สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

ผลของน้ำมันหอมระเหยจากใบตะไคร้หอมต่อการงอกและการเจริญเติบโตของผักกาดหัว

Effects of essential oils from *Cymbopogon nardus* (L.) Redle leaves on germination and seeding growth Radish (*Raphanus sativus* L. var. *longipinnatus*)

โดย

นางสาว พรมงคล รับพร

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร. จำรูญ เล้าสินวัฒนา

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 73478
วัน,เดือน,ปี 20 ก.ค. 2550

b 11193621
i.....

เสนอ

ภาควิชาพืชสวนคณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พุทธศักราช 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาพืชสวน

เรื่อง

ผลของน้ำมันหอมระเหยจากใบตะไคร้หอมต่อการงอกและการเจริญเติบโตของผักกาดหัว

Effects of essential oils from *Cymbopogon nardus* (L.) Redle leaves on germination and seeding growth Radish (*Raphanus sativus* L. var. *longipinnatus*)

โดย

นางสาว พรมงคล รับพร

ได้รับการพิจารณาจาก

.....

(ผศ.ดร.จำรูญ เล้าสินวัฒนา)

อาจารย์ที่ปรึกษา

วันที่ 20 เดือน มี.ค. พ.ศ. 2564

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รศ.ดร.สมชาย กล้าหาญ)

หัวหน้าภาควิชาพืชสวน

วันที่ 26 เดือน มี.ค. พ.ศ. 64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง	:	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากใบตะไคร้หอมต่อการงอกและการเจริญเติบโตของผักกาดหัว
ชื่อนักศึกษา	:	นางสาว พรมงคล รับพร
รหัสนักศึกษา	:	45040330
ภาควิชา	:	พืชสวน
คณะ	:	เทคโนโลยีการเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษา	:	ผศ.ดร. จำรูญ เล้าสินวัฒนา

บทคัดย่อ

จากการศึกษาผลของอุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษาน้ำมันหอมระเหยจากใบตะไคร้หอม ที่มีต่อประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดผักกาดหัว (*Raphanus sativus* L. var. *longipinnatus*) ที่เพาะในวุ้น ผลการทดลองพบว่า เมล็ดผักกาดหัวที่เพาะในน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและเก็บรักษาในตู้เย็นเป็นระยะเวลา 11 สัปดาห์ ที่ปริมาตร 2.50 ไมโครลิตร ต่อจานทดลองขนาด 9 มิลลิเมตร มีการงอก 7.69 และ 4.26 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับหลังจากทำการเพาะ 5 วัน แต่เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตหลังจากการเพาะ 7 วัน น้ำมันตะไคร้หอมทั้ง 2 สภาวะ มีประสิทธิภาพการในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเมล็ดผักกาดหัวได้ไม่แตกต่างกันในทุกระดับความเข้มข้น คือ มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตเป็นศูนย์เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมและจากการส่งผลตัวอย่างวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญด้วยวิธีการ GC-MS (Gas chromatography - mass spectrometry) พบว่า ปริมาณสารสำคัญ เช่น Citral, Linalool และ Geraniol มีปริมาณสารอยู่ที่ 93, 96 และ 81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่น้ำมันหอมที่เก็บในตู้เย็นลดลงเหลือ 88, 92 และ 77 เปอร์เซ็นต์ และที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องลดลงเหลือ 88, 92 และ 79 เปอร์เซ็นต์ หลังจากการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 11 สัปดาห์ จากปริมาณสารสำคัญที่ลดลงนี้ พบว่าไม่มีผลต่อประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของผักกาดหัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	:	Effects of essential oils from *Cymbopogon nardus* (L.) Redle leaves on germination and seeding growth Radish (*Raphanus sativus* L. var. *longipinnatus*)
By	:	Miss Pornmongkol Rubporn
Code	:	45040330
Department	:	Horticulture
Faculty	:	Agricultural Technology
Adviser	:	Assist. Prof. Dr. Chamroon Laosinwattana

Abstract

The effect of temperature and storage periods on efficacy of essential oil from *Cymbopogon nardus* (L.) Redle leaves against germination and seedling growth of *Raphanus sativus* L. var. *longipinnatus* sowing in agar were studied. The results showed that radish seeds sown on agar contained with essential oil which keep at room temperature and in refrigerator for 11 weeks at the volume of 2.5 microlitres per 9 cm. petridish were germinated 7.69 and 4.26% respectively, at 5 days after sowing. But the germination percent of radish were no significantly difference in all essential oil tested at 7 days. There germination were completely inhibited when compared with control. Quantitative analysis by Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) show that the quantity of some extractive ; Citral, Linalool and Geraniol were decrease, the quantity of original extractive in volatile compound were 93, 96 and 81% respectively, in refrigerated volatile compound were 88, 92 and 79%. However the decrease of these some extractive does not effect to the efficiency of the germination and seedling growth of radish.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ปัญหาพิเศษเรื่องนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือจากอาจารย์จำรูญ เล้าสินวัฒนา อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ช่วยกรุณาให้คำแนะนำ คำปรึกษา ตลอดจนหาอุปกรณ์ที่จำเป็นต่อการทดลองให้เสร็จสมบูรณ์ด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง รวมทั้งขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่และพี่ๆ นักศึกษาปริญญาโททุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและสอนการใช้เครื่องมือต่างๆ เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้ความช่วยเหลือด้านทุนการศึกษาและการปฏิบัติงานจนข้าพเจ้าจบการศึกษา ขอขอบคุณพี่สาวและพี่เอ ที่เสียสละเวลาช่วยในเรื่องของการวิเคราะห์ผล GC-MS รวมทั้งขอขอบคุณความช่วยเหลือของเพื่อนๆ ทุกคนที่เอื้อเฟื้อต่อข้าพเจ้ามาโดยตลอด

นางสาว พรมงคล รับพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	i
สารบัญภาพ	ii
สารบัญภาคผนวก	iii
คำนำ	1
ตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	13
ผลการทดลอง	15
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	24
เอกสารอ้างอิง	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดผักกาดหัว (Percent of control) ที่เพาะในน้ำมันตะไคร้หอม หลังจากทำการทดลอง 3 วัน	15
2. เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดผักกาดหัว (Percent of control) ที่เพาะในน้ำมันตะไคร้หอม ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ หลังจากทำการทดลอง 3 วัน	16
3. เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดผักกาดหัว (Percent of control) ที่เพาะในน้ำมันตะไคร้หอม หลังจากทำการทดลอง 5 วัน	16
4. เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดผักกาดหัว (Percent of control) ที่เพาะในน้ำมันตะไคร้หอม ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ หลังจากทำการทดลอง 5 วัน	17
5. เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของเมล็ดผักกาดหัว (Percent of control) ที่เพาะในน้ำมันตะไคร้หอม หลังจากทำการทดลอง 7 วัน	17
6. เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของเมล็ดผักกาดหัว (Percent of control) ที่เพาะในน้ำมันตะไคร้หอม ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ หลังจากทำการทดลอง 7 วัน	18
7. ผลความยาวต้นของเมล็ดผักกาดหัวที่เพาะในน้ำมันตะไคร้หอม หลังจากทำการทดลอง 7 วัน	19
8. ผลความยาวรากของเมล็ดผักกาดหัวที่เพาะในน้ำมันตะไคร้หอม หลังจากทำการทดลอง 7 วัน	19
9. ผลการวิเคราะปริมาณสารด้วยวิธีการ GC-MS (Gas chromatography - mass spectrometry)	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.	ลักษณะทั่วไปของตะไคร้หอม *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle	2
2.	ผลของน้ำมันหอมตะไคร้หอมที่เก็บที่อุณหภูมิห้องและตู้เย็นในสัปดาห์แรกของการทดลองต่อการงอกของเมล็ดผักกาดหัว หลังการเพาะ 7 วัน	21
3.	ผลของน้ำมันหอมตะไคร้หอมที่เก็บที่อุณหภูมิห้องและตู้เย็นในสัปดาห์ที่ 3 ของการทดลองต่อการงอกของเมล็ดผักกาดหัว หลังการเพาะ 7 วัน	21
4.	ผลของน้ำมันหอมตะไคร้หอมที่เก็บที่อุณหภูมิห้องและตู้เย็นในสัปดาห์ที่ 5 ของการทดลองต่อการงอกของเมล็ดผักกาดหัว หลังการเพาะ 7 วัน	22
5.	ผลของน้ำมันหอมตะไคร้หอมที่เก็บที่อุณหภูมิห้องและตู้เย็นในสัปดาห์ที่7 ของการทดลองต่อการงอกของเมล็ดผักกาดหัว หลังการเพาะ 7 วัน	22
6.	ผลของน้ำมันหอมตะไคร้หอมที่เก็บที่อุณหภูมิห้องและตู้เย็นในสัปดาห์ที่ 9 ของการทดลองต่อการงอกของเมล็ดผักกาดหัว หลังการเพาะ 7 วัน	23
7.	ผลของน้ำมันหอมตะไคร้หอมที่เก็บที่อุณหภูมิห้องและตู้เย็นในสัปดาห์ที่ 11 ของการทดลองต่อการงอกของเมล็ดผักกาดหัว หลังการเพาะ 7 วัน	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาคผนวก

	หน้า
ผลการวิเคราะปริมาณสารด้วยวิธีการ GC-MS (Gas chromatography - mass spectrometry)	26
ตารางผนวกที่ 1 Peak Report ของน้ำมันตะไคร้หอมที่กลั่นครั้งแรก	26
กราฟ GC-MS ของน้ำมันตะไคร้หอมที่กลั่นครั้งแรก	27
ตารางผนวกที่ 2 Peak Report ของน้ำมันตะไคร้หอมที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง ที่ส่งวิเคราะห์ผลหลังจากกลั่น 1 เดือน	28
กราฟ GC-MS ของน้ำมันตะไคร้หอมที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง ที่ส่งวิเคราะห์ผลหลังจากกลั่น 1 เดือน	29
ตารางผนวกที่ 3 Peak Report ของน้ำมันตะไคร้หอมที่เก็บไว้ในตู้เย็น ที่ส่งวิเคราะห์ผลหลังจากกลั่น 1 เดือน	30
กราฟ GC-MS ของน้ำมันตะไคร้หอมที่เก็บไว้ในตู้เย็น ที่ส่งวิเคราะห์ผลหลังจากกลั่น 1 เดือน	31
ตารางผนวกที่ 4 Peak Report ของน้ำมันตะไคร้หอมที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง ที่ส่งวิเคราะห์ผลหลังจากกลั่น 2 เดือน	32
กราฟ GC-MS ของน้ำมันตะไคร้หอมที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง ที่ส่งวิเคราะห์ผลหลังจากกลั่น 2 เดือน	33
ตารางผนวกที่ 5 Peak Report ของน้ำมันตะไคร้หอมที่เก็บไว้ในตู้เย็น ที่ส่งวิเคราะห์ผลหลังจากกลั่น 2 เดือน	34
กราฟ GC-MS ของน้ำมันตะไคร้หอมที่เก็บไว้ในตู้เย็น ที่ส่งวิเคราะห์ผลหลังจากกลั่น 2 เดือน	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ในปัจจุบันการพัฒนาการผลิตในสาขาเกษตรกรรมได้ก้าวหน้าขึ้นอย่างรวดเร็ว มีการนำเทคโนโลยีการเกษตรที่ทันสมัยและการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชต่างๆ เข้ามาใช้ เพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร ซึ่งการนำสารเคมีมาใช้ในการกำจัดศัตรูพืชต่างๆ นี้เป็นวิธีการที่มีความสะดวกและง่ายต่อการใช้ สามารถกำจัดศัตรูพืชได้ในบริเวณกว้างใช้เวลาและแรงงานของเกษตรกรน้อย (อำนวย, 2535) แต่จากการใช้สารเคมีเหล่านั้นส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมาก ซึ่งปรากฏให้เห็นในหลายๆ ด้าน ทั้งปัญหาเกี่ยวกับความต้านทานของโรคและแมลง การเกิดศัตรูพืชชนิดใหม่ๆ ที่มีความต้านทานต่อสารพิษที่ใช้ การเกิดพิษภัยต่อเกษตรกรผู้ใช้และที่สำคัญ คือ มีสารพิษตกค้างทั่วไปใน ดิน อากาศ สัตว์น้ำ แหล่งอาหารและร่างกายมนุษย์ (พรชัย, 2540) ดังนั้น ในปัจจุบันจึงมีหน่วยงานและนักวิชาการต่างๆ ได้พยายามค้นคว้าหาวิธีป้องกันกำจัดศัตรูพืช โดยการใช้สารจากธรรมชาติมาใช้ในการกำจัดศัตรูพืชทางการเกษตร ซึ่งสามารถลดอันตรายจากการใช้สารเคมีและลดสิ่งเจือปนในผลผลิตทางการเกษตรและสิ่งแวดล้อมได้ ในการควบคุมวัชพืชก็เช่นกัน มีการศึกษาวิจัยนำสารจากพืชหรือวัชพืชมาใช้ในการกำจัดวัชพืช ทดแทนการใช้สารเคมี (ชอุ่มและศิริพร, 2536) ซึ่งมีการยืนยันว่า พืชบางชนิดจะปลดปล่อยสารลงสู่สิ่งแวดล้อมและส่งผลกระทบต่อพืชข้างเคียง น้ำมันหอมระเหย (Volatile oil) เป็นสารอินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบของพืช การใช้น้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากพืชมาใช้ประโยชน์ ส่วนใหญ่จะนำมาใช้ประโยชน์ทางด้านการผลิตเครื่องสำอางบำรุงสุขภาพและความงามที่เรียกว่า aromatherapy เป็นส่วนมาก นอกจากนั้นได้มีการนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการเกษตร ซึ่งก็มีหลายด้านด้วยกัน โดยเฉพาะการใช้ประโยชน์จากน้ำมันหอมระเหยในการป้องกันกำจัดแมลงและยับยั้งเชื้อราในพืช (รวีวรรณ, 2546)

การทดลองในครั้งนี้มีเป้าหมายหลักในการศึกษาระยะเวลาของประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหยจากใบตะไคร้หอมในการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดผักกาดหัวโดยที่ยังมิได้มีการเพิ่มสารส่งเสริมประสิทธิภาพหรือการเปลี่ยนรูปของน้ำหอมระเหยแต่อย่างใด ทั้งนี้ก็เพื่อเป็นแนวทางการศึกษาเพื่อหาสารที่จะช่วยคงประสิทธิภาพและยืดอายุในการเก็บรักษารวมถึงการพัฒนาน้ำมันหอมระเหยให้อยู่ในรูปของสารกำจัดวัชพืชที่สามารถใช้ได้ในสภาพพื้นที่จริงเพื่อใช้ทดแทนการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชในทางการเกษตรต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

ตะไคร้หอม เป็นพืชตระกูล Gramineae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle หรือ *C. winterianus* Jowitt มีจำนวนโครโมโซม 2n = 20, 40 มีชื่อพื้นเมือง อังกฤษ : Java citronella grass, winter's grass, old citronella grass. ฝรั่งเศส : herbe citron de Java. อินโดนีเซีย : serai wangi (ทั่วไป), sere wangi (ชวา), sereh wangi (ซุนดา). มาเลเซีย : serai wangi. ไทย : ตะไคร้หอม (กลาง), ตะไคร้แดง (นครศรีธรรมราช), ตะไครมะบูด (เหนือ) เป็นต้น

ถิ่นกำเนิดและการกระจายพันธุ์ ตะไคร้หอมพบเฉพาะในแปลงปลูกและมีความเป็นไปได้สูงที่น่าจะมีถิ่นกำเนิดแถบตอนใต้ของอินเดียหรือศรีลังกา มีการนำไปปลูกในชวาในสมัยต้นๆ และมีการปลูกตั้งแต่ก่อนทศวรรษ 1900 การปลูกเป็นแปลงขนาดใหญ่ใช้พันธุ์ดีและการใช้เครื่องกลั่นน้ำมันเริ่มต้นประมาณทศวรรษ 1900 ในปัจจุบันมีการปลูกตะไคร้หอมทั่วไปในเขตร้อน ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้จัดเป็นพืชที่มีความสำคัญในอินโดนีเซียและเวียดนาม รวมทั้งในประเทศอื่นๆ ได้แก่ บราซิล กาน่า จีน กัวแตมาลา ไฮติ ฮอนดูรัสและอินเดีย

ลักษณะทั่วไป พืชหลายปี แดกกอ จัดอยู่ในตระกูลหญ้า มีกลิ่นหอม ลำต้นจำนวนมากเจริญจากเหง้าสั้นๆ ลำต้นสูงถึง 2.5 เมตร กลม ผิวเกลี้ยง เรียบ มีกาบใบ กาบใบมีริ้ว ผิวเกลี้ยง เรียบ สีออกเหลืองเปลี่ยนเป็นสีแดงแกมม่วง กาบหุ้มลำติดแน่นและสั้นกว่าลำปล้อง กาบใบในส่วนฐานของต้นสั้นหลวม แยกออกจากลำ ลิ้นกาบมีลักษณะบางคล้ายกระดาษ ยาวประมาณ 1 มิลลิเมตร มีขนปกคลุม จากรูปหมายเลข 1 จะเห็นว่าแถบปลายใบเป็นเส้นยาว ขนาดถึง 1 เมตร และมีความกว้างประมาณ 1.5-5.0 เซนติเมตร ห้อยลงใน 2/3 ของความยาว ผิวเรียบ เกลี้ยง ผิวใบด้านบนสีเขียวอ่อน ผิวใบด้านล่างมีนวล ขอบใบมักจะหยักเป็นซี่ละเอียด สากมือ ช่อดอกแยกแขนงหลายอันดับ มีขนาดใหญ่ ยาว 60-100 เซนติเมตร แกนช่อดอกหักงอไปมา ปลายแขนงดอกอันดับสุดท้ายมีกาบช่อดอกย่อยรองรับช่อดอกกระจะ 1 คู่ กาบช่อดอกย่อยรูปใบหอกแกมรูปแถบยาว 1.0-2.5 เซนติเมตร มีเส้นใบหลายเส้น สี

ภาพที่ 1 ตะไคร้หอม *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle
1, ลักษณะลำต้นที่ออกดอก; 2, ส่วนช่อดอก; 3, คู่ช่อดอกย่อย
ที่มา: Oyen and Dung, 1999.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แดงหม่น ช่อกระจะยาว 1-2 เซนติเมตร มีขนปกคลุม มีก้านช่อสั้น 1 ช่อ อีกช่อมีก้าน มีช่อดอกย่อย 4-7 คู่ ในแต่ละคู่มีก้านช่อย่อยและไม่มีก้านช่อย่อย ปลายยอดมีช่อดอกย่อยไม่มีก้านช่อย่อย 1 ช่อ และมีก้านช่อย่อย 2 ช่อ ช่อดอกย่อยไม่มีก้านรูปรีแกมสอบขนานยาว 4-5 มิลลิเมตร มีดอกย่อย 2 ดอก กาบช่อย่อยอันล่างรูปใบหอกแกมสอบขนาน เป็นขนาดและรูปร่างของช่อดอกย่อยตามปกติ แบน มีปีกแคบ กาบช่อย่อยอันบนรูปเรือ มีสันในส่วนครึ่งบน มีเส้นใบ 3 เส้น ดอกย่อยอันล่างลดรูปเป็นกาบที่ฝ่อ ดอกย่อยอันบนสมบูรณ์เพศ กาบล่างยาว 3 มิลลิเมตร ใส มี 2 พู ระยางค์แข็งยาวถึง 5 มิลลิเมตร (ถ้ามี) ไม่มีกาบบน มีกลีบเกล็ด 2 อัน เกสรเพศผู้ 3 อัน ก้านเกสรเพศเมีย 2 อัน มีขนยาวนุ่ม ช่อดอกย่อยที่มีก้านช่อดอกรูปรีแกมสอบขนานแคบ ยาวถึง 5 มิลลิเมตร เป็นดอกเพศผู้หรือเป็นหมัน กาบช่อย่อยอันล่างเป็นรูปร่างและขนาดของช่อดอกย่อย มีเส้นใบ 7-9 เส้น กาบช่อย่อยอันบนมีขนาดเท่ากัน มีเส้นใบ 3 เส้น ดอกย่อยมีลักษณะเป็นเกล็ดใส 1 อัน ยาว 3 มิลลิเมตร หุ้มรอบเกสรเพศผู้ทั้ง 3 อันและกลีบเกล็ด 2 อัน ผลแบบธัญพืช รูปค่อนข้างกลม มีขั้วเมล็ดตรงฐาน

การเจริญเติบโตและพัฒนาการ หน่อแยกจากกอตะไคร้หอมและออกรากง่าย ตามปกติภายใน 3 สัปดาห์หลังปลูกและเริ่มแตกกอในสัปดาห์ที่ 4 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของกอถึง 0.5 เมตร อายุการให้ผลผลิตคุ้มค่าทางเศรษฐกิจประมาณ 6 ปี เริ่มออกดอกหลังปลูกประมาณ 8 เดือน แต่นิยมเก็บเกี่ยวก่อนออกดอกเล็กน้อย ตะไคร้หอมหลายพันธุ์เมื่อออกดอกไม่ติดเมล็ด มีการงอกของเมล็ดบนช่อดอกที่ออกดอกก่อนการเริ่มต้นฤดูฝน ต้นย่อยมีลักษณะคล้ายกับงอกออกมาจากส่วนข้อหรือแกนของกาบหุ้มดอกย่อย และในบางครั้งออกดอกในขณะที่ยังติดอยู่กับต้นแม่ ปริมาณน้ำมันในใบมีค่าแตกต่างกันพอประมาณตามอายุใบ เวลาในการตัดและความอุดมสมบูรณ์ของดิน (0.25-1.3%) มีปริมาณน้ำมันหอมสูงสุดในใบอ่อน

ข้อมูลด้านพฤษศาสตร์อื่นๆ ตะไคร้หอมโดยรวม หมายถึง หญ้า 2 ชนิดที่ให้น้ำมันตะไคร้หอม : *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle (Ceylon citronella grass) และ *C. winterianus* ลักษณะภายนอกของพืชทั้ง 2 ชนิดนี้คล้ายกันมาก น่าจะมีความใกล้ชิดมากจนถึงพิจารณาเป็นชนิดเดียวกันในบางครั้ง อย่างไรก็ตาม *C. winterianus* มีข้อแตกต่างในส่วนของใบกว้างกว่าและสากมือน้อยกว่า ช่อดอกโปร่งมากกว่าและมีเส้นใบแตกต่างในส่วนกาบช่อย่อยอันล่างของดอกสมบูรณ์เพศ นอกจากนี้องค์ประกอบในน้ำมันตะไคร้หอมทั้ง 2 ชนิดมีความแตกต่างกันมาก รวมทั้งลักษณะและกลิ่นซึ่งน้ำมันทั้ง 2 ชนิดไม่สามารถมาใช้ทดแทนกันหรือเลือกใช้ชนิดใดชนิดหนึ่งได้ น้ำมันจาก *C. nardus* มีคุณภาพต่ำกว่า แต่จากการที่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมสำหรับปลูกพืช เช่น ดินเลวและแห้งแล้ง ทำให้เป็นที่นิยมปลูกในศรีลังกา ในบางครั้งมีการปลูกในพื้นที่อื่นเพื่อผลิตน้ำมันหอม เช่น ในชวา โดยเฉพาะ var. *confertiflorus* (Steudle) Bor (ชื่อพ้อง : *C. confertiflorus* (Steudel) Stape) แต่ในทางการค้าจัดว่าไม่มีความสำคัญ *C. winterianus* มีลักษณะคล้ายกับ *C. flexuosus* (Nees ex Steudel) J.F. Watson (East Indian lemongrass) เช่นกัน แต่น้ำมันของชนิดหลังแตกต่างออกไปโดยมีองค์ประกอบสำคัญเป็นเนอรอลและเจอราเนียล

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในอินเดียมีการปรับปรุงพันธุ์ได้พันธุ์ที่มีผลผลิตสูงหลายพันธุ์ ในปี ค.ศ. 1987 มีพันธุ์แนะนำ 'Mandakini' เหมาะสำหรับปลูกในแถบเชิงเขาหิมาลัยและพันธุ์ 'Manjusha' เหมาะสำหรับพื้นที่ราบในแถบตอนเหนือของอินเดีย ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เดิม 60% และ 30% ตามลำดับ ล่าสุดมีการพัฒนาพันธุ์ 'Bio-13' โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ 'Mandakini' และ 'Manjusha' มีปริมาณซิโตรเนลลอลและเจอรานิออลสูง

สภาพนิเวศ ตะไคร้หอมมีปลูกทั่วไปในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อนที่มีอากาศอบอุ่นในบริเวณที่มีความชื้นพอเพียงกับความต้องการ ต้องการฝนตกกระจายสม่ำเสมอตลอดปี มีปริมาณฝนตกในแต่ละปี 2,000-2,500 มิลลิเมตร สำหรับการเจริญเติบโตดีและให้ผลผลิตสม่ำเสมอ ในบริเวณที่มีช่วงแล้งมีความจำเป็นต้องให้น้ำ น้ำมันในใบเก็บเกี่ยวหลังช่วงแล้งมีแนวโน้มปริมาณแอลดีไฮด์เพิ่มขึ้น โดยทั่วไปปลูกในระดับความสูงของพื้นที่ต่ำกว่า 500 เมตร อย่างไรก็ตามในอินเดียมีการคัดเลือกพันธุ์ที่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพบนที่สูงได้ดีและให้ผลผลิตสูงเมื่อปลูกในระดับความสูงของพื้นที่ถึง 1,200 เมตร เช่น ในบริเวณปลูกชาในอัสสัม อุณหภูมิเฉลี่ยในตอนกลางวันที่เหมาะสม 22-27°C อุณหภูมิต่ำเกินไปทำให้การเจริญเติบโตลดลงตลอดจนลดปริมาณน้ำมันในใบ สภาพอากาศหนาวเย็นจนเกิดน้ำค้างแข็งทำให้ต้นตายได้ พายุลูกเห็บทำความเสียหายรุนแรงในแปลงปลูกใหม่และทำความเสียหายกับใบในแปลงที่มีอายุมาก ทำให้ปริมาณน้ำมันลดลง ตะไคร้หอมต้องการสภาพดินที่มีความอุดมสมบูรณ์มากกว่า หญ้า *Cymbopogon* ชนิดอื่นๆ ในสภาพดินเลวอายุการให้ผลผลิตคุ้มค่าทางเศรษฐกิจลดลง เจริญเติบโตดีในสภาพดินเป็นกลางหรือเป็นกรดเล็กน้อย ระบายน้ำดี ดินร่วน มีความชื้นและธาตุอาหารพอเพียง ทนทานต่อสภาพน้ำท่วมขังในช่วงสั้นๆ ไม่ทนดินเค็ม

การขยายพันธุ์และการปลูก ตามปกติขยายพันธุ์โดยไม่ใช้เพศเนื่องจากการขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดใช้เวลานานและมีความเสี่ยงในการเกิดลูกผสมระหว่าง *C. winterianus* และ *C. nardus* กออายุ 1 ปี สามารถแยกวัสดุปลูกได้ 50-60 ชิ้นและแปลงขยายพันธุ์ 1 ไร่ สามารถแยกกอปลูกได้ 7-8 ไร่ มีการใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อราหรือฮอร์โมนเร่งรากน้อยมากเนื่องจากหน่อสามารถออกรากได้ง่าย รวมทั้งการปลูกซ่อมทำได้ง่ายและเสียค่าใช้จ่ายน้อย ทำการปลูกในหลุมลึกประมาณ 10 เซนติเมตร กลบดินรอบโคนให้แน่น นิยมปลูกโดยใช้ระยะปลูก 60-90 เซนติเมตร x 60-90 เซนติเมตร โดยเฉพาะการใช้ระยะปลูกแคบเพราะมีปัญหาวัชพืชรบกวนน้อยและทำให้ผลผลิตสูง ในบางครั้งมีการปลูกร่วมกับยางพาราปลูกใหม่ โกโก้ พริกไทยหรือวนิลลา หรือปลูกในแปลงปลูกไม้ที่สูงแล้ว สภาพร่มเงามีผลทำให้ผลผลิตพืชลดลง

การบำรุง ดูแล รักษา สามารถกำจัดและควบคุมวัชพืชโดยใช้แรงงานหรือเครื่องมือทุ่นแรง แค่การใช้แรงงานได้ผลดีกว่า ควรกำจัดหญ้าคา การดายหญ้าควรระมัดระวังความเสียหายกับระบบรากในส่วนผิวดินหรือรากต้นอ่อน ไม่แนะนำให้ใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช แต่ในบางครั้งมีการฉีดพ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยสารเคมี 2,4-D ก่อนปลูก 2 สัปดาห์ รวมทั้งการฉีดพ่นด้วยสารเคมีกำจัดวัชพืชหลายชนิดในบางจุดหลังการเก็บเกี่ยว

จากการที่มีธาตุอาหารปริมาณมากเก็บเกี่ยวไปกับใบควรมีการใส่ปุ๋ยสม่ำเสมอเพื่อรักษาระดับการให้ผลผลิต เกษตรกรรายใหญ่ในชวานิยมปลูกพืชหมุนเวียนโดยปลูกตะไคร้หอมนาน 4 ปี สลับกับพืชที่ใช้ทำปุ๋ยพืชสดนาน 2 ปี

โรคและแมลงศัตรูพืช ผลผลิตพืชและน้ำมันใน Java citronella grass อาจเกิดความเสียหายรุนแรงจากโรคใบไหม้ เกิดจากเชื้อรา *Curvularia andropogonis* อาการเริ่มแรกเป็นแถบสีน้ำตาลตามขอบใบและปลายใบ ใบมีอาการแห้งตายในระยะต่อมา การควบคุมและป้องกันโรคโดยการฉีดพ่น prophylactic spraying ด้วย dithiocarbamates ทุกๆ 10-15 วัน โรคแอนแทรคโนสเกิดจากเชื้อ *Colletotrichum graminicola* อาจทำความเสียหาย สามารถควบคุมโดยวิธีการเดียวกัน ในอเมริกากลางโรค sugar mosaic virus เป็นโรคที่มีความสำคัญมากที่สุด ไม่มีรายงานแมลงศัตรูพืชที่ทำให้เกิดความเสียหายรุนแรง

ประโยชน์ น้ำมันตะไคร้หอมสกัดจากใบ มีการนำไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางในการปรุงแต่งกลิ่นเครื่องหอมและเครื่องสำอางโดยตรงหรือเป็นสารตั้งต้นในการผลิตสารหอมชนิดอื่นๆ มีการใช้น้ำมันในการไล่แมลงในคนและสัตว์เลี้ยง ใช้ในสบู่ ผงซักฟอก สารกำจัดแมลงในบ้านเรือนและผลิตภัณฑ์ technical products (Oyen and Dung, 1999) ใช้เป็นวัตถุดิบหรือสารเริ่มต้นในการผลิตไอโอโนนและวิตามินเอ ทั้งนี้เพราะซิตรอนที่พบในน้ำมันหอมระเหยของตะไคร้สามารถเปลี่ยนแปลงเป็นเบต้า-ไอโอโนนได้ ซึ่งสารนี้จะนำไปใช้เป็นสารเริ่มต้นในการสังเคราะห์วิตามินเอต่อไป (บัญญัติ, 2527) สาร d- citronellal จากน้ำมันซึ่งมีการนำไปเป็น 1-metanol หรือ hydroxycitronellal สารชนิดหลังใช้ใน floral และ non-floral fragrances (กลิ่น lily of the valley) สาร geraniol ในน้ำมันตะไคร้หอม ในบางครั้งนำไปเปลี่ยนเป็น citronellal และในรูปของ ester ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักและเป็น modifiers ของ floral fragrances ตามลำดับในตำรับยาพื้นบ้านใช้ใบตำละเอียดรักษาแผลสดและแผลถลอก น้ำสกัดจากใบใช้รักษาอาการผิดปกติภายในและเป็นยาถ่ายพยาธิตลอดจนเป็นยาฝาดสมานอย่างอ่อนและยาเจริญอาหาร ในไทยมีการใช้น้ำมันตะไคร้หอมที่ได้จากการสกัดอย่างหยาบๆ ผสมกับใบสะเดาและเหง้าข่าเป็นสารกำจัดแมลงจากพืชในการปลูกผักและในสวนส้ม ในบางครั้งมีการปลูกตะไคร้หอมเพื่อป้องกันการพังทลายของดินและใช้เป็นวัสดุคลุมดิน

คุณสมบัติ ใบตะไคร้หอมมีน้ำมัน 0.25-1.30% น้ำมันที่สกัดได้เกือบไม่มีสีหรือมีสีเหลืองอ่อนๆ top notes มีกลิ่น fresh และ sweet rosy และ body note มีกลิ่น notes of rose และ lemon และ dry-out มีกลิ่น sweet, somewhat woody ไม่มีกลิ่น camphene-borneol notes ซึ่งเป็นคุณลักษณะของ Ceylon citronella oil องค์ประกอบหลักทางเคมีใน Java citronella oil ได้แก่ ซิโตรเนลลาล, เจอรานิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออล, อิลีมอล, เบต้า-อิลีมีน, เจอรานิลอะซีเตต, ลิโมนีน, ซิโตรเนลลิลอะซีเตตและยูจีนอล องค์ประกอบทางเคมีที่พบจะเปลี่ยนไปตามอายุของใบ (Oyen and Dung, 1999)

น้ำมันหอมระเหย (Essential oil หรือ Volatile oil) จัดเป็นสารอินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบของพืช ส่วนที่มีกลิ่นอยู่ในเซลล์หรือในต่อมเฉพาะ เช่น oil glands, veins, oil sacs, glandular hairs เป็นต้น พืชสร้างน้ำมันหอมระเหยไว้ในเซลล์พิเศษ ในผนังเซลล์ ในต่อมหรือท่อภายในพืชเพื่อทำหน้าที่หลายอย่าง เช่น เป็นเกราะป้องกันการระเหยของน้ำ (ในกรณีที่สภาพของอากาศแห้งแล้ง) การไล่แมลงที่เป็นศัตรูและล่อแมลงให้ช่วยผสมเกสร (ประเทืองศรี, 2543) น้ำมันหอมระเหยพบในส่วนต่างๆ ของพืชทั้งในลำต้น ใบ ดอก ผล เมล็ด และราก มีลักษณะเป็นของเหลวใส ไม่มีสีหรือมีสีอ่อนๆ มีกลิ่นเฉพาะตัว ระเหยได้ง่ายที่อุณหภูมิปกติ เบากว่าน้ำ เมื่อได้รับความร้อนน้ำมันจะระเหยได้ดียิ่งขึ้น พืชแต่ละชนิดมีปริมาณและองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยแตกต่างกัน แม้แต่ในพืชชนิดเดียวกัน องค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยมีความแตกต่างกันอาจเนื่องมาจากแหล่งกำเนิดทางภูมิศาสตร์ สถานที่ปลูก สิ่งแวดล้อม ฤดูกาล ความแก่ของพืช เทคนิคการสกัด เป็นต้น ขณะที่พืชเจริญเติบโตส่วนประกอบและลักษณะของน้ำมันหอมระเหยมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ผลผลิตที่ได้ในเวลาของวันที่ต่างกันแค่วันเดียวอาจจะมีคุณภาพที่ต่างกัน (Guenther, 1975)

การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืช (วันทนี, 2542)

พืชหอม สมุนไพรและเครื่องเทศ ประกอบด้วยสารองค์ประกอบที่เป็นน้ำมันระเหยง่าย ซึ่งเรียกว่าน้ำมันหอมระเหยหรือน้ำมันระเหยง่ายเป็นสารสำคัญของผลิตภัณฑ์น้ำหอม เครื่องสำอาง ยา และเภสัชภัณฑ์ ใช้แต่งกลิ่นแต่งรสอาหาร ยา ตลอดจนเครื่องอุปโภคบริโภค

คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันหอมระเหย คือ ระเหยได้ที่อุณหภูมิปกติ เป็นสารใส ส่วนใหญ่ไม่มีสี มีกลิ่นเฉพาะแสดงค่าดัชนีหักเหของแสงที่เป็นค่าเฉพาะของตัว เป็นสาร Optically active มีจุดเดือดอยู่ในช่วง 150-300°C สามารถแยกออกจากพืชโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ (Steam distillation) การสกัดแยกโดยใช้ตัวทำละลาย (Extraction) การบีบหรือการอัด (Expression-Ecuelle Method) ตลอดจน Enfleurage ที่ใช้เตรียมพวก Pomade

องค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหย ส่วนใหญ่ประกอบด้วยสารไฮโดรคาร์บอน ที่เรียกว่าเทอร์ปีน (Terpene) Wallach จัดแบ่งสารเทอร์ปีนและอนุพันธ์เป็นกลุ่มต่าง ๆ ดังนี้

เฮมิเทอร์ปีน(C_5H_8) และอนุพันธ์

โมโนเทอร์ปีน ($C_{10}H_{16}$) และอนุพันธ์ มีจุดเดือดระหว่าง 140°-180°C

เสสควิเทอร์ปีน ($C_{15}H_{24}$) และอนุพันธ์ มีจุดเดือดเหนือ 200°C

องค์ประกอบที่เป็นเทอร์ปีนทั้ง 3 กลุ่มนี้ระเหยออกมาได้พร้อมไอน้ำ เป็นองค์ประกอบสำคัญของน้ำมันหอมระเหย รวมทั้งพวก Phenyl propane compounds

ไดเทอร์ปีน($C_{20}H_{32}$) และอนุพันธ์ มีจุดเดือดประมาณ 300°C

ไตรเทอร์ปีน ($C_{30}H_{48}$)

เอกสารนี้ใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบที่เป็นเทอร์ปีน 2 กลุ่มนี้ ระเหยออกมากับไอได้น้อย ไดเทอร์ปีน ไตรเทอร์ปีน ยังเป็นองค์ประกอบสำคัญที่พบได้ในสารประเภทบาลซั่ม (Balsam) และเรซิน (Resins) ส่วนโพลีเทอร์ปีน $(C_{10}H_{16})_n$ พบได้ในสารประกอบประเภทขี้ผึ้ง (Wax) และยาง (Rubber)

สารแสดงกลิ่นเฉพาะ ที่ปรากฏของแต่ละชนิดของน้ำมันหอมระเหยเป็นสารอนุพันธ์ของสารเทอร์ปีนที่มี O_2 ได้แก่ พวกแอลกอฮอล์ อัลดีไฮด์ คีโตน น้ำมันหอมระเหยบางชนิดจะประกอบด้วยสารพวกเอสเทอร์ ฟีนอล อีเทอร์และเพอรอคไซด์

วิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหย

การที่จะได้น้ำมันหอมระเหยไม่ใช้ทำได้โดยง่ายในทันที แม้พืชจะสร้างน้ำมันและเก็บไว้ในส่วนต่างๆ แต่กรรมวิธีที่จะได้มาซึ่งน้ำมันหอมระเหยจะต้องผ่านกรรมวิธีที่เรียกว่า "การสกัด" ซึ่งสามารถทำได้ 5 วิธี คือ

1. การกลั่น เป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เพราะเป็นวิธีที่ประหยัดและสูญเสียน้ำมันเพียงเล็กน้อย วิธีกลั่นทำได้ไม่ยากเพียงใส่ใบพืชหรือส่วนอื่นๆ ของพืชลงในหม้อกลั่นที่มีน้ำอยู่แล้วต้มให้น้ำกลายเป็นไอ น้ำมันหอมระเหยก็จะถูกปล่อยออกมากับไอน้ำผ่านไปตามท่อที่ทำให้ไอน้ำเย็นตัวลงกลายเป็นของเหลว ในส่วนของหอกลั่นจะได้น้ำมันที่ลอยแยกชั้นอยู่กับน้ำหรือข้างล่างแล้วแต่คุณสมบัติของน้ำมันนั้นๆ จากนั้นทำการแยกน้ำมันออกมาไว้ใช้ ส่วนน้ำที่ออกมาจากการกลั่นจะยังคงมีกลิ่นหอม สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อีก เช่น ผสมในเครื่องสำอาง

2. การสกัดด้วยน้ำมันพืชหรือน้ำมันสัตว์ เป็นวิธีที่ใช้กันตั้งแต่โบราณ ใช้กับน้ำมันหอมระเหยที่ระเหยง่ายเวลากลั่นด้วยไอน้ำ วิธีนี้จะใช้เวลานาน เพราะต้องแช่พืชไว้ในน้ำมันหลายวัน น้ำมันจะช่วยดูดเอากลิ่นออกมา วิธีนี้ใช้ในการสกัดน้ำมันดอกมะลิ ดอกกุหลาบ น้ำมันไพล เป็นต้น

3. การสกัดด้วยสารเคมี วิธีนี้จะได้น้ำมันหอมระเหยที่มีความเข้มข้นสูง แต่คุณภาพไม่ดี เนื่องจากจะมีสารอื่นปะปนออกมาด้วย การสกัดแบบนี้จะได้น้ำมันหอมระเหยที่เรียกว่า absolute oil วิธีนี้จะใช้กับพืชสมุนไพรที่ทนความร้อนสูงไม่ได้ เช่น มะลิ หลังจากสกัดต้องระเหยสารละลายที่ใช้เป็นตัวสกัดออกให้หมด ซึ่งสารละลายที่นิยมใช้เป็นตัวสกัดคือ แอลกอฮอล์

4. การคั้นหรือบีบ วิธีนี้จะทำให้น้ำมันที่อยู่ในเปลือกของผลไม้ เช่น เปลือกพืชตระกูลส้มออกมา แต่น้ำมันหอมระเหยที่ได้จะมีปริมาณน้อยและไม่บริสุทธิ์

5. การสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เหลว โดยการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เหลวที่ความดันสูงผ่านพืชสมุนไพร ซึ่งวิธีนี้มีต้นทุนการผลิตที่สูง แต่จะได้น้ำมันหอมระเหยที่มีคุณภาพดีและมีความบริสุทธิ์สูง

หลักในการกลั่นน้ำมันหอมระเหย

หลักการในการกลั่นน้ำมันหอมระเหยคือ ใช้น้ำผลิตไอ ซึ่งไอน้ำนี้จะเป็นตัวดึงและพาสารอินทรีย์ที่ระเหยได้นั้นก็คือ น้ำมันหอมระเหยซึ่งจะออกมาจากพืชพร้อมกับไอน้ำ จากนั้นไอน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ผ่านออกมาจะถูกทำให้เย็นในเครื่องควบแน่น ได้เป็นของเหลวที่มีน้ำและน้ำมันหอมระเหยปะปนกันอยู่ โดยปกติน้ำมันหอมระเหยจะลอยอยู่เหนือน้ำ จากนั้นจึงทำการแยกน้ำออกจากน้ำมัน

สิ่งจำเป็นที่จะต้องมีในการสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธีการกลั่นก็คือ "ชุดกลั่น" ซึ่งมีส่วนประกอบพื้นฐาน 2 ส่วน คือ

- หม้อกลั่น เพื่อใช้ในการให้ความร้อนแก่พืช
- เครื่องควบแน่น เพื่อให้ไอน้ำของน้ำมันหอมระเหยกลั่นตัวเป็นของเหลว

ชุดกลั่นน้ำมันหอมระเหยโดยทั่วไป จึงมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน แต่จะแตกต่างที่วิธีการให้ความร้อนแก่พืชที่จะถูกกลั่นในหม้อกลั่น ซึ่งทำได้ 3 วิธี คือ

1. การกลั่นด้วยไอน้ำร้อน พืชทั้งหมดจะแช่อยู่ในหม้อกลั่นและจะถูกต้มไปพร้อมๆ กับน้ำ ถึงแม้วิธีการนี้จะเป็นวิธีที่ง่าย แต่มีข้อควรระวังก็คือ พืชจะได้รับความร้อนไม่สม่ำเสมอ ตรงกลางมักได้รับความร้อนมากกว่าด้านข้าง ซึ่งอาจจะทำให้พืชไหม้ กลิ่นไหม้ก็จะปนออกมากับน้ำมันหอมระเหย ซึ่งอาจจะแก้ไขด้วยการใช้เตาให้ความร้อนรูปทรงกลม

2. การกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ พืชจะไม่โดนน้ำในขณะต้มพืชจะถูกแยกส่วนจากน้ำด้วยตะแกรงรองให้อยู่เหนือระดับน้ำในหม้อ เมื่อน้ำถูกต้มจนเดือด ไอน้ำจะลอยตัวขึ้นผ่านพืชที่ถูกสกัด วิธีการนี้จะทำให้ได้น้ำมันคุณภาพดีกว่าวิธีการแรกเป็นวิธีการที่สะดวกและใช้กันอย่างกว้างขวาง

3. การกลั่นด้วยไอน้ำ วิธีการนี้พืชจะถูกวางไว้บนตะแกรงในหม้อกลั่นเหมือนกับวิธีที่สอง แต่น้ำจะถูกต้มให้เดือดในหม้อต้มอีกใบหนึ่งที่แยกต่างหาก ไอน้ำจากน้ำต้มเดือดจะถูกส่งผ่านมาตามท่อที่ต่อกับด้านล่างของหม้อบรรจุพืชเพื่อให้ไอน้ำลอยผ่านตะแกรงไปยังพืชที่จะถูกสกัดน้ำมันหอมระเหย วิธีการนี้เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพดีกว่า ได้น้ำมันปริมาณมากกว่า แต่อาจจะไม่ค่อยสะดวกเพราะมีขั้นส่วนเพิ่มขึ้น

การตรวจสอบความบริสุทธิ์ของน้ำมันหอม (Oyen and Dung, 1999)

ในช่วง 2-3 ทศวรรษก่อนหน้านี้มีการคมกลิ่น การตรวจวัดคุณสมบัติทางกายภาพและการวิเคราะห์ทางเคมี 2-3 ชนิด เป็นวิธีการหลักที่ใช้ในการตรวจสอบความหนาแน่น ความบริสุทธิ์และการเป็นสารธรรมชาติของน้ำมันหอม การพัฒนา capillary gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS) สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการเพิ่มพูนความรู้ด้านองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมอย่างมาก ปัจจุบันสามารถตรวจสอบและจำแนกชนิดของสารในความเข้มข้นต่ำถึง 1 ppb (part per billion) ทำให้สามารถจำแนกน้ำมันหอมบริสุทธิ์จากธรรมชาติและน้ำมันที่ซึ่งมีการปรุงแต่งจากการที่ขั้นตอนของการสังเคราะห์สารประกอบและผลพลอยได้จากกระบวนการนี้เป็นที่รู้จักกว้างขวาง การตรวจพบสารเหล่านี้ในน้ำมันหอมสามารถนำมาใช้ในการตรวจสอบการปลอมปนได้

การพัฒนาทางเคมีวิทยาของ optical isomers มีผลในการเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจสอบชนิดของสารที่มีการนำมาใส่ในน้ำมันหอม สารที่ไม่สมมาตรและเป็น optically active compounds ส่วนมากในน้ำมันหอมจากธรรมชาติมีเพียง single isomer หรือมี isomer ทั้ง 2 รูปแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในอัตราส่วนที่อาจจะมีค่าผันแปรเพียงเล็กน้อยเท่านั้น การเติมสารที่ได้จากน้ำมันหอมชนิดอื่นมักจะทำให้อัตราส่วนนี้เปลี่ยนไป จากการที่สารที่ได้จากการสังเคราะห์มี optically active น้อยมาก ทำให้สามารถตรวจสอบการปลอมปนได้ง่าย

วิธีการใหม่ล่าสุดที่ใช้ในการตรวจสอบคุณลักษณะของสาร ได้แก่ วิธีการที่อาศัย deuterium nuclear magnetic resonance spectroscopy ไฮโดรเจนที่มีอยู่ตามธรรมชาติในอัตราส่วนเล็กน้อยอยู่ในรูปของ ^{2}H หรือ deuterium วิธีการ NMR สามารถศึกษา Magnetic resonance ของแต่ละแขนของอะตอมในโมเลกุล ซึ่งพบว่า ^{2}H มีการกระจายตัวไม่สม่ำเสมอในแขนของโมเลกุล จากการที่ลักษณะการกระจายตัวขึ้นอยู่กับแหล่งที่มาของโมเลกุล ทำให้สามารถตรวจสอบได้ยกตัวอย่างเช่น การตรวจสอบว่าสารอนีทอล (anethol) ได้มาจาก star anise, เอสทรากอล (estragol) หรือ ปิโตรเลียม

วิธีการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของสารหอมจากธรรมชาติ

คุณลักษณะ (และทำให้เกิดความยุ่งยาก) ในการวิเคราะห์สารหอมจากธรรมชาติ ได้แก่

- มีองค์ประกอบจำนวนมาก น้ำมันหอมอาจจะมีสารต่างๆ เป็นองค์ประกอบนับร้อยชนิด
- มีสูตรโครงสร้างของสารหลากหลาย มีจำนวนสารโมโนเทอร์พีนส์, เซสควิเทอร์พีนส์ และสารที่มีความสัมพันธ์กับสารเฟนนิลโปรพานอยด์ (related phenylpropanoids) จำนวนรวมกันหลายพันชนิด รวมทั้งสารอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกันอีกมาก
- สารประกอบที่คล้ายคลึงกันในปริมาณเล็กน้อย โดยในส่วน 1-2% ของผลิตภัณฑ์ตามธรรมชาติประกอบด้วยสารต่างๆ หลายร้อยชนิด ซึ่งอาจจะจำแนกอยู่ในกลุ่มต่างกัน
- ความเป็นไปได้ในการที่มีสารประกอบแต่ละตัวมีอยู่ในปริมาณน้อยมาก ความเข้มข้นของสารเบต้า-ไอโอโนนส์ในน้ำที่สามารถตรวจสอบได้ที่ระดับความเข้มข้น 0.007 ppb หรือ 7.10^{-12} ต่อกรัมของน้ำ

ความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วใน chromatographic และ spectroscopic analysis methods ทำให้มีการปฏิวัติความรู้เกี่ยวกับน้ำมันหอม อย่างไรก็ตามในบางกรณีความรู้เหล่านี้ยังไม่เพียงพอโดยที่ประสาทสัมผัสกลิ่นของมนุษย์ยังคงมีความรู้สึกมากกว่า

วิธีการแยกสารออกจากสารประกอบที่เก่าแก่ที่สุดน่าจะเป็นวิธีทางเคมี การสกัดน้ำมันหอมโดยใช้สารที่มีคุณสมบัติเป็นกรดหรือด่างละลายในน้ำสามารถใช้ในการสกัดแยกส่วนที่เป็นสารพื้นฐาน กรดและฟีนอลส์ออกมาได้ สามารถแยกสารประกอบคาร์บอนิลออกมาโดยการเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของเกลือไฮโดรโซเนียมที่ละลายน้ำได้ การเปลี่ยนสารแอลกอฮอล์ให้ไปอยู่ในรูปของเอสเทอร์เป็นอีกวิธีหนึ่ง อย่างไรก็ตามวิธีการทางเคมีที่ใช้ในการแยกสารมีข้อจำกัดเช่นกัน คือต้องการวัตถุดิบในปริมาณมากและอาจจะเกิดโดยอาจทำให้เกิดสารที่ไม่มีตามธรรมชาติ และวิธีการแยกนี้อาศัยคุณสมบัติทางเคมีเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแยกสาร โดยวิธีทางกายภาพ อาศัยความแตกต่างทางคุณสมบัติทางกายภาพของสารในส่วนผสม : ความหนาแน่น ความดันไอและการละลาย วิธีการอย่างหนึ่งที่นิยมใช้โดยทั่วไปได้แก่ การกลั่นแบบแยกส่วน (fractional distillation) ผลการพัฒนาล่าสุดสามารถแยกส่วนผสมในปริมาณเพียงเล็กน้อยออกเป็นสารที่เป็นองค์ประกอบหลายชนิด วิธีการกลั่นได้ผลดีในสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำและมีความดันไอสูง สารที่หนักต้องการอุณหภูมิกลั่นสูงกว่าซึ่งทำให้มีความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงเมื่อได้รับความร้อนสูง

วิธีการที่ใช้โดยทั่วไปในการแยกสารในส่วนผสมในการวิเคราะห์น้ำมันหอม ได้แก่ capillary gas chromatography โดยการทำให้ตัวอย่างน้ำมันปริมาณเล็กน้อยเกิดการระเหยผ่านไอระเหยไปตามท่อขนาดเล็กมากโดยใช้ก๊าซเฉื่อย เช่น ก๊าซไนโตรเจน โดยมีการควบคุมอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นท่อดังกล่าวผลิตจากวัสดุเฉื่อย เช่น ซิลิก้า เคลือบด้วยสารดูดซับชนิดพิเศษบางๆ ซึ่งจะละลายสารที่ระเหยผ่านมา การแยกสารอาศัยหลักความแตกต่างในการละลายในสารดูดซึม มีผลต่อความเร็วในการเคลื่อนที่ผ่านท่อ เครื่องตรวจวัดที่ติดตั้งอยู่ในส่วนปลายของหลอดบันทึกคุณลักษณะของสารแต่ละตัวที่ผ่านออกมาจากหลอด มีการรายงานผลเป็นภาพโครมาโตแกรม ซึ่งสามารถนำไปจำแนกชนิดและคำนวณปริมาณที่มีอยู่ได้

วิธีการวิเคราะห์

Capillary gas chromatography ตามปกติจะเชื่อมต่อกับ mass spectrometry และ infrared spectrometry สารที่แยกออกมาจากส่วนผสมเข้าสู่ spectrometer ทีละชนิด ทำให้สามารถวิเคราะห์สารแต่ละชนิดได้

ใน gas phased spectrometry แสงอินฟราเรดส่องผ่านไปยังตัวอย่างที่ระเหยกลายเป็นไอและทำการตรวจวัดการดูดซับแสง ปริมาณของการดูดซับขึ้นอยู่กับธรรมชาติของแสงและความยาวคลื่นแสง ผลการวิเคราะห์ได้ absorption spectrum ที่เป็นลักษณะเฉพาะของสารที่ทดสอบการจำแนกชนิดของสาร โดยการเปรียบเทียบกับผลที่ได้ในสารมาตรฐาน

ใน mass spectrometer มีการ bombarded สารที่นำมาทดสอบด้วย high-energy electrons ทำให้เกิดการแตกตัวของโมเลกุลบางส่วนและมีการ ionized ของโมเลกุลทั้งหมดและชิ้นส่วนของโมเลกุล ทำการบันทึกมวลและ electric chargeและions ที่เกิดขึ้นนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลอ้างอิงในคอมพิวเตอร์เพื่อทราบต้นกำเนิดของโมเลกุล ในกรณีที่ไม่สามารถระบุชนิดของสาร โดยตรงจากข้อมูลอ้างอิงก็สามารถวินิจฉัยโดยการรวบรวมข้อมูลจากชิ้นส่วนของโมเลกุลต่างๆ ที่แตกตัวออกมา

การใช้ NMR spectroscopy ทำให้ได้ข้อมูลของสารเพิ่มขึ้น nuclear magnetic resonance เป็น interference ระหว่างสนามแม่เหล็กภายนอกและสนามแม่เหล็กภายในซึ่งเกิดขึ้นจากนิวเคลียสของโมเลกุลบางตัว ค่า interference ได้รับผลกระทบจากตำแหน่งของอะตอมในโมเลกุล เช่น ในเอธานอล มีแขนของไฮโดรเจนอะตอมแตกต่างกัน 3 แบบ แต่ละอันมี magnetic resonance เฉพาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใน NMR spectroscopy มีการบันทึกค่า resonance spectrum ใน spectrum ดังกล่าวนี้ พันธะไฮโดรเจนที่แตกต่างกันทั้งหมดแสดงไว้ในยอดแหลมของกราฟแต่ละอัน ลักษณะของยอดแหลมของกราฟของสารที่นำมาทดสอบสามารถตรวจสอบกับข้อมูลอ้างอิงได้ ถ้ายังไม่สามารถจับคู่กับข้อมูลอ้างอิงที่มีอยู่ข้อมูลที่ได้ร่วมกับผลของ mass spectrometer analysis สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการวินิจฉัยคุณสมบัติทางเคมีของสาร

การพัฒนาแนวทางการใช้ประโยชน์น้ำมันหอมใหม่ๆ จัดเป็นหัวข้องานศึกษาวิจัยพิเศษการใช้สารจากพืชรวมทั้งน้ำมันหอมในการควบคุมโรคพืชจัดว่ามีความสำคัญเพิ่มมากขึ้น น้ำมันหอมจาก *Mentha xpiperta* L. และพืชหลายชนิดในสกุล *Cymbopogon* spp. มีการนำมาทดสอบในการควบคุมและทำลายเชื้อรา *Helminthosporium oryzae* ซึ่งเป็นเชื้อสาเหตุของโรคใบจุดทำความเสียหายรุนแรงในนาข้าวและจากพื้นฐานของการใช้ประโยชน์พืชที่ให้กลิ่นหอมแบบพื้นบ้านมีการทดสอบการใช้น้ำมันหอมในการป้องกันและควบคุมแมลงศัตรูพืชใน 3 แนวทางคือ : เป็นสารที่มีผลต่อการกินอาหาร เป็นสารฮอร์โมนที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของแมลงและเป็นสารป้องกันและกำจัดแมลง(Oyen and Dung, 1999)

น้ำมันหอมระเหยและส่วนประกอบต่างๆ จะเป็นที่รู้จักในบทบาทเป็นส่วนประกอบในอาหารและส่งกลิ่นหอมในทางอุตสาหกรรม น้ำมันหอมระเหยมีบทบาทเป็นตัวปกป้องพืช นั่นคือเป็นส่วนประกอบของสารฆ่าแมลง สารกำจัดศัตรูพืช และสารกำจัดวัชพืช ซึ่งก็มีคุณสมบัติในการจัดการโรคที่เป็นอันตรายต่อพืช แมลง สัตว์ และวัชพืช (Isman, 1999; Kohli, 1998; Romagni *et al.*, 2000) monoterpene สารเคมีที่เป็นองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหย ได้มีรายงานเปรียบเทียบ 1,4-cineole และ 1,8- cineole ซึ่งแสดงการเป็นพิษต่อวัชพืช 2 ชนิด คือ *Echinochloa cruss-galli* และ *Cassia obtusifolia* (Romagni *et al.*, 2000) และ (Kohli *et al.*, 1982) แสดงให้เห็นถึงน้ำมันหอมระเหยของ *Eucalyptus* sp. มีคุณสมบัติในการจัดการกับ Ragweed parthenium (*Parthenium hysterophorus*) การศึกษาการดำเนินการตรวจสอบผลกระทบที่เป็นพิษของน้ำมันหอมระเหย monoterpene 2 ชนิด คือ cineole และ citronellol ที่กระทำต่อวัชพืช *Ageratum conyzoides* วัชพืชร้ายแรงของทางเหนือในประเทศอินเดียจะทำให้เกิด surface-cleaned และ air-dried ต่อวัชพืชชนิดนี้ (Sing *et al.*, 1999) มีการเสนอการศึกษาเกี่ยวกับสาร cineole และ citronellol ซึ่งสารทั้งสองชนิดจะมี Phyttoxicity มากมายและต้านวัชพืช พืช cineole จะยับยั้งมากกว่า citronellol เพราะฉะนั้น monoterpene สามารถนำมาใช้ประโยชน์เพื่อจุดประสงค์ในการจัดการวัชพืช และยังมีผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติอื่นๆ เช่น artemisinin และ altanthone (Duke and Lydon, 1987; Heisey, 1996) น้ำมันหอมระเหยจากธรรมชาติมีคุณสมบัติในการกำจัดวัชพืช ทั้งนี้อาจเกิดจากน้ำมันหอมระเหยสามารถละลายในน้ำได้บางส่วน (Muller, 1965) นอกจากนี้น้ำมันหอมระเหยยังสามารถเตรียมโครงสร้างสำหรับการสังเคราะห์สารเคมีอีกด้วย เช่น cinmethylin (SD 95481) มีการทดสอบกับวัชพืชที่ควบคุม ในพืชหลายชนิด (May *et al.*,1985) นอกจากนี้ นงลักษณ์ (2547) ได้ทำการศึกษาผลของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเปลือกผลมะกรูด ส้มโอและส้มจี๊ด ต่อการงอกของต้นกล้าพืช 2 ชนิด ได้แก่ ผักกาดหัว และ หญ้าข้าวนก ผลปรากฏว่า น้ำมันหอมที่อัตราความเข้มข้น 10.0 µl มีผลในการยับยั้งการงอกของเมล็ดผักกาดหัวโตยมีการงอก 22.5 , 70 และ 65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนเมล็ดหญ้าข้าวนก พบว่าเมื่อความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยมีปริมาณเพิ่มขึ้นการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกจะลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์ที่ใช้ทำการทดลอง

เมล็ดผักกาดหัว (Chinese radish ; *Raphanus sativus* L. var. *longipinnatus*), ใบตะไคร้หอมสด, จานเพาะเมล็ดขนาด 9 เซนติเมตร, ผงวุ้น(Agar-agar powder), Sealing film, น้ำกลั่นหรือน้ำกรอง, ไมโครปิเปต, กระบอกตวงและบีกเกอร์, เครื่องชั่งดิจิตอล ทศนิยม 2 ตำแหน่ง, เครื่องชั่ง, ตะกร้าพลาสติก,แท่งแก้ว, Hot plate, ปากคีบ, ชุดเครื่องกลั่นแก้วมาตรฐาน, ขวดแก้วขนาดเล็ก, กล้องถ่ายภาพ และแผ่นป้าย,ไม้บรรทัด

วิธีการทดลอง แบ่งเป็นการทดลอง 2 ลักษณะดังนี้

1. การศึกษาระยะเวลาของประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหยจากใบตะไคร้หอม ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและที่เก็บรักษาในตู้เย็นต่อการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดผักกาดหัว

1.1 การวางแผนการทดลอง

ทำการทดสอบกับเมล็ดผักกาดหัว โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Desing (CRD) ประกอบด้วย 4 วิธีการ จำนวน 4 ซ้ำ โดยมีกรรมวิธีดังนี้ คือ น้ำมันหอมระเหยจากใบตะไคร้หอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิเย็น ปริมาณ 2.5, 5.0 และ 10.0 ไมโครลิตรต่อจานทดลอง เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้หยดสาร

1.2 การกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากใบตะไคร้หอม

นำใบตะไคร้หอมที่ตัดจากแปลงมาล้างให้สะอาด จากนั้นนำมาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ความยาวประมาณ 1 นิ้ว ทำการชั่งน้ำหนักก่อนใส่ลงหม้อกลั่น โดยจะใส่ใบตะไคร้หอมสดครั้งละ 350 กรัม ต่อน้ำ 2500 มิลลิลิตร ใช้เวลาในการกลั่นประมาณ 3 ชั่วโมง ก็จะได้น้ำมันหอมระเหยจากใบตะไคร้หอม ทำการกลั่นซ้ำเช่นนี้ จนได้น้ำมันหอมครบ 5 มิลลิลิตร แบ่งน้ำมันหอมที่ได้ออกเป็น 2 ส่วนเท่ากัน ใส่ในขวดแก้วปิดฝาให้สนิท ขวดหนึ่งเก็บที่อุณหภูมิห้อง อีกขวดเก็บไว้ในตู้เย็น ทำการทดสอบการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้าพืชทุกๆ 2 อาทิตย์

1.3 การเตรียมจานเพาะเมล็ด

ใช้วุ้น 0.5% ในการทดลองแต่ละครั้ง ใส่วุ้น 3.50 กรัมต่อน้ำ 700 มิลลิลิตร ต้มจนเดือดให้วุ้นละลายให้หมดจากนั้นเทวุ้นที่ต้มแล้วลงในจานเพาะเมล็ดขนาด 9 เซนติเมตร 15 มิลลิลิตรต่อ 1 จานเพาะ ทิ้งไว้จนวุ้นแข็งตัวจากนั้นทำการเจาะรูตรงกลางวุ้นเพื่อหยดน้ำมันหอม เป็นการป้องกันไม่ให้น้ำมันหอมที่หยดกระจายตัวไปบนผิววุ้น

1.4 การทดสอบผลของน้ำมันหอมระเหยจากใบตะไคร้หอม

ทำการคัดเลือกเมล็ดพืชทดสอบที่มีความสมบูรณ์และสม่ำเสมอกัน นำมาทดสอบในจานเพาะที่เตรียมไว้ โดยใช้เมล็ดพืชทดสอบ 20 เมล็ด เรียงเป็น 2 วง ซ้อนกันต่อ 1 จาน โดยวาง

ลิขสิทธิ์นี้เป็นของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ห้ามมิให้ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมล็ดบนวุ้นในจานเพาะรอบๆ รูที่เจาะไว้ จากนั้นนำน้ำมันหอมระเหยที่จะทดสอบมาหยดลงไปในรูที่เจาะเตรียมไว้ด้วยไมโครปิเปต ปริมาณ 2.5 , 5.0, 10.0 ไมโครลิตร ระดับละ 4 จานเพาะ (ทำแบบเดียวกันนี้กับกลุ่มที่ไม่ได้หยดสารเพื่อเอาไว้เปรียบเทียบ แต่ไม่ต้องเจาะรูตรงกลางวุ้น) แล้วจึงปิดฝาครอบ นำพาราฟิล์มมาซีนรอบๆ รอยต่อระหว่างฝาครอบและจานเพาะให้สนิทเพื่อป้องกันน้ำมันหอมระเหยระเหยออกมา ควรทำให้เสร็จทีละจานเพาะ

2. การส่งตัวอย่างน้ำมันหอมระเหยจากใบตะไคร้หอมตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารด้วยวิธีการ GC-MS (Gas chromatography - mass spectrometry)

การส่งตัวอย่างเข้าตรวจวัดปริมาณสารด้วยวิธีการ Gas chromatography - mass spectrometry เริ่มทำตั้งแต่การกลั่นน้ำมันตะไคร้หอมสดในครั้งแรก (PR.1) ดูปริมาณสารเริ่มต้นว่ามีปริมาณมากน้อยเท่าใด จากนั้นจะทำการตรวจอีกครั้งเมื่อระยะเวลาผ่านไปทุก 1 เดือน โดยทำการส่งตัวอย่างทั้ง 2 สภาวะ ได้แก่ น้ำมันตะไคร้หอมที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง (PR.2) และ น้ำมันตะไคร้หอมที่เก็บที่อุณหภูมิตู้เย็น (PR.3) นำผลที่ได้ทำการคำนวณพื้นที่ใต้กราฟที่ได้เพื่อหาเปอร์เซ็นต์สารต่างๆ เหลืออยู่

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Sirichai

ระยะเวลาดำเนินการทดลอง

ธันวาคม 2548 – มีนาคม 2549

สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

1. ผลของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากใบตะไคร้หอม ต่อการงอกของเมล็ดผักกาดหัว

จากการศึกษาระยะเวลาของประสิทธิภาพร่วมกับอุณหภูมิในการเก็บรักษาน้ำมันหอมระเหยจากใบตะไคร้หอม ที่ระดับความเข้มข้น 2.50, 5.00 และ 10.00 ไมโครลิตร ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดผักกาดหัว เปรียบเทียบกับการเพาะในวุ้นธรรมดา พบว่า หลังจากทำการทดลองได้ 11 สัปดาห์ น้ำมันหอมระเหยทั้ง 2 สภาวะ คือ น้ำมันตะไคร้หอมที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องและที่เก็บไว้ในตู้เย็น ยังคงมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเมล็ดผักกาดหัวได้ไม่แตกต่างกัน จากตารางที่ 6 จะเห็นได้ว่า เมล็ดที่เพาะในวุ้นที่มีปริมาณน้ำมันหอม 2.50, 5.00 และ 10.00 ไมโครลิตร ไม่มีความแตกต่างกัน คือมีเปอร์เซ็นต์การงอกเป็นศูนย์ ส่วนเมล็ดที่เพาะในวุ้นธรรมดาที่มีการงอกอยู่ที่ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติกับทุกระดับความเข้มข้น ในด้านการงอกของเมล็ดหลังจากทดลอง 5 วันในสัปดาห์ที่ 11 ของการทดลองพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทั้งน้ำมันหอมที่เก็บที่อุณหภูมิห้องและเก็บในตู้เย็น จากตารางที่ 4 จะเห็นว่าสัปดาห์ที่ 11 ที่ระดับความเข้มข้น 2.50 ไมโครลิตร มีการงอกอยู่ที่ 5.98 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเมล็ดที่เพาะในน้ำมันตะไคร้หอมที่ระดับความเข้มข้น 5.00 และ 10.00 ไมโครลิตร มีการงอกเป็นศูนย์ เมื่อเปรียบเทียบกับวุ้นธรรมดาที่มีการงอกอยู่ที่ 100 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดผักกาดหัว (Percent of control) ที่เพาะในน้ำมันตะไคร้หอม หลังจากทำการทดลอง 3 วัน

		จำนวนสัปดาห์ที่ทำการทดลอง					
อุณหภูมิ	ระดับความเข้มข้น(µl)	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 9	สัปดาห์ที่ 11
เก็บที่อุณหภูมิห้อง	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	2.50	8.77	5.26	9.37	20.00	9.80	7.69
	5.00	5.26	5.26	6.25	10.00	0.00	0.00
	10.00	1.75	1.75	4.69	0.00	0.00	0.00
เก็บที่อุณหภูมิเย็น	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	2.50	5.45	5.45	6.89	6.67	9.80	3.22
	5.00	5.45	1.81	5.17	2.22	0.00	0.00
	10.00	1.81	3.63	0.00	2.22	0.00	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดผักกาดหัว (Percent of control) ที่เพาะในน้ำมันตะไคร้หอม ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ หลังจากทำการทดลอง 3 วัน

ระดับความเข้มข้น (µl)	สัปดาห์ที่1	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 9	สัปดาห์ที่ 11
0.00	100.00a	100.00a	100.00a	100.00a	100.00a	100.00a
2.50	7.11b	5.35b	8.13b	13.34b	9.80b	5.45b
5.00	5.36b	3.53b	5.17b	6.11b	0.00b	0.00b
10.00	1.78b	2.69b	2.34b	4.45b	0.00b	0.00b

ค่าเฉลี่ยจากจำนวนซ้ำ 4 ซ้ำ เปอร์เซ็นต์การงอกแต่ละสัปดาห์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 3 เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดผักกาดหัว (Percent of control) ที่เพาะในน้ำมันตะไคร้หอม หลังจากทำการทดลอง 5 วัน

		จำนวนสัปดาห์ที่ทำการทดลอง					
อุณหภูมิ	ระดับความเข้มข้น(µl)	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 9	สัปดาห์ที่ 11
เก็บที่อุณหภูมิห้อง	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	2.50	8.77	5.36	8.96	18.75	9.43	7.69
	5.00	5.26	5.36	5.97	9.37	0.00	0.00
	10.00	1.75	3.57	4.48	6.25	0.00	0.00
เก็บที่อุณหภูมิเย็น	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	2.50	5.45	1.78	6.89	6.38	9.80	4.26
	5.00	5.45	5.36	5.17	2.13	0.00	0.00
	10.00	1.81	1.78	1.72	2.13	0.00	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดผักกาดหัว (Percent of control) ที่เพาะในน้ำมันตะไคร้หอม ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ หลังจากทำการทดลอง 5 วัน

ระดับความเข้มข้น(µl)	สัปดาห์ที่1	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 9	สัปดาห์ที่ 11
0.00	100.00a	100.00a	100.00a	100.00a	100.00a	100.00a
2.50	7.11b	3.57b	7.92b	12.19b	9.62b	5.98b
5.00	5.35b	5.36b	5.57b	5.75b	0.00b	0.00b
10.00	1.78b	2.67b	3.10b	4.19b	0.00b	0.00b

ค่าเฉลี่ยจากจำนวนซ้ำ 4 ซ้ำ เปอร์เซ็นต์การงอกแต่ละสัปดาห์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 5 เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของเมล็ดผักกาดหัว (Percent of control) ที่เพาะในน้ำมันตะไคร้หอม หลังจากทำการทดลอง 7 วัน

		จำนวนสัปดาห์ที่ทำการทดลอง					
อุณหภูมิ	ระดับความเข้มข้น(µl)	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 9	สัปดาห์ที่ 11
เก็บที่อุณหภูมิห้อง	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
เก็บที่อุณหภูมิเย็น	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
73478

ตารางที่ 6 เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของเมล็ดผักกาดหัว (Percent of control) ที่เพาะในน้ำมันตะไคร้หอม ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ หลังจากทำการทดลอง 7 วัน

ระดับความเข้มข้น(µl)	สัปดาห์ที่1	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 9	สัปดาห์ที่ 11
0.00	100.00a	100.00a	100.00a	100.00a	100.00a	100.00a
2.50	0.00b	0.00b	0.00b	0.00b	0.00b	0.00b
5.00	0.00b	0.00b	0.00b	0.00b	0.00b	0.00b
10.00	0.00b	0.00b	0.00b	0.00b	0.00b	0.00b

ค่าเฉลี่ยจากจำนวนซ้ำ 4 ซ้ำ เปอร์เซ็นต์การงอกแต่ละสัปดาห์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

2. ผลความยาวต้นและความยาวรากของต้นกล้าผักกาดหัวที่เพาะในน้ำมันตะไคร้หอมหลังจากทำการทดลอง 7 วัน

ผลความยาวรากของต้นกล้าผักกาดหัวโดยเฉลี่ย 11 สัปดาห์ ของเมล็ดผักกาดหัวที่เพาะในวุ้นธรรมดา ทั้งที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องและเก็บในตู้เย็น คือ 2.97 และ 2.61 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันในทั้ง 2 สภาวะ ในด้านความยาวต้นโดยเฉลี่ย 11 สัปดาห์ ของเมล็ดผักกาดหัวที่เพาะในวุ้นธรรมดา ทั้งที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องและเก็บในตู้เย็น คือ 2.45 และ 2.55 เซนติเมตร ตามลำดับ จากตารางที่ 7 และ ตารางที่ 8 จะเห็นว่าเมล็ดผักกาดหัวที่เพาะในน้ำมันตะไคร้หอมที่ระดับความเข้มข้น 2.50, 5.00และ10.00 µl การรอดชีวิตเป็นศูนย์จึงไม่สามารถวัดความยาวต้นและความยาวรากได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ผลความยาวต้นของเมล็ดผักกาดหัวที่เพาะในน้ำมันตะไคร้หอม หลังจากทำการทดลอง 7 วัน

อุณหภูมิ	ระดับความเข้มข้น(µl)	จำนวนสัปดาห์ที่ทำการทดลอง					
		สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 9	สัปดาห์ที่ 11
เก็บที่อุณหภูมิห้อง	0.00	2.57	2.13	2.38	2.27	2.94	2.47
	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
เก็บที่อุณหภูมิเย็น	0.00	2.47	2.50	2.22	2.57	2.95	2.57
	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ 8 ผลความยาวรากของเมล็ดผักกาดหัวที่เพาะในน้ำมันตะไคร้หอม หลังจากทำการทดลอง 7 วัน

อุณหภูมิ	ระดับความเข้มข้น(µl)	จำนวนสัปดาห์ที่ทำการทดลอง					
		สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 9	สัปดาห์ที่ 11
เก็บที่อุณหภูมิห้อง	0.00	3.62	2.95	2.73	2.78	2.88	2.85
	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
เก็บที่อุณหภูมิเย็น	0.00	2.85	2.44	2.89	2.96	2.51	2.03
	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

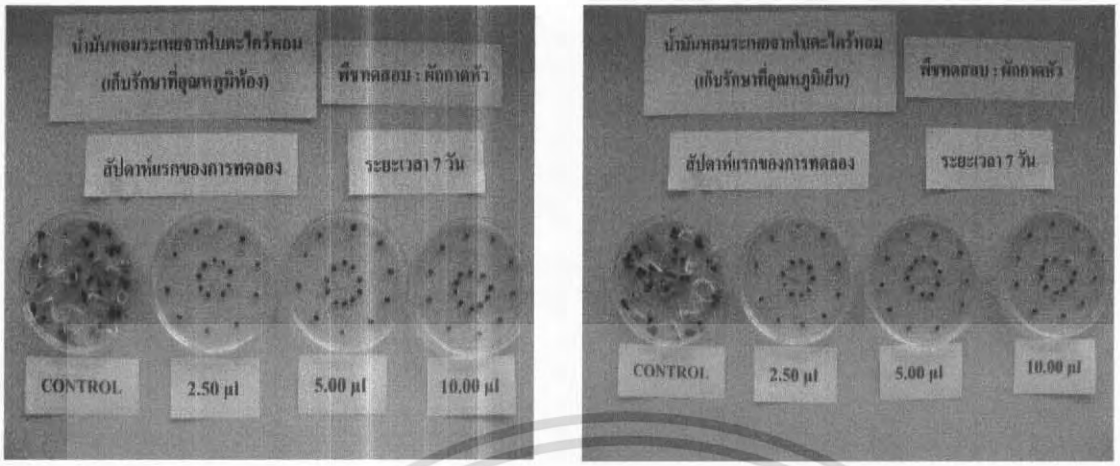
3. ผลการการวิเคราะห์ปริมาณสารด้วยวิธีการ GC-MS (Gas chromatography - mass spectrometry)

ผลการส่งตัวอย่างวิเคราะห์ปริมาณสารด้วยวิธีการ GC-MS พบว่าหลังจากกลั่น 1 เดือน น้ำมันหอมระเหยจากใบตะไคร้หอมที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง (PR.2) และเก็บในตู้เย็น (PR.3) มีเปอร์เซ็นต์สารลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันตะไคร้หอมที่กลั่นครั้งแรก(PR.1) ในการส่งผล ครั้งที่ 2 (2 เดือน) พบว่าน้ำมันหอมตะไคร้หอมที่เก็บที่อุณหภูมิห้องมีปริมาณสารบางตัวลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันหอมที่เก็บในตู้เย็นแต่ก็ไม่แตกต่างกันมากนัก ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะปริมาณสารด้วยวิธีการ GC-MS (Gas chromatography - mass spectrometry)

peak	Compound Name	PR.1	PR.2	PR.3	PR.2	PR.3
		เริ่มกลั่น	หลังกลั่น 1 เดือน		หลังกลั่น 2 เดือน	
		%	%	%	%	%
1)	6-METHYL-5-HEPTEN-2-ONE	97	95	95	87	87
2)	Octanal	57	57	58	46	78
3)	4-Nonanone	97	95	96	91	91
4)	LINALOOL	96	93	94	92	92
5)	CITRONELLA	91	88	88	88	89
6)	3-Methyl-1,4-heptadiene	98	95	97	88	86
7)	Decanal	99	98	99	69	74
8)	3,7-Dimethyl--6-oc...	96	94	95	92	93
9)	3,7-Dimethyl-2,6-octad...	90	89	90	90	84
10)	GERANIOL	81	79	82	79	77
11)	E-Citral	93	93	93	88	88
12)	cis-2,6-Dimethyl-2,6-o...	97	92	95	71	69
13)	2-Methoxy-3-(2-propeny...	99	99	99	88	89
14)	3,7-Dimethyl-2,6-octad...	95	93	94	93	92
15)	trans-Caryophyllene	99	98	96	81	81
16)	Naphthalene	98	99	98	82	82
17)	1-Hydroxy-1,7-dimethyl...	98	99	98	90	89
18)	Caryophyllene oxide	94	96	97	64	65
19)	t-Cadinol	98	99	97	87	86

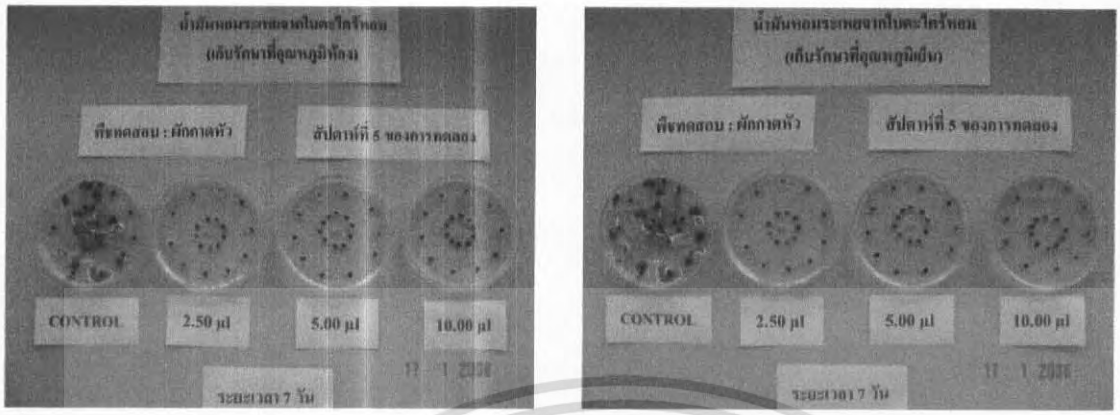
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



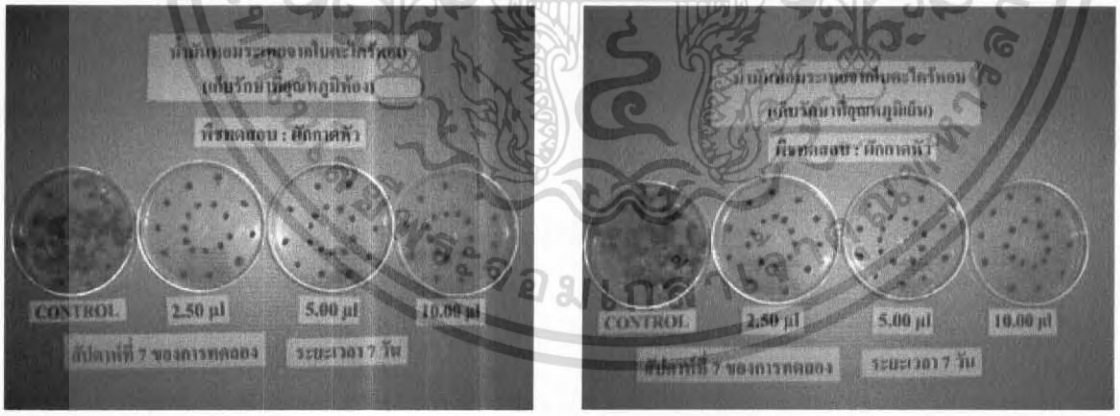
ภาพที่ 2 ผลของน้ำมันหอมตะไคร้หอมที่เก็บที่อุณหภูมิห้องและตู้เย็นในสัปดาห์แรกของการทดลองต่อการงอกของเมล็ดผักกาดหัว หลังการเพาะ 7 วัน

ภาพที่ 3 ผลของน้ำมันหอมตะไคร้หอมที่เก็บที่อุณหภูมิห้องและตู้เย็นในสัปดาห์ที่ 3 ของการทดลองต่อการงอกของเมล็ดผักกาดหัว หลังการเพาะ 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 ผลของน้ำมันหอมตะไคร้หอมที่เก็บที่อุณหภูมิห้องและตู้เย็นในสัปดาห์ที่ 5 ของการทดลองต่อการงอกของเมล็ดผักกาดหัว หลังการเพาะ 7 วัน



ภาพที่ 5 ผลของน้ำมันหอมตะไคร้หอมที่เก็บที่อุณหภูมิห้องและตู้เย็นในสัปดาห์ที่7 ของการทดลองต่อการงอกของเมล็ดผักกาดหัว หลังการเพาะ 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองระยะเวลาของประสิทธิภาพร่วมกับสภาพการเก็บรักษาน้ำมันหอมระเหยจากใบตะไคร้หอมที่ระดับความเข้มข้น 2.50, 5.00 และ 10.00 ไมโครลิตร ในการทดสอบการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดผักกาดหัว ปรากฏผลโดยสรุป ในด้านการงอกพบว่า หลังจากทำการทดลองผ่านไป 11 สัปดาห์ เมล็ดผักกาดหัวที่เพาะในวุ้นธรรมดายังคงมีการงอกอยู่ที่ 100 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เมล็ดที่เพาะในน้ำมันตะไคร้หอมที่เก็บที่อุณหภูมิห้องและที่เก็บไว้ในตู้เย็น ที่ระดับความเข้มข้น 2.50 ไมโครลิตร หลังทำการทดลอง 5 วัน มีการงอกอยู่ที่ 7.69 และ 4.26 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนเมล็ดผักกาดหัวที่เพาะในน้ำมันตะไคร้หอมที่ระดับความเข้มข้น 5.00 และ 10.00 ไมโครลิตร ในทั้ง 2 สภาวะ มีการงอกอยู่ที่ศูนย์เปอร์เซ็นต์หรือกล่าวได้ว่า น้ำมันหอมตะไคร้หอมตั้งแต่ระดับ 5.00 ไมโครลิตร สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดผักกาดหัวได้ดี และมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดได้มากกว่า 3 เดือน ส่วนในด้านขององค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยจากใบตะไคร้หอม สารเคมีสำคัญที่พบในตะไคร้จะอยู่ในส่วนของน้ำมันหอมระเหย ปริมาณที่พบจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับแหล่งที่ปลูก อายุของพืช และส่วนของพืชที่นำมาสกัด กล่าวคือ น้ำมันหอมระเหยจะพบมากในส่วนที่อ่อนของใบ และจะมีปริมาณลดน้อยลงในส่วนที่แก่ของใบ (บัญญัติ, 2527) สำหรับสารที่พบในน้ำมันหอมระเหยของตะไคร้ที่สำคัญได้แก่ Citronella ซึ่งมีปริมาณมากที่สุดประมาณ 90-92 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังพบ Linalool, Geraniol, 2-Methoxy-3-(2-propenyl), E-Citral, Decanal, 4-Nonanone และสารประกอบอื่นๆ อีกมากมาย ประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมขึ้นอยู่กับ Citral เป็นสำคัญ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับ Linalool และ Geraniol อีกด้วย มีรายงานว่า Citral มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ดีและสารนี้ไม่ถูกทำลายได้ด้วยความร้อนที่อุณหภูมิของการสกัดน้ำมันหอมระเหย (บัญญัติ, 2527) ซึ่งจากการทดลองพบว่าหลังจาก 11 สัปดาห์ ปริมาณสารสำคัญ เช่น Citral, Linalool และ Geraniol มีปริมาณลดลง จากการวิเคราะห์เริ่มต้นมีปริมาณสารอยู่ที่ 93, 96 และ 81 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ที่เก็บในตู้เย็นลดลงเหลือ 88, 92 และ 77 เปอร์เซ็นต์ และที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องลดลงเหลือ 88, 92 และ 79 เปอร์เซ็นต์ จากปริมาณสารสำคัญที่ลดลงนี้พบว่าไม่มีผลต่อประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของผักกาดหัว

จากการทดลองพบว่า น้ำมันหอมระเหยจากใบตะไคร้หอมมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเมล็ดผักกาดหัวได้ดี ปริมาณเพียงเล็กน้อย คือ 2.50 µl ก็สามารถยับยั้งได้เจริญเติบโตของเมล็ดผักกาดหัวได้ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ และมีประสิทธิภาพคงทนนานกว่า 11 สัปดาห์ แต่จากการทดลองครั้งนี้ได้พบข้อผิดพลาดหลายประการและเป็นสิ่งที่ควรระวังในการทดลองครั้งต่อๆ ไป คือ ในขั้นตอนของการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากพืชชนิดใดก็ตามควรทำการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำจัดน้ำหรือสกัดแยกน้ำออกจากน้ำมันหอมระเหยให้หมด การที่มีน้ำเจือปนอยู่ในน้ำมันหอมระเหยเป็นผลทำให้ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยลดลงและทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนได้ นอกจากนี้ในขณะทำการทดลองต้องคำนึงถึงความสะอาดเป็นหลักอาจทำให้เกิดการปนเปื้อนของสิ่งสกปรกได้ง่าย ส่วนในด้านของเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ในการทดลองนั้นควรทำการคัดเลือกเมล็ดพันธุ์ที่มีความสมบูรณ์และขนาดที่สม่ำเสมอกัน (นงลักษณ์, 2547) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งการงอกของเมล็ดผักกาดหัวด้วยน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มโอและส้มจี๊ด พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 5.00 ไมโครลิตร มีการงอก 82.50 เปอร์เซ็นต์ และ 70.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และที่ระดับความเข้มข้น 10.00 ไมโครลิตร มีการงอกอยู่ที่ 70.00 เปอร์เซ็นต์ และ 65.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเปลือกมะกรูดที่ระดับความเข้มข้น 10.00 ไมโครลิตร มีการงอก 22.50 เปอร์เซ็นต์ (Torres *et al.* 1995) ได้ศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชแต่ละชนิด ซึ่งจะมีความแต่ต่างกันแม้แต่ในพืชชนิดเดียวกัน ถ้าใช้ความเข้มข้นต่างกัน ฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์จะต่างกันด้วย ดังนั้นการจะนำน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากพืชชนิดใดๆ ก็ตามมาใช้ประโยชน์ จำเป็นต้องศึกษารายละเอียดต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น ชนิดพืช ปริมาณหรือระดับความเข้มข้นที่เป็นพิษต่อพืช รวมถึงระยะเวลาของประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ และผลกระทบต่างๆ ของน้ำมันหอมระเหยด้วย เพื่อให้การใช้ประโยชน์จากน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากพืชในทางการเกษตรมีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

นงลักษณ์ ยศถา. 2548. ผลของน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกผลมะกรูด ส้มโอ และส้มจี๊ด ต่อการงอกของเมล็ดพืชบางชนิด. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ. 33 หน้า.

บัญญัติ สุขศรีงาม. 2527. ตะไคร้. เครื่องเทศที่ใช้เป็นสมุนไพร เล่ม 2. สำนักพิมพ์ศิลปะบรรณาคาร. กรุงเทพฯ. หน้า 38-43.

ประเทืองศรี สินชัยศรี. 2543. การสกัดน้ำมันพืชและน้ำมันหอมระเหยโดยเทคนิคไหลของคาร์บอนไดออกไซด์ในสภาวะเหนือจุดเดือดวิกฤติ. เอกสารโรเนียว. สำนักวิจัยและพัฒนาพืชน้ำมันและผลิตภัณฑ์น้ำมันเพื่ออุตสาหกรรมเกษตร กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 12 หน้า.

พรชัย เหลืองอาภาพงศ์. 2540. วัชพืชศาสตร์. โรงพิมพ์สินคอร์น. กรุงเทพฯ. 585 หน้า.

รวีวรรณ เดื่อมขันมณี. 2546. การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพรเพื่อป้องกันกำจัดแมลงและยับยั้งราในโรคพืช. วารสารเกษตรกรรมธรรมชาติ. ฉบับที่ 10. หน้า 24-25.

วันทนี สว่างอารมณ์. 2542. เอกสารคำสอนภาควิชาพืชเครื่องเทศและสมุนไพร. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา. กรุงเทพฯ. 341 หน้า.

ศิริพร ซึงสนธิพร และชอุ่ม เปรมัษเฐียร. 2536. ผลของสารสกัดจากวัชพืชสาบหมา (*Eupartorium adenophorum* Spreng) ต่อการเจริญของข้าวและวัชพืชบางชนิด. ในรางานการประชุมทางวิชาการกรมวิชาการเกษตร เรื่องพฤกษศาสตร์ พืชสมุนไพร เครื่องเทศและวัชพืช. กรุงเทพฯ. หน้า 58.

อำนวย แสงโนรี. 2535. ผลกระทบสิ่งแวดล้อมและสุขภาพอนามัยของเกษตรกรจากการใช้สารพิษกำจัดศัตรูพืชในการผลิตทางการเกษตร. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง. กรุงเทพฯ. หน้า 1-3.

Duke, S.O. and J. Lydon. 1987. Herbicides from natural compounds. Weed Tech. 1 : 122-128

Guenther, E. 1975. The Essential Oils. Volumn One History-Origin in Plants Production Analysis. Robert E. Krieger Publishing Company, Malabar Florida.

Isman, M.B. 1999. Pesticides based on plant essential oils. Pest. Outlook 2 : 68-72.

Kohli, R.K. and D. Singh. 1982. Allelopathic impact of volatile compounds from *Eucalyptus* on crop plants. Biol. Plant. 33 : 475-483.

Kohli, R.K., D. Batish and H.P. Singh. 1998. Eucalypt oils for the control of parthenium (*Parthenium hysterophorus* L.). Crop protection. 17 : 119-122

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

May, J.W., J.R. Goss, J.M. Moncorge and M.W. Murphy. 1999. A versatile new herbicide with wide spectrum crop use. Proceedings of the British Crop Protection Conference. Weeds : 265-270.

Muller, C.H. 1965. Inhibitory terpenes volatilized from *Salvaia* shrubs. Bull. Torr. Bot. 91 : 327-330.

Oyen, L.P.A. and N.X. Dung. 1999. ทัพยากรพืชในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ลำดับที่ 19. พืชที่ให้น้ำมันหอม. สหมิตรพริ้นติ้ง. นนทบุรี. 369 หน้า.

Romagni, J.G., S.N. Allen and F.E. Dayan. 2000. Allelopathic effects of volatile cineoles on two weedy plant species. J. Chem. Ecol. 26 : 303-313.

Sing, H.P., R.K. Kohli, D.R. Batish and P.S. Kaushal. 1999. Allelopathy of gymnospermous trees. J. For. Res. 4 : 245-254.

Torres, R.C., D.C. Ontengco, N.S. Balgos, M.A. Villanueva, A. Lanto, M.S. Cruz, R.R. Estrella, R. Santiago and Salud. 1995. Antibacterial essential oils from some Philippine plants. Philippine Journal of Biotechnology. 6 : 58-59.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ผลการวิเคราะปริมาณสารด้วยวิธีการ GC-MS (Gas chromatography - mass spectrometry)

ตารางผนวกที่ 1 Peak Report ของน้ำมันตะไคร้หอมที่กลั่นครั้งแรก

PR.1 = น้ำมันตะไคร้หอมที่กลั่นครั้งแรกเมื่อวันที่ 19 ธันวาคม 2548

Data Path : Z:\DATA\060121\

Data File : PR_1.D

Acq On : 21 Dec 2005 14:11

Operator :

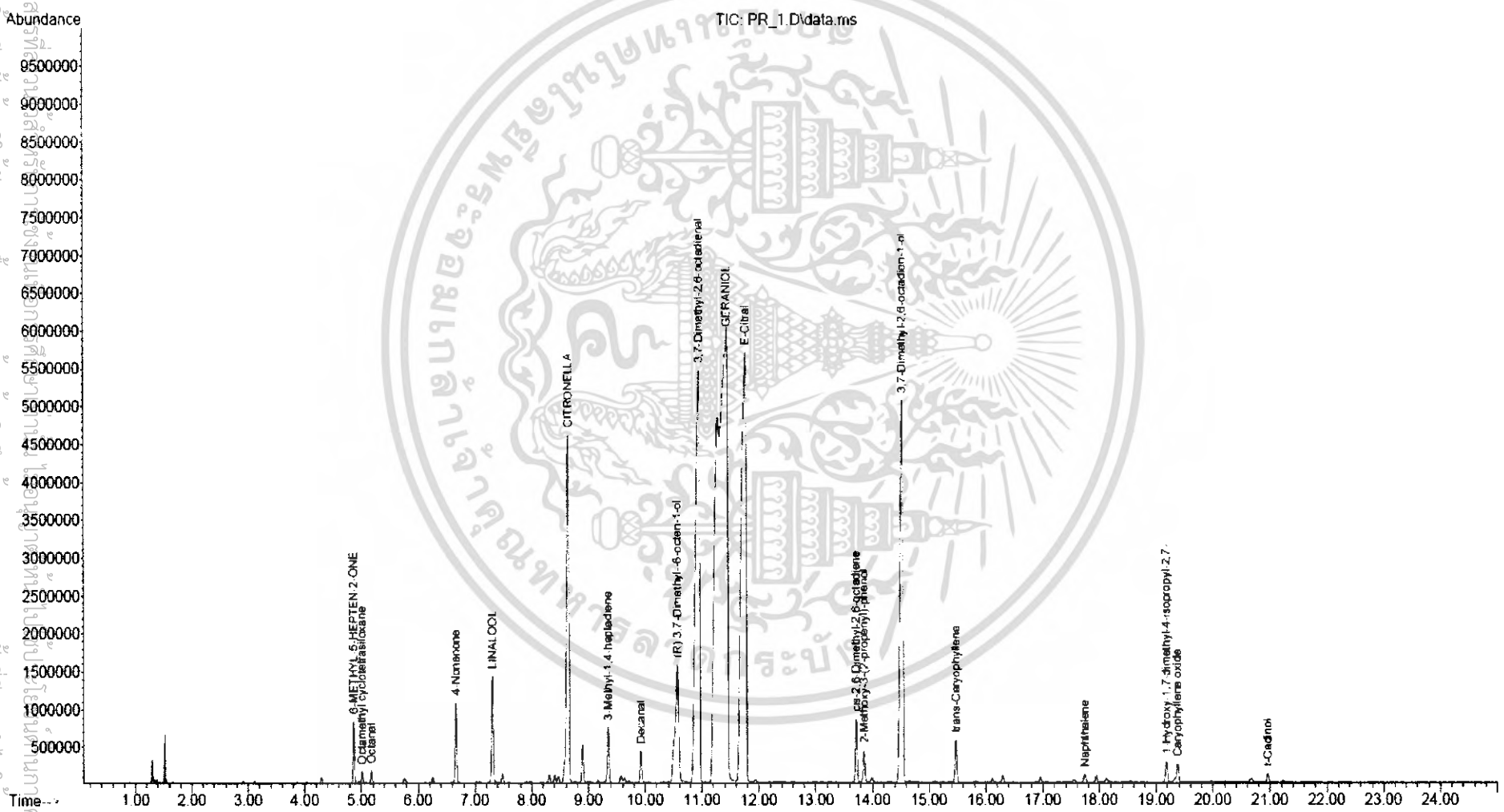
Sample : PR-1 (น้ำมันตะไคร้หอมที่กลั่นครั้งแรก)

Misc :

peak	Compound Name	R.T. min	peak area	Qvalue %
1)	6-METHYL-5-HEPTEN-2-ONE	4.866	2368530	97
2)	Octanal	5.177	262741	57
3)	4-Nonanone	6.668	4183199	97
4)	LINALOOL	7.313	3406965	96
5)	CITRONELLA	8.655	15801371	91
6)	3-Methyl-1,4-heptadiene	9.352	1219851	98
7)	Decanal	9.926	743667	99
8)	3,7-Dimethyl--6-oc...	10.572	8874198	96
9)	3,7-Dimethyl-2,6-octad...	10.964	37663146	90
10)	GERANIOL	11.446	187442462	81
11)	E-Citral	11.78	77260918	93
12)	cis-2,6-Dimethyl-2,6-o...	13.72	1714283	97
13)	2-Methoxy-3-(2-propeny...	13.857	1629108	99
14)	3,7-Dimethyl-2,6-octad...	14.542	38862500	95
15)	trans-Caryophyllene	15.474	882337	99
16)	Naphthalene	17.741	387209	98
17)	1-Hydroxy-1,7-dimethyl...	19.183	884094	98
18)	Caryophyllene oxide	19.377	414829	94
19)	t-Cadinol	20.958	239928	98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

File :C:\Documents and Settings\skullaph\My Documents\NaiHW\PR_1.D
Operator :
Acquired : 21 Jan 2006 14:11 using AcqMethod ESSENTIALOIL.M
Instrument : Instrument #1
Sample Name: PR-1
Misc Info :
Vial Number: 1



ตารางผนวกที่ 2 Peak Report ของน้ำมันตะไคร้หอมที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง ที่ส่งวิเคราะห์ผล หลังจากกลั่น 1 เดือน

PR.2 = น้ำมันหอมตะไคร้หอมที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง ส่งวิเคราะห์ผล หลังจากกลั่น 1 เดือน เมื่อ วันที่ 21 มกราคม 2549

Data File : PR_2.D

Acq On : 21 Jan 2006 13:05

Operator :

Sample : PR-2 (น้ำมันหอมที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง)

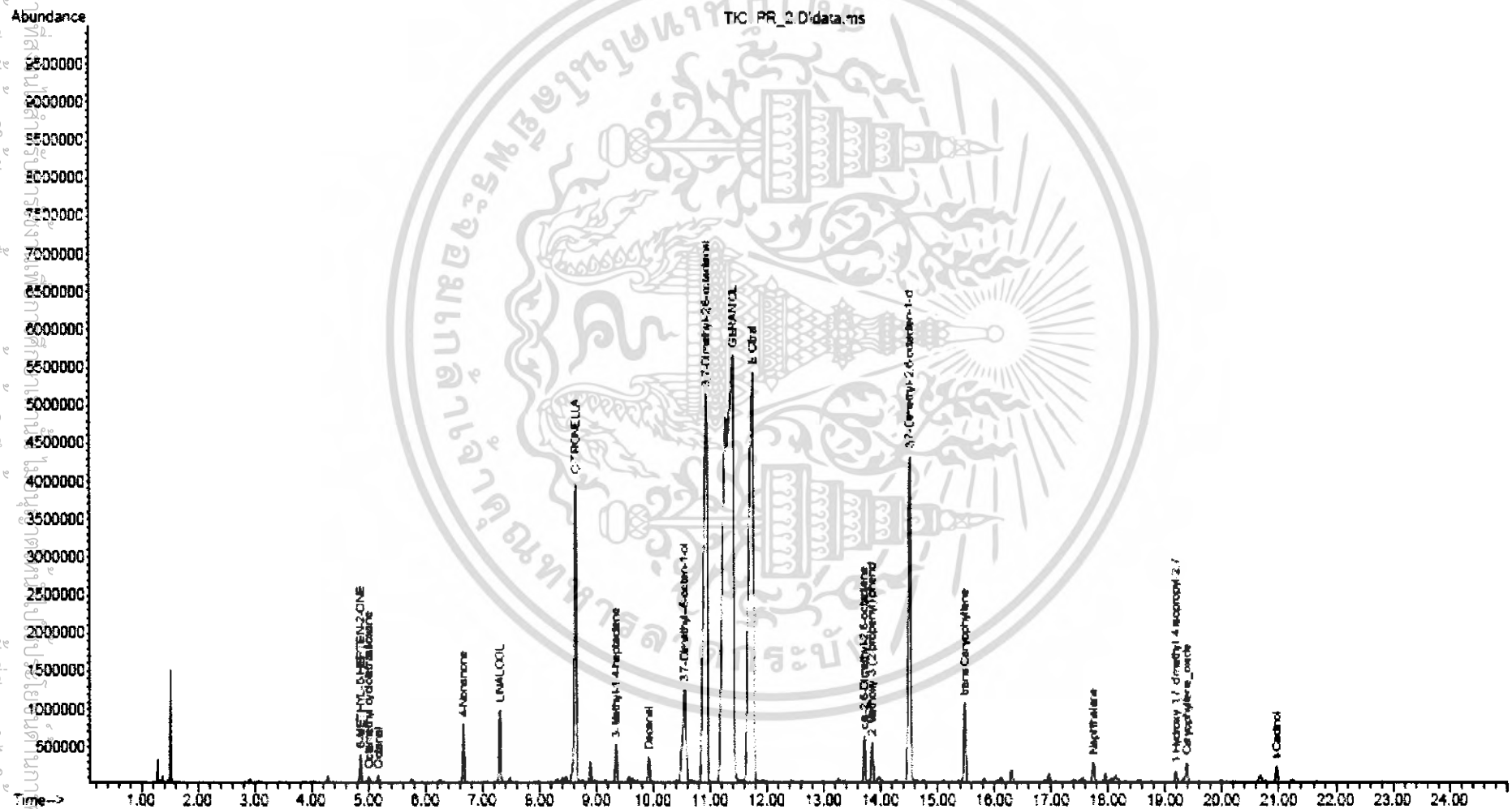
Misc :

ALS Vial : 2

peak	Compound Name	R.T. min	peak area	Qvalue %
1)	6-METHYL-5-HEPTEN-2-ONE	4.866	1035987	95
2)	Octanal	5.177	163702	57
3)	4-Nonanone	6.668	2961158	95
4)	LINALOOL	7.313	2172677	93
5)	CITRONELLA	8.655	12156888	88
6)	3-Methyl-1,4-heptadiene	9.352	831607	95
7)	Decanal	9.926	587395	98
8)	3,7-Dimethyl--6-oc...	10.572	6670914	94
9)	3,7-Dimethyl-2,6-octad...	10.964	33299925	89
10)	GERANIOL	11.446	87356909	79
11)	E-Citral	11.78	71050426	93
12)	cis-2,6-Dimethyl-2,6-o...	13.72	1242073	92
13)	2-Methoxy-3-(2-propeny...	13.857	2016176	99
14)	3,7-Dimethyl-2,6-octad...	14.542	28667180	93
15)	trans-Caryophyllene	15.474	1647367	98
16)	Naphthalene	17.741	895579	99
17)	1-Hydroxy-1,7-dimethyl...	19.183	449926	99
18)	Caryophyllene oxide	19.377	459628	96
19)	t-Cadinol	20.958	447805	99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

File :C:\Documents and Settings\skullaph\My Documents\NaiHW\PR_2.D
Operator :
Acquired : 21 Jan 2006 13:05 using AcqMethod ESSENTIALOIL.M
Instrument : Instrument #1
Sample Name: PR-2
Misc Info :
Vial Number: 2



ตารางผนวกที่ 3 Peak Report ของน้ำมันตะไคร้หอมที่เก็บไว้ในตู้เย็น ที่ส่งวิเคราะห์ผลหลังจากกลั่น 1 เดือน

PR.3 = น้ำมันตะไคร้หอมที่เก็บไว้ในตู้เย็น ส่งวิเคราะห์ผลหลังจากกลั่น 1 เดือน เมื่อวันที่ 21 มกราคม 2549

Data File : PR_3.D

Acq On : 21 Jan 2006 13:38

Operator :

Sample : PR-3 (น้ำมันตะไคร้หอมที่เก็บไว้ในตู้เย็น)

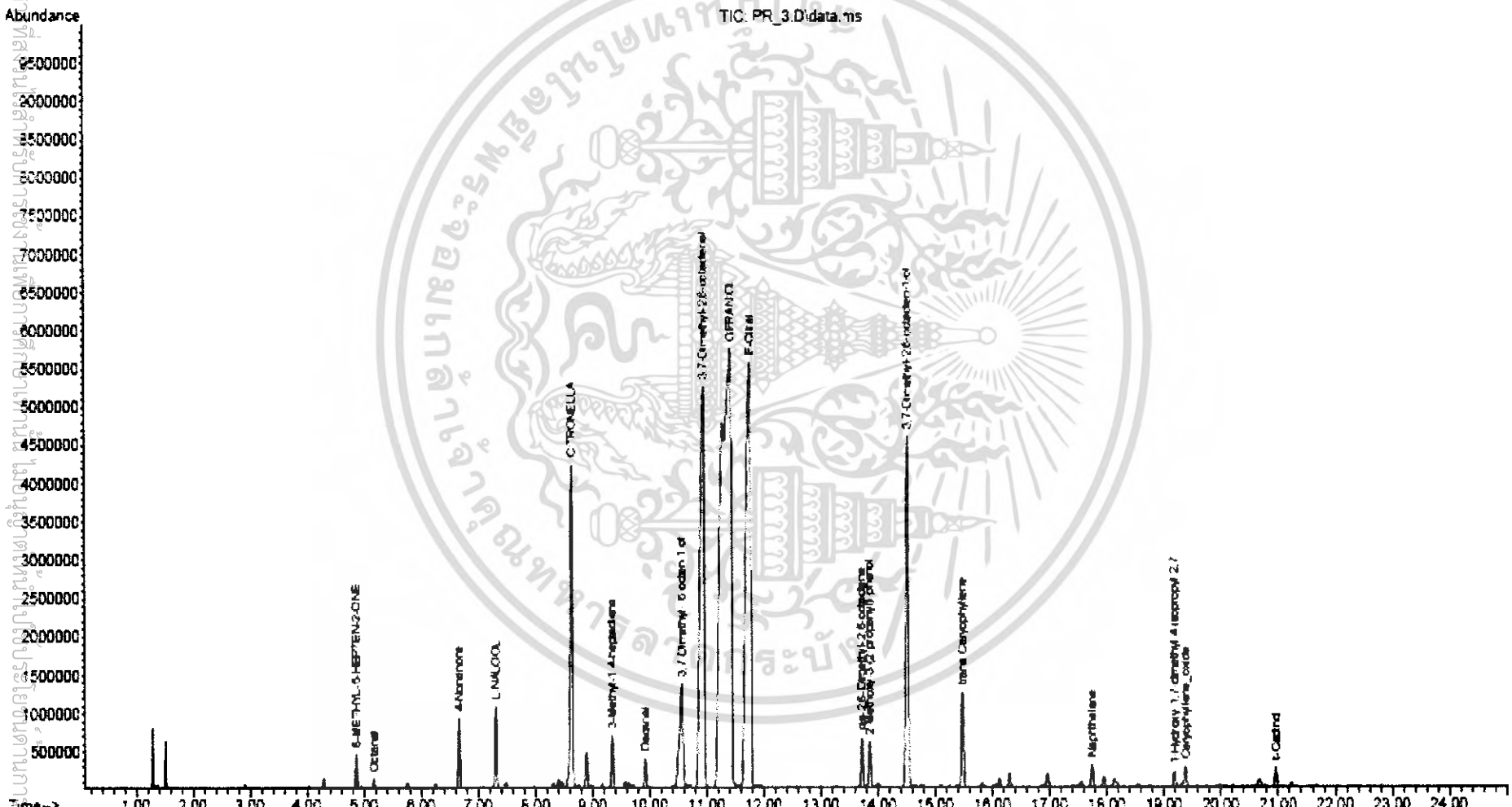
Misc :

ALS Vial : 3

peak	Compound Name	R.T. min	peak area	Qvalue %
1)	6-METHYL-5-HEPTEN-2-ONE	4.866	1221867	95
2)	Octanal	5.177	185862	58
3)	4-Nonanone	6.668	3468097	96
4)	LINALOOL	7.313	2450061	94
5)	CITRONELLA	8.655	13817610	88
6)	3-Methyl-1,4-heptadiene	9.352	1130232	97
7)	Decanal	9.926	661797	99
8)	3,7-Dimethyl--6-oc...	10.572	7361559	95
9)	3,7-Dimethyl-2,6-octad...	10.964	36654093	90
10)	GERANIOL	11.446	89612672	82
11)	E-Citral	11.78	76684039	93
12)	cis-2,6-Dimethyl-2,6-o...	13.72	1350689	95
13)	2-Methoxy-3-(2-propeny...	13.857	2290655	99
14)	3,7-Dimethyl-2,6-octad...	14.542	30874543	94
15)	trans-Caryophyllene	15.474	1972202	96
16)	Naphthalene	17.741	1015418	98
17)	1-Hydroxy-1,7-dimethyl...	19.183	629683	98
18)	Caryophyllene oxide	19.377	437750	97
19)	t-Cadinol	20.958	500094	97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

File :C:\Documents and Settings\skullaph\My Documents\NaiHW\PR_3.D
Operator :
Acquired : 21 Jan 2006 13:38 using AcqMethod ESSENTIALOIL.M
Instrument : Instrument #1
Sample Name: PR-3
Misc Info :
Vial Number: 3



ตารางผนวกที่ 4 Peak Report ของน้ำมันตะไคร้หอมที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง ที่ส่งวิเคราะห์ผลหลังจากกลั่น 2 เดือน

PR.2 = น้ำมันตะไคร้หอมที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ส่งวิเคราะห์ผลหลังจากกลั่น 2 เดือน เมื่อวันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2549

Data File : 0201006.D

Acq On : 27 Feb 2006 8:45

Operator : Agilent

Sample : PR-2

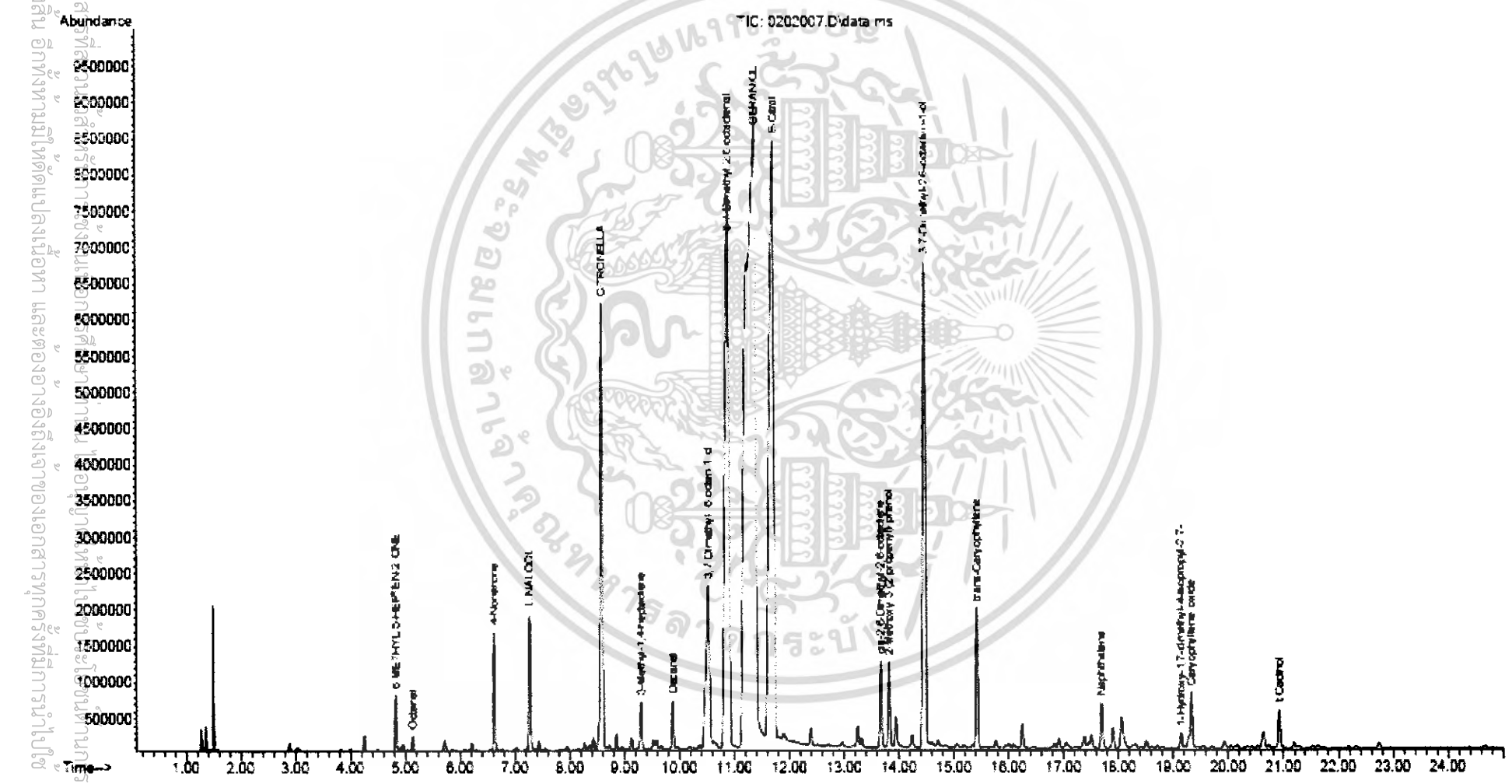
Misc :

ALS Vial : 2

peak	Compound Name	R.T. min	peak area	Qvalue %
1)	6-METHYL-5-HEPTEN-2-ONE	4.866	2083378	87
2)	Octanal	5.177	264191	46
3)	4-Nonanone	6.668	7304355	91
4)	LINALOOL	7.313	5185532	92
5)	CITRONELLA	8.655	21584902	88
6)	3-Methyl-1,4-heptadiene	9.352	1266881	88
7)	Decanal	9.926	925126	69
8)	3,7-Dimethyl--6-oc...	10.572	15132977	92
9)	3,7-Dimethyl-2,6-octad...	10.964	46125606	90
10)	GERANIOL	11.446	263310065	79
11)	E-Citral	11.78	122468068	88
12)	cis-2,6-Dimethyl-2,6-o...	13.72	2031510	71
13)	2-Methoxy-3-(2-propeny...	13.857	5952113	88
14)	3,7-Dimethyl-2,6-octad...	14.542	51422134	93
15)	trans-Caryophyllene	15.474	3323985	81
16)	Naphthalene	17.741	3007655	82
17)	1-Hydroxy-1,7-dimethyl...	19.183	761871	90
18)	Caryophyllene oxide	19.377	935895	64
19)	t-Cadinol	20.958	1237815	87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

File :C:\Documents and Settings\skullaph\My Documents\NaiHW\020200
...D
Operator : Agilent
Instrument : Instrument #1
Acquired : 27 Feb 2006 9:18 using AcqMethod ESSENTIALOIL.M
Sample Name: PR-2
Misc Info :



ตารางผนวกที่ 5 Peak Report ของน้ำมันตะไคร้หอมที่เก็บไว้ในตู้เย็น ที่ส่งวิเคราะห์ผลหลังจากกลั่น 2 เดือน

PR.3 = น้ำมันตะไคร้หอมที่เก็บไว้ในตู้เย็น ส่งวิเคราะห์ผลหลังกลั่น 2 เดือน เมื่อวันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2549

Data File : 0301009.D

Acq On : 27 Feb 2006 10:23

Operator : Agilent

Sample : PR-3

Misc :

ALS Vial : 3

peak	Compound Name	R.T. min	peak area	Qvalue %
1)	6-METHYL-5-HEPTEN-2-ONE	4.866	2375693	87
2)	Octanal	5.177	321748	78
3)	4-Nonanone	6.668	8268522	91
4)	LINALOOL	7.313	5687137	92
5)	CITRONELLA	8.655	25380555	89
6)	3-Methyl-1,4-heptadiene	9.352	2526618	86
7)	Decanal	9.926	1110423	74
8)	3,7-Dimethyl--6-oc...	10.572	16509388	93
9)	3,7-Dimethyl-2,6-octad...	10.964	63988578	84
10)	GERANIOL	11.446	287568232	77
11)	E-Citral	11.78	131547401	88
12)	cis-2,6-Dimethyl-2,6-o...	13.72	2244195	69
13)	2-Methoxy-3-(2-propeny...	13.857	6419469	89
14)	3,7-Dimethyl-2,6-octad...	14.542	55844565	92
15)	trans-Caryophyllene	15.474	4322834	81
16)	Naphthalene	17.741	3300968	82
17)	1-Hydroxy-1,7-dimethyl...	19.183	1581988	89
18)	Caryophyllene oxide	19.377	723535	65
19)	t-Cadinol	20.958	1322376	86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

File :C:\Documents and Settings\skullaph\My Documents\NaiHW\030201
...D
Operator : Agilent
Instrument : Instrument #1
Acquired : 27 Feb 2006 10:55 using AcqMethod ESSENTIALOIL.M
Sample Name: PR-3
Misc Info :