบเฉพาะภาคใต้ที่มีความชุ่มชื้นสูง (เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ระนอง กระบี่ ตรัง (เขาช่อง) พัทลุง ยะลา

3. *Aquilaria subintegra* Hou พบเฉพาะทางใต้ จังหวัดปัตตานี (เขาลิซา) และนราธิวาส

4. *Aquilaria hirta* Ridl. พบเฉพาะภาคใต้ นราธิวาส

สำหรับ *Aquilaria rugosa* L. C. Kiet & P. J. A. Kessler เป็นชนิดที่เพิ่งพบใหม่เมื่อกลางปี พ.ศ. 2549 พบทางภาคเหนือของประเทศไทยรวมเป็น 5 ชนิดที่พบในประเทศไทย สำหรับกฤษณาน้อยในประเทศไทยมีรายงานพบเพียงหนึ่งชนิด คือ *Gyrinops vidalii* P. H. HO กฤษณาน้อยเป็นไม้ต้นขนาดเล็กสูง 10-15 เมตร กฤษณาน้อยมีกระจายพันธุ์น้อยพบที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูวัว อ. บุ่งคล้า จ. หนองคาย ทางตอนบนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (กลุ่มคุ้มครองพันธุ์พืช, 2554)

สารกฤษณา มีชื่อทางการค้าหลายชื่อ ได้แก่ agarwood (ยุโรป), aloeswood (สิงคโปร์) eaglewood (สหรัฐอเมริกา), gaharu (อินโดนีเซีย), oudh (อาหรับ), tram (เวียดนาม), jinko (ญี่ปุ่น) chen xiang (จีน) เป็นต้น สำหรับประเทศไทยทางภาคตะวันออกและภาคใต้ เรียกว่า ไม้หอม ไม้พวง ไม้มะพร้าว ส่วนแถบจังหวัดนราธิวาส ปัตตานี และยะลา เรียกว่า กายูการู กายูกาสุ ทางภาคเหนือ เรียกว่า ปอแต ส่วนในภาษาบาลีจะเรียกว่า อครุ (ตีพร้อม, 2537. ปรัชญา, 2549. กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก, 2551)

ปัจจุบันนอกจากชิ้นไม้กฤษณาและน้ำมันกฤษณาที่เป็นสินค้าหลักในตลาดแล้วยังได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากกฤษณาให้มีความหลากหลายขึ้น เช่น ฐปหอม ไวน์ สบู่และซากกฤษณา เป็นต้น โดยผลิตภัณฑ์จากกฤษณาที่เป็นสินค้าวางจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดในแถบเอเชีย เช่น ไทย ญี่ปุ่น สิงคโปร์

ชิ้นไม้ (agarwood pieces) เป็นชิ้นไม้กฤษณาขนาดเล็ก ๆ ดังนั้นจึงมีราคาสูงกว่าไม้ท่อนขนาดใหญ่ ใช้สำหรับจุดเผาเพื่อให้มีกลิ่นหอมนิยมใช้จุดเพื่อต้อนรับแขกของชาวอาหรับและบางคนเชื่อว่าการดมกลิ่นควันจากการเผาชิ้นไม้กฤษณาจะทำให้รักษาโรคบางอย่างได้

น้ำมันกฤษณา (Agar oil) เป็นน้ำมันที่สกัดได้จากกฤษณาเกรด 3 หรือเกรด 4 เนื่องจากการสะสมของสารกฤษณามีปริมาณน้อยกว่า ไม่สามารถนำไปขายเป็นชิ้นไม้ได้หน่วยที่ใช้เรียกน้ำมันกฤษณา

เรียกว่า โตรรา (Tora) ซึ่ง 1 โตรรา มีปริมาณประมาณ 12 กรัมราคาขายกันอยู่ที่ประมาณ 2,400–4800 บาทต่อโตรรา ชาวอาหรับนิยมใช้ทาตัวของเพื่อให้มีกลิ่นหอมเป็นส่วนผสมของเครื่องยา เป็นส่วนผสมของน้ำหอมและเครื่องสำอางบางชนิด

การกลั่นน้ำมันกฤษณาในประเทศอินเดียมีรายงานว่าได้นำขึ้นไม้กฤษณาอายุ 50–60 ปี ที่เกิดสารกฤษณาสีดำตามธรรมชาติ มากลั่นน้ำมันด้วยวิธีการกลั่นด้วยน้ำ ให้ผลผลิตรวมเฉลี่ย 0.75–2.5% (<http://www.cropwatch.org/agardistil.htm>) ในประเทศไทยมีรายงานการนำกฤษณาที่รับการเหนี่ยวนำให้เกิดสารกฤษณา มากลั่นน้ำมันด้วยวิธีการกลั่นด้วยน้ำ ให้ผลผลิตรวม 0.226% (พิกามาตและคณะ, 2549) นอกจากนี้ยังได้นำไม้กฤษณา *Aquilaria crassna* ที่ได้รับการเหนี่ยวนำให้เกิดสารหอมมากลั่นน้ำมันด้วยวิธีการกลั่นด้วยน้ำ ได้ผลผลิตรวม 0.11% และนำกามาสดกัดต่อด้วยเฮกเซน ได้ผลผลิตรวม 0.15% (ณัฐฐา, ไม่ระบุปีที่พิมพ์)

การกลั่นน้ำมันกฤษณาส่วนประกอบหลักๆ ได้แก่ วัตถุดิบที่จะนำมาใช้ซึ่งปัจจุบันก็จะใช้ไม้กฤษณาที่เกิดสารกฤษณาขึ้นเองตามธรรมชาติและเกิดจากการทำสารกฤษณา ระยะเวลาในการหมัก ตัวอย่างและวิธีการกลั่น แต่จะเห็นได้ว่าการกลั่นน้ำมันกฤษณาในปัจจุบันก็ยังให้ผลผลิตน้อยโดยเฉพาะกฤษณาที่เกิดจากการทำสารกฤษณา ดังนั้นวัตถุประสงค์ในการวิจัยนี้เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของการหมักกฤษณา ผลผลิตของน้ำมันหอมระเหยและวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยเครื่อง Gas chromatography/ mass spectrometer

## วิธีการศึกษา

### อุปกรณ์

1. ชุดกลั่นน้ำมันกฤษณา ประกอบด้วย
  1. หม้อกลั่นแบบปากกว้าง ขนาด 5 ลิตร 10 ลิตรและ 20 ลิตร
  2. ชุดควบแน่นแบบกระเปาะ ขนาด 7 กระเปาะ
  3. เครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำไหลเวียน
  4. ชุดเก็บน้ำมัน
  5. เต้าไฟฟ้า (Heating Mantle)
  6. ขวดเก็บตัวอย่างน้ำมัน ขนาด 15 มล.
2. อุปกรณ์วิทยาศาสตร์
  1. เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี รุ่น 6890 N ควบกับแมสสเปคโตรมิเตอร์ รุ่น 5973
  2. เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง

3. เครื่องชั่งหยาบเทคนิค 2 ตำแหน่ง
4. เครื่องหาความชื้น รุ่น HR 73 Halogen ยี่ห้อ Mettler Toledo
5. คาพิลลารี ปิเปตต์ (Pasteur Pipettes)
6. เครื่องบดไม้

### 3. สารเคมี

- 3.1 n – Pentane
- 3.2 CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH (Absolute)
3. 3 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Anhydrous)
- 3.4 Anti – Bumping

### การทดลองระยะเวลาการหมักที่เหมาะสมของกฤษณา

1. ตัวอย่างกฤษณาจากจังหวัดตราด เป็นกฤษณาที่ได้จากการทำไม้ให้เกิดเป็นสารกฤษณา
2. ตัวอย่างกฤษณาจากจังหวัดนครราชสีมา เป็นกฤษณาที่เกิดเป็นสารกฤษณาโดยธรรมชาติ ได้รับความอนุเคราะห์จากสถานีวิจัยผลิตผลป่าไม้จังหวัดนครราชสีมา

### วิธีการทดลอง

#### การเตรียมตัวอย่าง

1. นำตัวอย่างไม้กฤษณา มาล้างเป็นชิ้นเล็กประมาณ 1.5 X 1.5 ซม. แล้วนำไปผึ่งลมเพื่อไล่ความชื้นจากนั้นนำมาบดหยาบและบดละเอียดให้มีขนาดประมาณ 1- 2 มม. จากนั้นหาความชื้นด้วยเครื่องหาความชื้น รุ่น HR 73 Halogen ยี่ห้อ Mettler Toledo โดยใช้ตัวอย่างละ 1.0000 กรัม วัดที่อุณหภูมิ 105 °C
2. ชั่งตัวอย่างกฤษณาที่บดละเอียดแล้วจากจังหวัดตราดมา 6 ตัวอย่างๆ ละ 150.00 กรัม และตัวอย่างกฤษณาจากนครราชสีมา 6 ตัวอย่างๆ ละ 150.00 กรัม จากนั้นนำมาหมักด้วยน้ำกลั่นเป็นระยะเวลาแตกต่างกันดังนี้ คือ 0, 7, 15, 30, 45 และ 60 วัน โดยใช้อัตราส่วน 1: 10 (ตัวอย่างกฤษณา: น้ำกลั่น)
3. เมื่อครบกำหนดระยะเวลาที่หมักของแต่ละตัวอย่าง นำแต่ละตัวอย่างมากลั่นด้วยกรรมวิธีการกลั่นด้วยน้ำจนกระทั่งไม่มีน้ำมันกฤษณาออกมา โดยใช้อัตราการควบแน่นของน้ำประมาณ 7.5 มล./ นาทีและเก็บตัวอย่างน้ำมัน 3 วันแรกและวันสุดท้ายของการกลั่น
4. ชั่งน้ำหนักน้ำมันกฤษณาและบันทึกผล เก็บตัวอย่างไว้ในตู้เย็น

5. นำตัวอย่างไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี/แมสสเปกโตรมิเตอร์

## ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันกฤษณาด้วยเทคนิค แก๊สโครมาโตกราฟี/แมสสเปกโตรเมตรี

### สภาวะการทดลอง

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยเครื่อง GC/ MS รุ่น US 6890 N Gas Chromatography (Agilent Technologies ประเทศสหรัฐอเมริกา) ใช้คอลัมน์ HP- 5MS; Capillary 30.0 m x 250 µm x 0.25 µm nominal; Max temperature: 350 °C; Nominal length: 30.0 m; Nominal diameter: 250.00 µm; Nominal film thickness: 0.25 µm ควบกับ HP 5973 Mass selective detector สภาวะที่ใช้ในการวิเคราะห์ แก๊สพา: ฮีเลียม (He) ความบริสุทธิ์ 99.999% อัตราการไหลของแก๊สพา 1.5 มล./ นาที Injector Temperature 250 °C, Ms source temperature 230 °C, Ms Quad temperature 150 °C, electron impact (EI, 70 eV), Oven Temperature อุณหภูมิเริ่มต้น 60 °C และเพิ่มในอัตรา 3°C/ นาที อุณหภูมิสุดท้าย 240 °C

### ผลการทดลอง

#### การหาระยะเวลาในการหมักที่เหมาะสมของกฤษณาจังหวัดตราดและนครราชสีมา

เมื่อทำการกลั่นด้วยกรรมวิธีกลั่นด้วยน้ำ พบว่าน้ำมันกฤษณาที่ได้ทั้ง 2 แหล่ง มีสีเหลืองลอยปรึมน้ำ เมื่อผ่านกระบวนการทำให้น้ำมันกฤษณาบริสุทธิ์แล้ว จะมีสีเหลืองเข้ม มีความหนืดสูง กลิ่นหอม ติดทนนาน เมื่อเก็บไว้ระยะหนึ่งจะมีสีอำพัน และความหนืดจะสูงมาก สามารถละลายได้ในเอทานอล ผลผลิตรวมที่ได้ของตัวอย่างน้ำมันกฤษณาจังหวัดตราด (เกิดจากการเหนียวน้ำ) โดยเทียบกับน้ำหนักแห้ง ตัวอย่างที่แช่น้ำเป็นเวลา 30 วัน กลั่นเป็นระยะเวลา 73.5 ชั่วโมง จะให้ผลผลิตสูงสุด 0.7861% หมัก 7 วันให้ผลได้รวม 0.2481% และตัวอย่างที่ไม่ได้หมัก ให้ผลได้ต่ำสุด 0.021 % ตัวอย่างกฤษณาจังหวัดนครราชสีมา (กฤษณาธรรมชาติ) ตัวอย่างที่ไม่หมัก และ กลั่นเป็นเวลา 57.45 ชั่วโมง ให้ผลผลิตสูงสุด 0.3416 % หมัก 7 วัน ให้ผลผลิตรวม 0.2326 % และหมัก 30 วัน ให้ผลผลิตรวมต่ำที่สุด 0.0942 % (ตารางที่ 1 และภาพที่ 1)

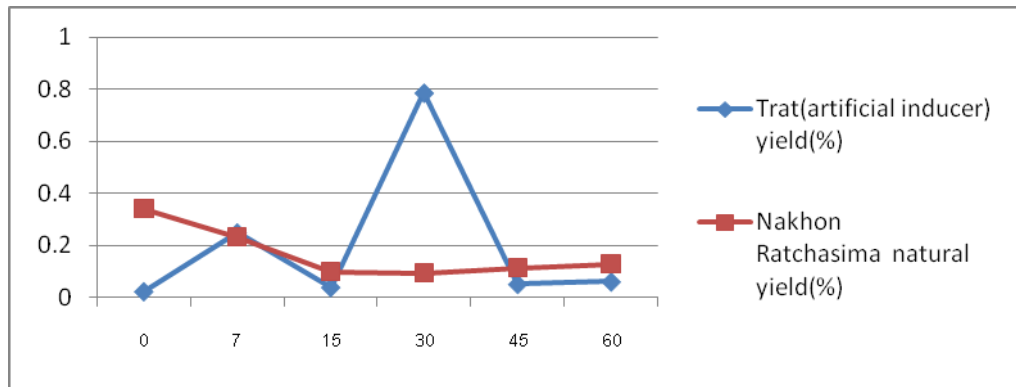


Figure 1. Percent yield of volatile oil. The sample collected from Trat and Nakhon Ratchasima provinces.

Table 1. The optimum condition grinded materials were soaked in water

Condition (day)	Trat (artificial inducer)			Nakhon Ratchasima natural		
	volatile oil	yield	Distillation times	volatile oil	yield	Distillation times
	(g)	(%)	(hrs)	(g)	(%)	(hrs)
0	0.0289	0.0217	67.3	0.4626	0.3416	57.45
7	0.3315	0.2481	64	0.315	0.2326	64.3
15	0.0504	0.0377	81	0.1343	0.0992	74
30	1.0506	0.7861	73.5	0.1281	0.0946	75.3
45	0.0666	0.0499	58.18	0.1528	0.1128	59.7
60	0.0794	0.0594	128.8	0.1734	0.1281	129.7

$$\text{Nate : Overall yield (\%)} = \left[ \frac{\text{Volatile oil (g)}}{\text{Oven dry weight (g)}} \times 100 \right]$$

### อัตราผลผลิตได้ของการกลั่นน้ำมันกฤษณาจังหวัดนครราชสีมา, พิษณุโลก, อุตรดิตถ์ และตราด

ลักษณะน้ำมันกฤษณาตัวอย่างจังหวัดพิษณุโลก, นครราชสีมา, และตราด (เป็นกฤษณาที่เกิดจากการเหี่ยวนำทั้งหมด) จะมีสีเหลืองเข้มและเมื่อเก็บไว้ระยะเวลาหนึ่งจะมีสีอำพัน แต่น้ำมันกฤษณาจากจังหวัดอุตรดิตถ์จะเป็นสีเหลือง น้ำมันหอมระเหยกฤษณาของทุกตัวอย่างจะเริ่มออกในช่วง 8 ชั่วโมงแรกของการกลั่น (เก็บตัวอย่างเมื่อกลั่นครบ 8 ชั่วโมง) พบว่าตัวอย่างกฤษณาจังหวัดอุตรดิตถ์จะมีน้ำมันหอมระเหยออกมากที่สุดในช่วงที่ 3 ของการกลั่น ตัวอย่างจากจังหวัดพิษณุโลก, นครราชสีมา และตราด น้ำมันจะออกมามากในช่วงที่ 1 และ 2 ของการกลั่น หลังจากนั้นตัวอย่างกฤษณาทั้ง 4 แหล่ง ผลผลิตได้จะเริ่มลดลง จากภาพที่ 3 จะพบว่าเมื่อกลั่นตัวอย่างกฤษณาเป็นระยะเวลา 40 ชั่วโมง อัตราผลผลิตได้จะคงที่ เมื่อกลั่นครบ 64 ชั่วโมง

ทุกตัวอย่าง จะพบว่าผลผลิตรวม (%) เมื่อเทียบกับน้ำหนักแห้ง ตัวอย่างกฤษณาจังหวัดพิษณุโลก จะให้ผลผลิตต่ำที่สุด 0.0348 % ตัวอย่างกฤษณาจังหวัดนครราชสีมาให้ผลผลิตรวมสูงสุด 0.2217 % ( ตารางที่ 2,3 และภาพที่ 2, 3)

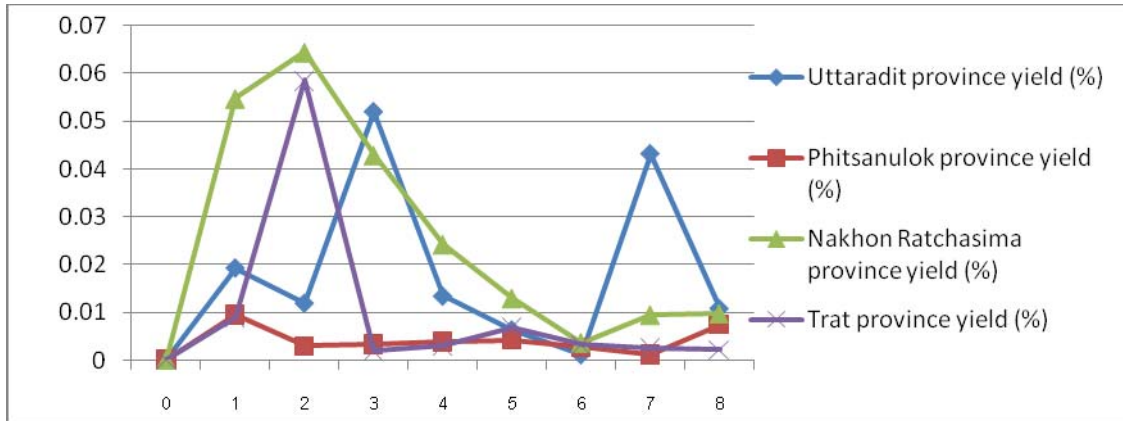
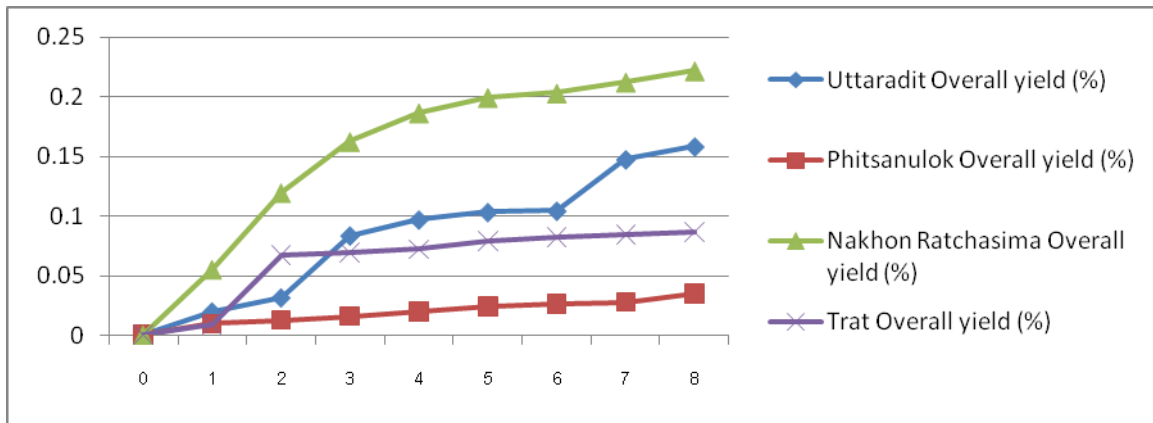


Figure 2. Percent yield of volatile oil. The sample collected from Nakhon Ratchasima, Phitsanulok, Uttaradit and Trat province

Table 2. yield of volatile oil. The sample collected from Nakhon Ratchasima, Phitsanulok, Uttaradit and Trat province

Sample collection (time)	Uttaradit province		Phitsanulok province		Nakhon Ratchasima province		Trat province	
	volatile oil (g)	yield (%)	volatile oil (g)	yield (%)	volatile oil (g)	yield (%)	volatile oil (g)	yield (%)
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0.1927	0.0193	0.0941	0.0095	0.2192	0.0548	0.0890	0.0089
2	0.1184	0.0119	0.0281	0.0029	0.2580	0.0645	0.0586	0.0586
3	0.5203	0.0521	0.0328	0.0033	0.1714	0.0429	0.0188	0.0019
4	0.1338	0.0134	0.0374	0.0038	0.0966	0.0242	0.0215	0.0030
5	0.0624	0.0063	0.0412	0.0042	0.0515	0.0129	0.0673	0.0068
6	0.0107	0.0011	0.0256	0.0026	0.0142	0.0036	0.0315	0.0032
7	0.0433	0.0433	0.0107	0.0011	0.0375	0.0094	0.0244	0.0025
8	0.1074	0.0108	0.0737	0.0074	0.0387	0.0097	0.0204	0.0021





**Figure 3.** Overall yield of volatile oil. The sample collected from Nakhon Ratchasima, Phitsanulok, Uttaradit and Trat province

**Table 3.** Overall yield of volatile oil. The sample collected from Nakhon Ratchasima, Phitsanulok, Uttaradit and Trat province

Sample collection	Uttaradit	Phitsanulok	Nakhon Ratchasima	Trat
(time)	Overall yield (%)	Overall yield (%)	Overall yield (%)	Overall yield (%)
0	0	0	0	0
1	0.0193	0.0095	0.0548	0.0089
2	0.0312	0.0124	0.1193	0.0675
3	0.0833	0.0157	0.1622	0.0694
4	0.0967	0.0195	0.1864	0.0724
5	0.1030	0.0237	0.1993	0.0792
6	0.1041	0.0263	0.2029	0.0824
7	0.1474	0.0274	0.2123	0.0847
8	0.1582	0.0348	0.2217	0.0870

### ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันกฤษณา

การหาระยะเวลาการแช่น้ำที่เหมาะสมของตัวอย่างกฤษณา จังหวัดตราดและนครราชสีมา การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยเครื่อง GC/MS โดยใช้สภาวะการทดลองเดียวกัน จะพบว่า ตัวอย่างกฤษณาของจังหวัดตราด ตัวอย่างที่ไม่หมัก และเก็บตัวอย่างในช่วง 24 ชั่วโมงแรก ของการกลั่น (ภาพที่ 4) จะพบสารประกอบ Agarospirol (2.06 %), 2 - Butanone, 3 - phenyl (12.82 %) และพบกรด n - Hexadecanoic acid เล็กน้อยในช่วงท้ายของการกลั่น ตัวอย่างที่หมักจะพบ 2 - Butanone, 3 - phenyl ในปริมาณที่สูง และจะพบสาร 3 - Pentanone, 1,5 - diphenyl (ภาพที่ 5) แต่ในตัวอย่างไม่หมักจะไม่พบสารประกอบนี้ และในทุก ตัวอย่างจะพบกรด n - Hexadecanoic acid ในปริมาณที่สูง ตัวอย่างกฤษณาจากจังหวัดนครราชสีมาจะพบว่า ตัวอย่างที่ไม่ได้หมักจะพบสารที่ให้ความหอมออกมอย่างครบถ้วน ในการเก็บตัวอย่าง 24 ชั่วโมงแรกของการกลั่น ได้แก่ 2 - Butanone, 3 - phenyl (2.26 %), 2 - Agarofuran (0.79 %),  $\beta$ -Dihydro agarofuran (0.70 %),

Agarospirol (22.21 %) และพบกรด n - Hexadecanoic เล็กน้อย(ภาพที่ 6) ตัวอย่างที่แช่น้ำจะพบสาร  $\alpha$  - Agarofuran, Hinesol , 3 - Pentanone 1,5 - diphenyl และกรด n - Hexadecanoic เล็กน้อย (ภาพที่ 7)

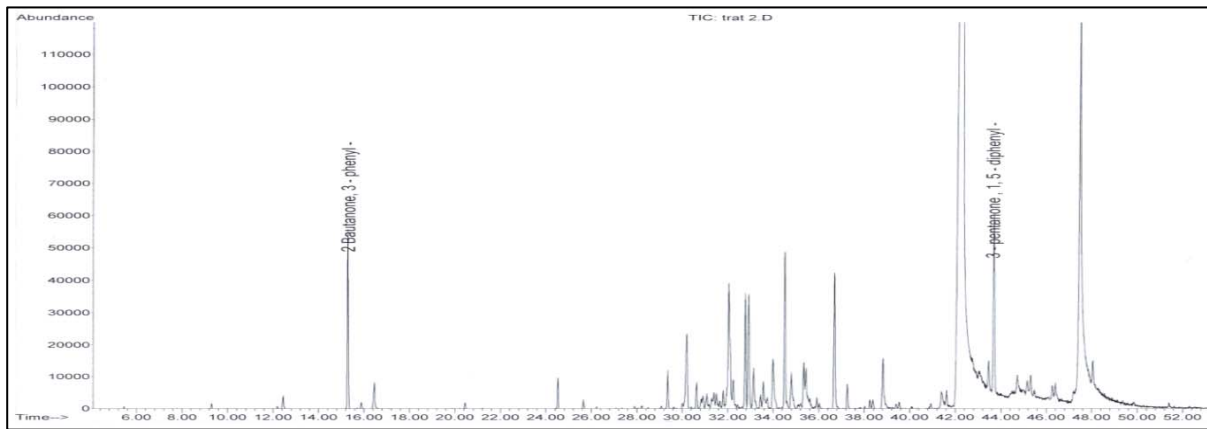


Figure 4. Gas chromatogram of volatile oil. The sample were not soaked in water

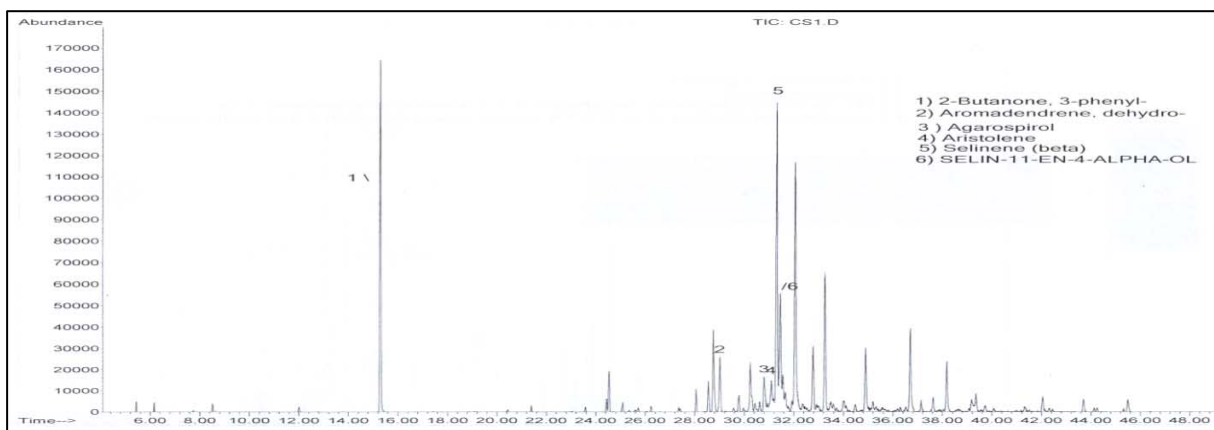


Figure 5. Gas chromatogram of volatile oil. The sample were soaked in water

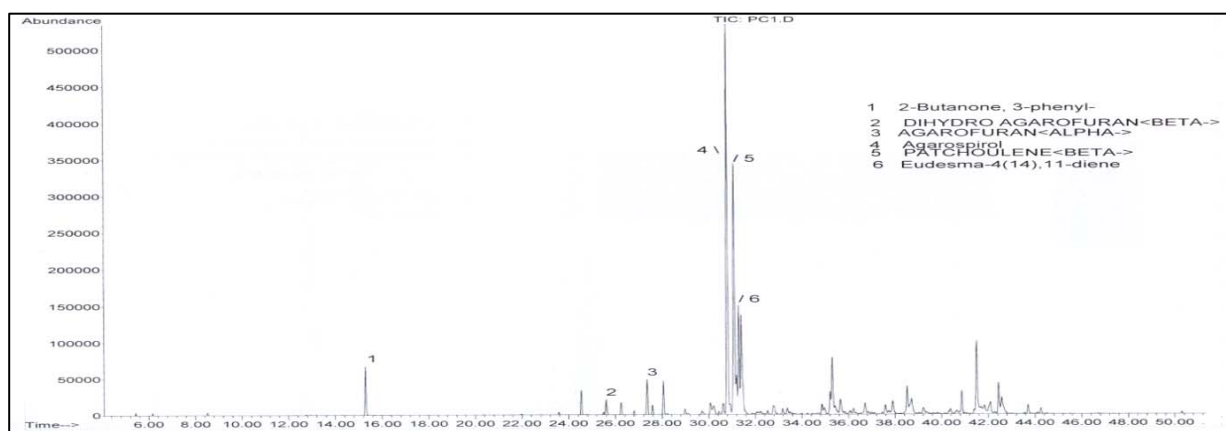


Figure 6. Gas chromatogram of volatile oil. The sample were not soaked in water

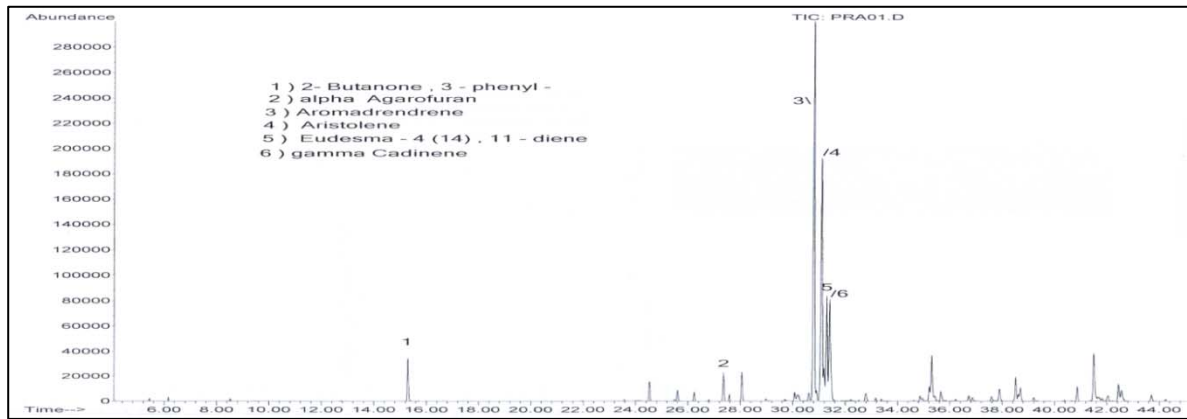


Figure 7. Gas chromatogram of volatile oil. The sample were soaked in water

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยเครื่อง GC/MS ของการหาอัตราผลผลิตได้ของตัวอย่างกฤษณาจังหวัดนครราชสีมา, อุดรดิตถ์, พิษณุโลก, และตราด พบว่าตัวอย่างกฤษณาจังหวัดนครราชสีมาจะพบ 2-Butanone, 3-phenyl เป็นองค์ประกอบหลักและจะพบ 3- Pentanone 1,5-diphenyl เริ่มออกมาในช่วงที่ 4 และเพิ่มขึ้นตามลำดับและนอกจากนี้ยังพบกรด n- Hexadecanoic acid ออกมาเล็กน้อย ตัวอย่างกฤษณาจังหวัดพิษณุโลกจะพบ  $\alpha$ -Eudesmol ออกมาในช่วงที่ 3 ของการกลั่นและจะพบ n-Hexadecanoic ออกมาตั้งแต่ช่วงแรกของการกลั่นและเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ นอกจากนี้ยังไม่พบ 3- Pentanone 1,5-diphenyl ออกมาเลย ตัวอย่างกฤษณาจังหวัดอุดรดิตถ์ สารสำคัญจะออกมาในช่วง 24 ชั่วโมงแรกของการกลั่น และจะพบ 3- Pentanone 1,5-diphenyl ออกมาช่วง 2-3 ของการกลั่นเท่านั้นและจะพบกรด n- Hexadecanoic acid ออกมาในช่วงที่ 2 ของการกลั่นและเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตัวอย่างกฤษณาจังหวัดตราดจะพบองค์ประกอบหลักออกมาอย่างครบถ้วนในช่วงที่ 1 ของการกลั่นและจะพบ 3- Pentanone 1,5-diphenyl ออกมาในทุกะยะของการกลั่นในปริมาณเฉลี่ยใกล้เคียงกัน ( 2.4 % )

### สรุปผลการศึกษา

จากผลการทดลองการหาระยะเวลาการหมักของกฤษณาที่เหมาะสมนั้น กลั่นน้ำมันกฤษณาด้วยกรรมวิธีการกลั่นด้วยน้ำ ตัวอย่างกฤษณาที่แช่น้ำ 30 วัน จะให้ผลผลิตรวมสูงสุด 0.70% (เทียบกับน้ำหนักแห้งและตัวอย่างที่ใช้การวิจัยเป็นกฤษณาที่เกิดจากการเหนียวนำ) ตัวอย่างที่หมักทุกตัวอย่าง จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเราจะพบกรด n - Hexadecanoic สูงมาก และพบ 3 - Pentanone, 1, 5 - diphenyl ในตัวอย่างไม่ได้แช่น้ำ จะไม่พบ 3 - Pentanone, 1, 5 - diphenyl และพบกรด n - Hexadecanoic บ้างเล็กน้อย ผลผลิตรวมที่ได้จะต่ำผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเราจะพบ Agarospirol เล็กน้อย ดังนั้นในการกลั่นน้ำมันกฤษณาที่เกิดจากการเหนียวนำควรจะแช่น้ำประมาณ 7 - 10 วัน

ตัวอย่างกฤษณาจากจังหวัดนครราชสีมา (เป็นตัวอย่างกฤษณาเกิดตามธรรมชาติ) ตัวอย่างที่ไม่ได้หมักจะให้ผลผลิตสูงสุด 0.34 % และสารสำคัญจะออกมาอย่างครบถ้วน ตัวอย่างที่หมักจะให้ผลผลิตน้อยกว่า นอกจากนี้ยังพบกรด n - Hexadecanoic บ้างเล็กน้อย

การทดลองหาอัตราผลผลิตได้ของการกลั่นกฤษณา (ตัวอย่างที่ใช้การวิจัยเป็นกฤษณาที่เกิดจากการเหนียวน้ำ) โดยหมักตัวอย่างเป็นระยะเวลา 7 วัน เก็บตัวอย่าง 8 ครั้ง โดยกรรมวิธีการกลั่นด้วยน้ำต่อเนื่องเป็นเวลา 8 ชั่วโมงและเก็บตัวอย่าง จะพบว่าน้ำมันกฤษณาที่ได้จะมีสีเหลืองเข้มทั้ง 4 ตัวอย่าง และเมื่อเก็บไว้ระยะเวลาหนึ่งสีจะเปลี่ยนเป็น สีอำพันเข้ม และหนืด ยกเว้นตัวอย่างน้ำมันกฤษณาจังหวัดอุตรดิตถ์จะเป็นใสเหลือง อัตราผลิตได้จะเพิ่มสูงในช่วงแรกของการกลั่น และสารสำคัญจะออกมาในช่วงนี้เช่นกัน หลังจากนั้นอัตราผลผลิตได้จะลดลงและจะพบกรด n - Hexadecanoic ในปริมาณที่สูง และในช่วงท้ายของการกลั่นผลผลิตจะสูงขึ้นเล็กน้อยแต่องค์ประกอบทางเคมีจะเป็นกรด n - Hexadecanoic เท่านั้น

### วิจารณ์ผลการศึกษา

การกลั่นน้ำมันกฤษณาด้วยกรรมวิธีการกลั่นด้วยน้ำ กฤษณาที่เกิดจากการเหนียวน้ำควร จะหมักประมาณ 7 - 10 วัน ในอัตราส่วน 1: 10 (ผงกฤษณา : น้ำ) กฤษณาที่เกิดตามธรรมชาติควร จะหมักเพื่อให้ผงกฤษณาชุ่มน้ำและจมน้ำเท่านั้นประมาณ 1 วัน ระยะเวลาการกลั่นกฤษณาที่ได้จากการเหนียวน้ำ ควรใช้เวลาในการกลั่น 5 - 7 วัน แต่กฤษณาที่เกิดตามธรรมชาติสามารถกลั่นได้ 7 - 10 วัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณของกฤษณา การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันกฤษณาด้วย เทคนิคแก๊ส โครมาโตกราฟี/แมส สเปคโตรเมตรี สามารถประเมินคุณภาพความบริสุทธิ์ของน้ำมัน กฤษณาได้

กรดอินทรีย์ที่พบในตัวอย่างน้ำมันกฤษณานั้นเกิดจาก การเกิดไฮโดรไลซิส (Hydrolysis) ขององค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหย ในน้ำมันหอมระเหยจะมีเอสเทอร์อยู่ เมื่อเอสเทอร์ปนกับน้ำที่ อุณหภูมิสูงก็จะเกิดการสลายตัวเป็นกรดอินทรีย์ และแอลกอฮอล์ มีผลทำให้ได้ผลผลิตน้อยลงด้วย ดังนั้นในการกลั่นน้ำมันหอมระเหยไม่ควรกลั่นที่อุณหภูมิสูง และปริมาณน้ำที่ใช้กลั่นจะต้องเหมาะสม กับวัตถุประสงค์

## เอกสารอ้างอิง

กลุ่มคุ้มครองพันธุ์พันธุ์พืช, 2554. ว่างระเบียบการค้าไม้กฤษณาและผลิตภัณฑ์ระหว่างประเทศแบบมีส่วนร่วม ในการสัมมนา เกษตรกร และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เพื่อจัดทำว่างระเบียบการค้าไม้กฤษณาและผลิตภัณฑ์ระหว่างประเทศแบบมีส่วนร่วม จังหวัดจันทบุรี. หน้า 6 – 11

ตีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ, 2537. กฤษณา 2. ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 97 หน้า

ปรัชญา รัตมีธรรมวงศ์, 2549. การปลูกและการดูแลรักษาสวนป่ากฤษณา สำนักพิมพ์เพชรกระรัต จำกัด. กรุงเทพมหานคร. 80 หน้า.

พกาศ เจษฎ์พัฒนานนท์, ผศ. และชาคริต ทอง อุไร, รศ. 2549. การสกัดน้ำมันหอมระเหยกฤษณา, คณะวิศวกรรมศาสตร์ , มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, จังหวัดสงขลา.

ณัฐลา อิงคะวัต. ไม้ระบุปีพิมพ์. การสกัดและการวิเคราะห์องค์ประกอบน้ำมันหอมระเหยไม้กฤษณา (*Aquilaria crassna*), ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ . กรุงเทพฯ .

(online) <http://www.Sciwath.org.26/07/2555>.

Santisuk T, and Larsen K ,1997. Flora of Thailand Volume Six Part; p. 226–245 (Thymelaeaceae). Three. The forest Herbarium, Royal forest Department, Bangkok.

(online) The cropwatch file. Distillation of Agarwood

<http://www.cropwatch.org/agsrdistil.htm,26/07/2555>

# การผลิตน้ำมันกฤษณาเชิงพาณิชย์

## COMMERCIAL OIL PRODUCTION OF *AQUILARIA SPP.*

โดย

เบญจวรรณ คฤหพัฒนา (BENJAVON KARUHAPATTANA)

จันทิ จิตรจักร (CHANTHAI CHITCHAK)

สำอาน หมอกขุนทด (SAMANG MOGKHUNTHOD)

จิราภรณ์ สินธุเทา (JIRAPORN SINHTHUTAO)

ประภา บุญยรัตพันธุ์ (PRAPA BOONYARATTAPAN)

วรรณภา สมบัติ (WANNAPA SOMBUT)

งานพัฒนาเคมีผลิตผลป่าไม้ กลุ่มงานพัฒนาผลิตผลป่าไม้

สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้

กรมป่าไม้

