



ความสามารถในการดักกลืนบนผิวกายของน้ำมันระเหยยูคาลิปตัส
ประเมินโดยใช้มูกลีเลกทรอนิกส์



วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการแพทย์แผนตะวันออก
วิทยาลัยการแพทย์แผนตะวันออก

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต
ปีการศึกษา 2566



**POTENTIAL OF EUCALYPTUS ESSENTIAL OILS IN PROTECTING
BODY SMELL DETERMINED BY ELECTRONIC NOSE**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF SCIENCE IN ORIENTAL MEDICINE
COLLEGE OF ORIENTAL MEDICINE**

**GRADUATE SCHOOL, RANGSIT UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2023**

วิทยานิพนธ์เรื่อง
ความสามารถในการดักกลืนบนผิวกายของน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส
ประเมินโดยใช้มุกอิเล็กทรอนิกส์

โดย
ณัฐกฤตา ศิลาทอง

ได้รับการพิจารณาให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการแพทย์แผนตะวันออก

มหาวิทยาลัยรังสิต
ปีการศึกษา 2566

ดร.ปิยรัชฎ์ ปริญญาพงษ์ เจริญทรัพย์
ประธานกรรมการสอบ

ดร.นันทพงศ์ จำทอง
กรรมการ

ผศ.ดร.ประสาน ตั้งยืนยงวัฒนา
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(ศ. ดร.สือจิตต์ เพ็ชรประสาน)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

20 มิถุนายน 2567

Thesis entitled

**POTENTIAL OF EUCALYPTUS ESSENTIAL OILS IN PROTECTING
BODY SMELL DETERMINED BY ELECTRONIC NOSE**

by

NATKRITTA SILATHONG

was submitted in partial fulfillment of the requirements
for the degree of Master of Science in Oriental Medicine

Rangsit University

Academic Year 2023

Piyarat Parinyapong Chareonsap, Ph.D.

Examination Committee Chairperson

Nanthaphong Khamthong, Ph.D.

Member

Asst. Prof. Prasan Tangyuenyongwatana, Ph.D.

Member and Advisor

Approved by Graduate School

(Prof. Suejit Pechprasam, Ph.D.)

Dean of Graduate School

June 20, 2024

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้เป็นอย่างดีเนื่องมาจากได้รับความอนุเคราะห์จาก ผศ. ดร. ประสาน ตั้งยืนยงวัฒนา อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้ความสนใจช่วยเหลือ และคอยให้ คำปรึกษาแนะนำเป็นอย่างดีมาโดยตลอด รวมถึงอาจารย์กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ คำแนะนำ ช่วยให้งานวิจัยฉบับนี้ บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ได้วางไว้

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าข้อมูลการวิจัยในครั้งนี้ จะมีประโยชน์สำหรับหน่วยงานที่ เกี่ยวข้องและผู้สนใจทั่วไป และเป็นส่วนหนึ่งในการขับเคลื่อนและพัฒนาผลิตภัณฑ์สารสกัดน้ำมัน หอมระเหยในการระงับกลิ่นกายต่อไป

ณัฐกฤตา ศิลาทอง

ผู้วิจัย



6406583 : ญัฐกฤตา ศีลาทอง
ชื่อวิทยานิพนธ์ : ความสามารถในการดับกลิ่นบนผิวกายของน้ำมันระเหยยูคาลิปตัส
ประเมินโดยใช้จมูกอิเล็กทรอนิกส์
หลักสูตร : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการแพทย์แผนตะวันออก
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. ประสาน ตั้งยืนยงวัฒนา

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความคงทนของกลิ่นและความสามารถในการดับกลิ่นผิวกายของน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส โดยใช้เครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์ ในระยะเวลาต่างๆ ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง นำผลการวัดกลิ่นน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสในแต่ละช่วงเวลามาเปรียบเทียบกับประมวลผลข้อมูลด้วยวิธีทางสถิติโดยใช้โปรแกรมวัดอัตราการตอบสนองของแก๊สเซนเซอร์ต่อกลิ่น (Sensor Response), วัดความแตกต่างของกลิ่น (Classification (PCA)) และ วิเคราะห์ความเหมือน (Similarity (HCA)) เปรียบเทียบกับกลิ่น โนนานอล (Nonanal) ชนิดเดียว, กลิ่นน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสชนิดเดียว และกลิ่นโนนนานอลผสมน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส จากผลการทดลองพบว่า โนนานอล มีการตอบสนองของแก๊สเซนเซอร์ต่อกลิ่น (Odor Intensity) ลดลงมากถึง 70%, ส่วนกลิ่นน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสจะมีระดับลดลงถึง 20% และ โนนานอลผสมน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส ลดลง 17% ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง แสดงให้เห็นว่าน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสมีความสามารถใช้เป็นสารช่วยกลบกลิ่นกาย เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของกลิ่นด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก และวิเคราะห์ความเหมือน พบว่ากลิ่นของน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และกลิ่นของตัวอย่างแบบผสม มีความใกล้เคียงกันมากกว่ากลิ่นของโนนนานอล ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าน้ำมันยูคาลิปตัสสามารถใช้กลบกลิ่นของโนนนานอลที่ทำให้เกิดกลิ่นกายบนผิวได้ สามารถใช้เป็นน้ำมันในการเตรียมเป็นผลิตภัณฑ์ดับกลิ่นกายได้ในระยะเวลาไม่น้อยกว่า 8 - 24 ชั่วโมง

(วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 44 หน้า)

คำสำคัญ: จมูกอิเล็กทรอนิกส์ กลิ่นกาย น้ำมันหอมระเหย วิเคราะห์องค์ประกอบหลัก การวิเคราะห์ความเหมือน

ลายมือชื่อนักศึกษา ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

6406583 : Natkitta Silathong
 Thesis Title : Potential of Eucalyptus Essential Oils in Protecting Body Smell
 Determined by Electronic Nose
 Program : Master of Science in Oriental Medicine
 Thesis Advisor : Assist. Prof. Prasan Tangyuenyongwatana, Ph.D.

Abstract

The research objective was to study the body smell protection ability of eucalyptus essential oil by using an electronic nose (E-nose) with the odor persistence measurement resulting from eucalyptus essential oil in 24 hours. The data were compared and processed using statistical methods through a computer program. The measurement of the odor was further processed through intensity related to total sensing responses of E-nose (Sensor response), Principal Component Analysis (PCA), and Hierarchy Cluster Analysis (HCA) to compare nonanal, eucalyptus essential oil, and nonanal mixed with eucalyptus essential oil. After the experiment, nonanal had a dramatic decrease of odor intensity that reached up to 70%, while the eucalyptus essential oil showed a decrease of 20%, and the mixed sample (eucalyptus essential and nonanal) decreased by 17% in 24 hours. When the experimental data were subjected to the PCA and HCA analysis, the samples could be grouped into three groups, showing that eucalyptus essential oil and nonanal blend eucalyptus essential oil is more similar compared to nonanal. It can be concluded that eucalyptus essential oil can be used to prepare deodorant to reduce body smell for a longer duration more than 8 to 24 hours.

(Total 44 pages)

Keywords: Electronic Nose, Body odor, Essential oil, Principal Component Analysis, Hierarchy Cluster Analysis

Student's Signature Thesis Advisor's Signature

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	2
1.3 คำถามการวิจัย / สมมติฐานการวิจัย	2
1.4 กรอบแนวคิดการวิจัย	3
1.5 นิยามศัพท์	3
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง / ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ระดับแนวคิด	16
2.2 น้ำมันหอมระเหย	17
2.2 เทคโนโลยีจุลโมเลกุลอิเล็กทรอนิกส์	23
บทที่ 3 ระเบียบวิธีการวิจัย	29
3.1 ตัวอย่าง	29
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	29
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล	29
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล	33

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	34
4.1 ผลการทดสอบอัตราการตอบสนองของแก๊สเซนเซอร์ต่อกลิ่น ของตัวอย่าง (Sensor Response)	34
4.2 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของกลิ่นด้วยวิธี PCA	35
4.3 ผลการวิเคราะห์ความเหมือนของคุณลักษณะกลิ่นแต่ละตัวอย่าง ด้วยวิธีการวิเคราะห์กลุ่มแบบขั้นตอน (Hierarchical Cluster Analysis, HCA)	38
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	39
5.1 สรุปผลการวิจัย	39
บรรณานุกรม	40
ภาคผนวก เอกสารรับรองน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส (Certificate of Analysis)	42
ประวัติผู้วิจัย	44

สารบัญตาราง

หน้า	
	ตารางที่
7	2.1 VOCs ที่พบในกลิ่นกายโดยวิธี GC/MS
14	2.2 VOCs ในการทดสอบการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นกายที่สัมพันธ์กับอายุโดยวิธี GC/MS
24	2.3 แสดงข้อมูลเบื้องต้นของแก๊สเซนเซอร์แต่ละชนิดในเครื่องจุ่มกอิเล็คทรอนิกส์
30	3.1 เตรียมตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง
31	3.2 แสดงรูปแบบการวัดตามเวลา
32	3.3 ตารางแสดงการทดลอง
36	4.1 แสดงความเข้มข้นของกลิ่น
37	4.2 การแบ่งกลุ่มตามความแตกต่างของกลิ่นเทียบกับน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1	กรอบแนวคิด
2.1	Gas Chromatography-Mass Spectrometry
2.2	ประเภทกลิ่นตัวของมนุษย์
2.3	แสดงระดับแนวกลิ่น
2.4	แสดงน้ำมันหอมระเหยในแต่ละปีรามิด
2.5	แสดงโมโนเทอร์พีนส์
2.6	แสดงโครงสร้างของเสสควิเทอร์พีนส์
2.7	แสดงโครงสร้างทางเคมีของส่วนประกอบหลักน้ำมันยูคาลิปตัส
2.8	เครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Nose)
2.9	แสดงการทำงานของเครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์ เทียบกับกลไกการรับกลิ่นของมนุษย์
2.10	แสดงองค์ประกอบในการวัดของเครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์
2.11	แสดงการตอบสนองของเครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Nose)
2.12	การวิเคราะห์ความแตกต่างของคุณลักษณะกลิ่นแต่ละตัวอย่างด้วยวิธี Principal Component Analysis (PCA)
2.13	รูปแสดงวิเคราะห์ความเหมือนของคุณลักษณะกลิ่นแต่ละตัวอย่างด้วยวิธี Hierarchical Cluster Analysis (HCA)
3.1	เครื่องวัดกลิ่นจมูกอิเล็กทรอนิกส์
3.2	ขอครบรูปตัวอย่างสำหรับทดสอบ
3.3	การทดลองตรวจวัดกลิ่นตัวอย่างด้วยเครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์
4.1	อัตราการตอบสนองของแก๊สเซนเซอร์ต่อกลิ่นของตัวอย่าง
4.2	การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักต่อกลิ่นของตัวอย่าง
4.3	วิธีการวิเคราะห์กลุ่มแบบขั้นตอน

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

น้ำมันหอมระเหยเป็นน้ำมันที่ประกอบด้วยองค์ประกอบทางเคมีมากมาย ซึ่งจะส่งผลต่อการทำงานของระบบอวัยวะภายในร่างกายและสมอง รวมถึงมีผลทางอารมณ์และจิตใจ ช่วยให้เกิดความสมดุลทางสรีรวิทยาหรือสัมผัสผ่านทางผิวหนัง รูปแบบในการใช้น้ำมันหอมระเหยสามารถประยุกต์ใช้ได้หลายรูปแบบ การสูดดมเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพและรวดเร็วที่สุด โดยเกิดขึ้นภายในเสี้ยววินาที (กฤษณา ภูตะคาม และดวงสมร ลิ้มปิติ, 2553) จากงานวิจัยที่ผ่านมาเห็นได้ว่า พืชต่างชนิดกันจะให้กลิ่นที่มีคุณสมบัติเหนี่ยวนำความรู้สึกผ่อนคลายได้ต่างกัน ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของพืชแต่ละชนิด เนื่องจากพืชแต่ละชนิดจะมีกลิ่นเฉพาะตัว มีคุณสมบัติและองค์ประกอบที่แตกต่างกัน ดังนั้นการเลือกชนิดพืชเพื่อใช้ในงานด้านสุขนธบำบัด จึงขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของพืชที่ใช้ (สุรัญญา พรหมสมบุญ, อนงค์นาฏ โสภณางกูร, ประพฤติ พรหมสมบุญ, และ สุชาดา กรเพชร ปาณ, 2560) ได้นำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับการใช้น้ำมันหอมระเหยของยูคาลิปตัสไว้ว่า ชาวอะบอริจินได้ใช้ยูคาลิปตัสในการรักษาโรคที่เกิดจากเชื้อรา นอกจากนั้นใช้เพื่อป้องกันการติดเชื้อราที่พบได้บ่อย เช่น เชื้อราแคนดิดา (Candida) และเชื้อราเล็บเท้า (Toenail Fungus) และรักษาบาดแผลที่ผิวหนัง สารสกัดยูคาลิปตัสและน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส มีคุณสมบัติบรรเทาอาการปวดได้โดยผลิตภัณฑ์ Eucalyptamint สารสกัดยูคาลิปตัสถูกใช้ร่วมกับสาร Methyl Salicylate Topical เพื่อใช้ในการรักษาอาการปวดกล้ามเนื้อและข้อ อาการเคล็ดขัดยอก โรคข้ออักเสบ และอาการปวดหลัง

กลิ่นของมนุษย์ถูกควบคุมโดยพันธุกรรมและมีอิทธิพลอย่างเป็นระบบจากการบริโภคอาหารและยา ตลอดจนจากการใช้ผลิตภัณฑ์น้ำหอม ภาวะเหงื่อออกมาก (Hyperhidrosis) โดยเฉพาะบริเวณรักแร้ เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นในคนทั่วไป และนำไปสู่กลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ซึ่งทำให้เกิดความไม่มั่นใจในการเข้าสังคมและลดความมั่นใจในตนเอง ภาวะเหงื่อออกมากเกิดจากการหลั่งเหงื่อมากเกินไป เนื่องจากมีปริมาณน้ำที่มากเกินไป ซึ่งทำให้แบคทีเรียบริเวณนั้นสามารถเจริญเติบโตได้ดี ภาวะเหงื่อออกมากมักมาพร้อมกับการมีกลิ่นกาย (Bromhidrosis หรือ Osmidrosis) ซึ่งทั้งสองสิ่งนี้สามารถบรรเทาได้โดยการใช้ผลิตภัณฑ์ระงับเหงื่อและผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นกาย จากข้อมูลการศึกษาพบว่าผลิตภัณฑ์รักษากลิ่นกายเป็นส่วนหนึ่งของอุตสาหกรรมเกี่ยวกับเครื่องใช้ส่วนตัวที่มีมูลค่า

หลายพันล้านดอลลาร์ และน้ำหอมชั้นสูงก็มีการใช้ผลิตภัณฑ์เหล่านี้เพื่อกลบกลิ่นไม่พึงประสงค์ แต่เป็นที่น่าสังเกตว่ามีการเขียนถึงเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์บำบัดกลิ่นน้อย ซึ่งตรงข้ามกับผลิตภัณฑ์ดูแลร่างกายอื่นๆ ที่ถูกกล่าวถึงมากกว่า (Kanlayavattanakul & Lourith, 2018)

น้ำมันหอมระเหยเป็นผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่มีคุณสมบัติที่ดีมากมาย รวมทั้งมีกลิ่นเฉพาะตัว และมีฤทธิ์ต้านจุลชีพ (Khuntayaporn & Suksiriworapong, 2017) ในการตรวจสอบกลิ่นในปัจจุบัน จะมีการใช้เครื่องมือวิเคราะห์ 2 ประเภทหลัก ได้แก่ Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC-MS) และเครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Nose, E-nose) ทั้ง 2 เครื่องมือได้กลายเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจจับและวิเคราะห์กลิ่นกายของมนุษย์ด้วยความสามารถทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ในปี 2016 ได้มีการศึกษาระบบจมูกอิเล็กทรอนิกส์แบบพกพาสำหรับการระบุชนิดของหญ้าฝรั่ง (*Crocus sativus* L., Iridaceae) ชนิดต่าง ๆ ผลการศึกษาเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าระบบที่พัฒนาขึ้นนั้นสามารถแยกแยะตัวอย่างหญ้าฝรั่งตามกลิ่นหอมของหญ้าฝรั่งได้ และสามารถใช้เป็นระบบควบคุมคุณภาพกลิ่นได้ (Kiani, Minaei & Ghasemi-Varnamkhasti, 2016) จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจศึกษาความสามารถของเครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์ในการศึกษาความสามารถในการลดกลิ่นกายของน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากสมุนไพร และในการรายงานครั้งนี้จะมุ่งเน้นศึกษาการใช้ น้ำมันหอมระเหยของยูคาลิปตัสในการลดกลิ่นกายโดยใช้ผิวหนังเทียมร่วมด้วย

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อทดสอบหาความคงทนของกลิ่นสารสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยเครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์

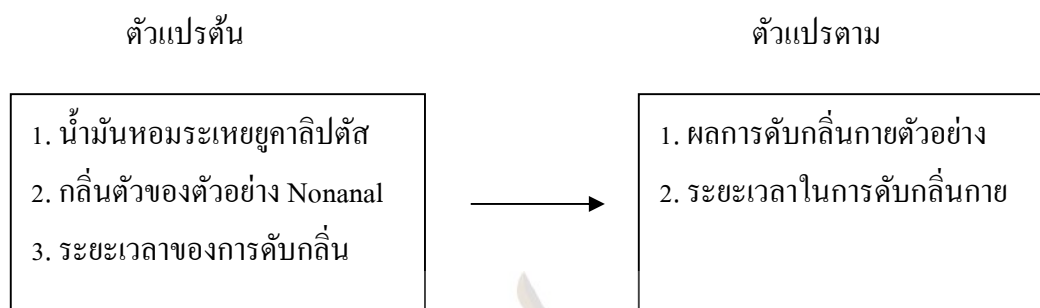
1.2.2 เพื่อทดสอบหาความคงทนของกลิ่นสารสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยเครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อนำผลการวัดความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยต่อความคงทนของกลิ่นที่ใช้ดับกลิ่นกายบนหนังเทียม

1.3 คำถามการวิจัย / สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 เครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์สามารถแยกกลิ่นของน้ำมันหอมระเหยได้

1.3.2 น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสสามารถดับกลิ่นกายบนหนังเทียมได้

1.4 กรอบแนวคิดการวิจัย



รูปที่ 1.1 กรอบแนวคิด

1.5 นิยามศัพท์

Electronic nose: จมูกอิเล็กทรอนิกส์ เป็นอุปกรณ์ตรวจวัดกลิ่นที่ประกอบด้วยเซนเซอร์ตรวจวัดแก๊สหรือโมเลกุลกลิ่น (Gas Sensor) จำนวนมากต่อกันเป็นแถว (Sensor Array) เซนเซอร์จะมีความต้านทานไฟฟ้าเปลี่ยนไป เมื่อมีอันตรกิริยากับไอระเหยโมเลกุล และเซนเซอร์ตรวจวัดกลิ่นแต่ละตัว ก็ จะมีความไวต่อไอระเหยโมเลกุลแต่ละกลุ่มไม่เท่ากัน และสัญญาณจากเซนเซอร์กลิ่นแต่ละตัวจะถูกประมวลผลด้วยซอฟต์แวร์ เพื่อตรวจวัดหรือจำแนกกลิ่นออกมาตามชนิดและความเข้มข้นของกลิ่น

Body Malodor: กลิ่นกาย

น้ำมันหอมระเหย: สารอินทรีย์ที่ได้จากการสกัดสมุนไพร จากส่วนต่างๆ ของพืช เช่น เมล็ด ใบ ดอก ผล เปลือก ลำต้น ราก และเหง้า เป็นต้น ลักษณะทั่วไปเป็นของเหลว สี หรือมีสีอ่อนๆ มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว ระเหยได้ง่ายที่อุณหภูมิปกติ ถ้าได้รับความร้อนจะระเหยได้ดียิ่งขึ้น

วิเคราะห์องค์ประกอบหลัก: การวิเคราะห์ความแตกต่างของคุณลักษณะกลิ่นแต่ละตัวอย่าง (Principal Component Analysis, PCA)

การวิเคราะห์ความเหมือน: การวิเคราะห์ความเหมือน (Similarity) ของคุณลักษณะกลิ่นแต่ละตัวอย่างด้วยวิธีการวิเคราะห์กลุ่มแบบขั้นตอน (Hierarchical Cluster Analysis, HCA)

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง / ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

น้ำมันหอมระเหยเป็นน้ำมันที่ประกอบด้วยองค์ประกอบทางเคมีมากมาย ส่งผลให้การทำงานของระบบอวัยวะภายในร่างกายและสมอง รวมถึงมีผลทางอารมณ์และจิตใจ ช่วยให้เกิดความสมดุลหากสูดดมหรือ สัมผัสผ่านทางผิวหนัง รูปแบบในการใช้น้ำมันหอมระเหยสามารถประยุกต์ใช้ได้หลายรูปแบบ การสูดดมเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพและรวดเร็วที่สุด โดยเกิดขึ้นภายในเวลาไม่กี่วินาที (กฤษณา ภูตะคาม และดวงสมร ลิ้มปิติ, 2553) ผลการทดลองเห็นได้ว่า พืชต่างชนิดกันจะให้กลิ่นที่มีคุณสมบัติเหนี่ยวนำความรู้สึกผ่อนคลายได้ต่างกัน ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของพืชแต่ละชนิด เนื่องจากพืชแต่ละชนิดจะมีกลิ่นเฉพาะตัว มีคุณสมบัติและองค์ประกอบที่แตกต่างกันไป ดังนั้นการเลือกชนิดพืชเพื่อใช้ในงานด้านสุขอนามัย จึงขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของพืช (สุรัชญา พรหมสมบูรณ์ และคณะ, 2560)

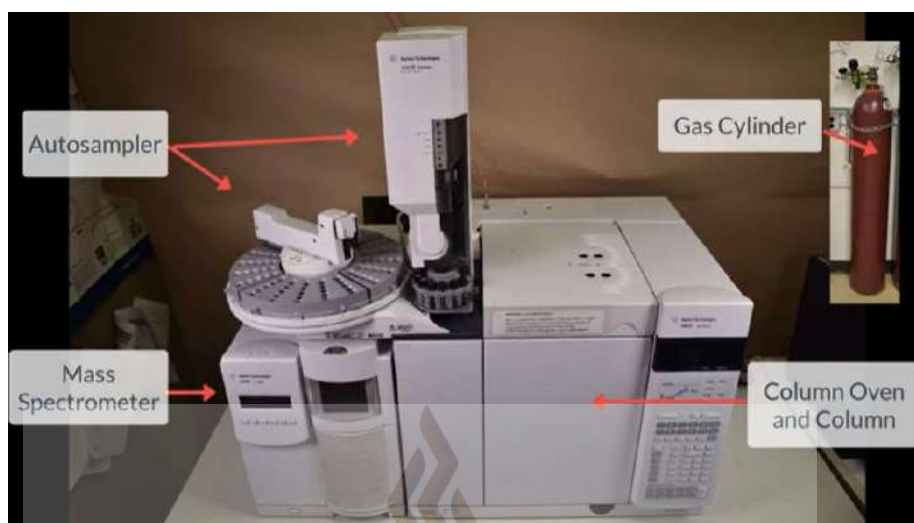
การทำงานของจมูกมนุษย์ เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์ เครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์สามารถทำงานได้เที่ยงตรงโดยไม่แปรผันไปตามอารมณ์และสภาพแวดล้อม จมูกอิเล็กทรอนิกส์มีความไวในการตรวจวัด (1-5 นาที) เครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์สามารถแสดงผลในรูปแบบของแผนที่กลิ่น (Aromagram) ที่สามารถเข้าใจได้ง่าย หรือแสดงผลในรูปแบบของกราฟที่บอกความเข้มข้นของกลิ่นชนิดต่างๆ ที่เป็นเป้าหมายในการตรวจวัด

Zhang et al. (2019) ได้วิจัยการวิเคราะห์ Ochratoxin A (OTA) ในอาหารเลี้ยงเชื้อ *Aspergillus carbonarius* Strains Cultured Grape-based Medium โดยใช้เทคโนโลยี E-nose และการวิเคราะห์ GC-MS ผลการศึกษาพบว่า การวิเคราะห์ด้วย E-nose เป็นวิธีการที่สอดคล้อง เชื่อถือได้ในการเลือกและทำนาย OTA ในสายพันธุ์ *A. carbonarius* ในอาหารเลี้ยงเชื้อ Grape-based Medium

ในปี 2016 ได้ศึกษาการพัฒนาและประเมินระบบจมูกอิเล็กทรอนิกส์แบบพกพา (E-nose) สำหรับการระบุชนิดของหญ้าฝรั่ง *Crocus sativus* L. (Iridaceae) ชนิดต่างๆ โดยอิงจาก Volatile Organic Compounds (VOCs) ใช้ Metal Oxide Semiconductor Gas Sensors และการสุ่มตัวอย่างพื้นที่ส่วนหัวโดยตรง ระบบรับข้อมูลแบบเรียลไทม์ อุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ และคอมพิวเตอร์

แล็ปท็อป พร้อมด้วยเครื่องมือคอมพิวเตอร์หลายตัวแปร ใช้สำหรับการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ ตัวอย่างหญ้าฝรั่น 11 ตัวอย่างจากภูมิภาคต่างๆ ถูกเตรียมสำหรับการทดลอง การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA) และการวิเคราะห์คลัสเตอร์แบบลำดับชั้น (HCA) เป็นแบบจำลองที่ไม่มีผู้ดูแลและเครือข่ายนิวรัล Multilayer Perceptron (MLP) และสี่เหลี่ยมจัตุรัสน้อยที่สุด (PLS) เป็นแบบจำลองภายใต้การดูแลเพื่อพัฒนาความสามารถในการแยกแยะจมูกอิเล็กทรอนิกส์ จากผลการวิจัย PCA ของลายนิ้วมือสารประกอบระเหยง่ายเผยให้เห็นกลุ่มที่แตกต่างกันสิบเอ็ดกลุ่มที่สอดคล้องกับตัวอย่างหญ้าฝรั่นที่ต่างกันสิบเอ็ดตัวอย่าง สิ่งนี้ได้รับการยืนยันเพิ่มเติมโดย HCA ซึ่งจัดกลุ่มออกเป็น 5 คลาสคุณภาพ (QC) (คุณภาพดีเยี่ยม ดีมาก ดี ปานกลาง และต่ำ) ซึ่งใช้เป็นเป้าหมายการจัดหมวดหมู่ MLP และ PLS ผลการวิเคราะห์พบว่าประสิทธิภาพของแบบจำลอง MLP สำหรับการทำนายตัวอย่างหญ้าฝรั่น QC นั้นดีกว่าแบบจำลอง PLS โดยมีอัตราความสำเร็จ 100% และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงของการตรวจสอบความถูกต้อง ($R^2 = 0.989$ และค่า RMSE ที่ค่อนข้างต่ำที่ 0.0141) ผลการศึกษาเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าระบบที่พัฒนาขึ้นนั้นสามารถแยกแยะตัวอย่างหญ้าฝรั่นตามกลิ่นหอมของพวกมันได้ และสามารถใช้เป็นระบบควบคุมคุณภาพกลิ่นได้ (Kiani, Minaei & Ghasemi-Varnamkhasti, 2016)

มีการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างการเก็บรักษาในตู้เย็นของบร็อกโคลี่ที่ตัด โดยใช้จมูกอิเล็กทรอนิกส์ และ Solid Phase Microextraction (SPME) ร่วมกับ Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) ด้วยคุณภาพดั้งเดิม เช่น การสูญเสียมวล ปริมาณคลอโรฟิลล์ การนับเพลตแอโรบิก การประเมินค่าทางประสาทสัมผัส ปริมาณ Malondialdehyde และการซึมผ่านของเยื่อหุ้มเซลล์ และผลของการวิเคราะห์จำแนกรูปแบบ Canonical Discriminant Analysis (CDA) สามารถแยกแยะระหว่างสด (ใน 0-3 วัน) สดปานกลาง (เปิด 6-9 วัน) และตัวอย่างที่เน่าเสีย (ในวันที่ 12-15 วัน) รวมสารระเหย 43 ชนิด (รวมถึงไฮโดรคาร์บอน แอลกอฮอล์ เอสเทอร์ อีเทอร์ อัลดีไฮด์ คีโตน สารประกอบซัลเฟอร์ และสารประกอบซัลเฟอร์ไนโตรเจน) ในตัวอย่างบร็อกโคลี่โดยใช้การวิเคราะห์ GC-MS การสะสมของสารประกอบกำมะถัน เช่น ไดเมทิลไดซัลไฟด์อย่างมีนัยสำคัญถูกสังเกตพบเมื่อเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ทั้งการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA) การวิเคราะห์คลัสเตอร์แบบ Hierarchical (HCA) และ CDA บนข้อมูลจมูกอิเล็กทรอนิกส์สามารถแยกแยะความสดของบร็อกโคลี่สดได้ผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ E-nose สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ GC-MS การศึกษานี้ชี้ว่า E-nose มีศักยภาพที่จะนำไปใช้เป็นเทคนิคที่รวดเร็วในการกำหนดความสดของผักสดนั้นได้ (Chen, Zhang & Guo, 2018)



รูปที่ 2.1 Gas Chromatography-Mass Spectrometry

ที่มา: UAlbertaScience, 2020

กลิ่นตัว รวมไปถึงกลิ่นตามรักแร้และเท้า บุคคลมักไม่สังเกตกลิ่นตัวนี้เนื่องจากการสูญเสียการรับกลิ่น ส่งผลให้บุคคลเหล่านี้รู้สึกอับอายเมื่อได้รับการแจ้งเตือน กลิ่นตัวยังมีผลทางอื่นๆ อีกอันเนื่องมาจากความต้องการที่จะเปลี่ยนเสื้อผ้าและรองเท้าที่เสียหาย/เปื้อน ตรงกันข้ามกับการค้นพบที่ชัดเจนในสัตว์ การมีอยู่ของมนุษย์ อวัยวะ Vomeronasal ยังคงถูกเถียงกันอยู่ เห็นได้ชัดว่าความสามารถในการชอบกลิ่นได้วางแขนและกลิ่นเท้าขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคล วัฒนธรรมวิวัฒนาการและการพัฒนาการรับรู้ อย่างไรก็ตามการปล่อยฟีโรโมนของมนุษย์ที่ไม่มีกลิ่นได้รับการตรวจสอบแล้ว กลิ่นของมนุษย์ถูกควบคุมโดยพันธุกรรมและมีอิทธิพลอย่างเป็นระบบจากการบริโภคอาหารและยา ตลอดจนจากการใช้ผลิตภัณฑ์น้ำหอม เหงื่อออกมากหรือ Hyperhidrosis โดยเฉพาะบริเวณรักแร้ นำไปสู่กลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ โดยเฉพาะในผู้หญิง Hyperhidrosis เกิดจากการหลั่งเหงื่อมากเกินไป เนื่องจากมีปริมาณน้ำที่มากเกินไปซึ่งแบคทีเรียสามารถเจริญเติบโตได้ Hyperhidrosis มักมาพร้อมกับ Bromhidrosis หรือ Osmidrosis หรือกลิ่นตัวที่น่ารังเกียจ ทั้งสองสิ่งนี้สามารถรักษาได้โดยใช้ผลิตภัณฑ์ระงับเหงื่อและระงับกลิ่นกาย ผลิตภัณฑ์รักษากลิ่นตัวเป็นส่วนหนึ่งของอุตสาหกรรมมูลค่าหลายพันล้านดอลลาร์ น้ำหอมระดับสูงมักใช้ในผลิตภัณฑ์เหล่านี้เพื่อกลบกลิ่นเหม็น ที่น่าแปลกใจคือมีการเขียนถึงน้อยเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์บำบัดกลิ่น ตรงข้ามกับผลิตภัณฑ์ดูแลร่างกายอื่นๆ (Kanlayavattanakul & Lourith, 2018)

กลิ่นกายเป็นกลิ่นที่เกิดจากการเติบโตของแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นมากเกินไป แบคทีเรียเหล่านี้สามารถผลิตสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายจากการเผาผลาญตามปกติ สุขอนามัยที่ดีร่วมกับการใช้สารต้านจุลชีพ ช่วยส่งผลให้ปริมาณแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดกลิ่นตัวลดลง น้ำมันหอม

ระเหยมีคุณสมบัติที่ดีมากมาย รวมทั้งมีกลิ่นเฉพาะตัวและมีฤทธิ์ด้านจุลชีพ ในการศึกษา น้ำมันหอมระเหย 8 ชนิด (น้ำมันตะไคร้, น้ำมันกานพลู, น้ำมันใบอบเชย, น้ำมันโหระพา, น้ำมันขมิ้น, น้ำมันมะกรูด, น้ำมันข่า และน้ำมันกระเพรา) ทดสอบกับแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็น 5 ชนิด (*B. subtilis*, *Brevibacterium spp.*, *M. luteus*, *S. epidermidis*, *S. aureus*) จากผลลัพธ์พบว่า น้ำมันตะไคร้ มี MIC (Minimum Inhibitory Concentration (%v/v)) และ MBC (Minimum Bactericidal Concentration (%v/v)) ต่ำที่สุด ในขณะเดียวกัน น้ำมันกานพลูและน้ำมันใบอบเชยมีประสิทธิภาพต่ำกว่าน้ำมันตะไคร้ ดังนั้นน้ำมันตะไคร้จึงถูกเลือกเพื่อพัฒนาเป็นสูตรอิมัลชันฟายเออร์ในตัวสำหรับการแช่เท้า สารลดแรงตึงผิว (Surfactants) 4 ชนิดได้รับเลือกเพื่อทดสอบความเข้ากันได้กับน้ำมันตะไคร้ มีเพียง Tween 20 และ Span 20 เท่านั้นที่มีลักษณะที่ชัดเจนและไม่มีการแยกเฟสหลังจากผสมกับน้ำมันและนำมารวมกันเพื่อใช้ในสูตรผสม ความเข้มข้นสูงสุดของน้ำมันตะไคร้ในสูตรคือ 40% w/w Tween 20 และ Span 20 ถูกผสมในอัตราส่วนต่างๆ ตั้งแต่ 50:10% ถึง 10:50% w/w หลังจากผสมกับน้ำแล้ว สูตรผสมทั้งหมดสามารถถูกทำให้เป็นอิมัลชันได้ง่ายๆ ด้วยขนาดอนุภาคน้อยกว่า 200 นาโนเมตร และไม่พบการแยกเฟส สูตรที่ประกอบด้วยน้ำมัน 40:50:10% โดยน้ำหนัก: Tween 20:Span 20 แสดงให้เห็นฤทธิ์ด้านแบคทีเรียที่มีศักยภาพมากที่สุด และ MIC และ MBC ของมันต่ำกว่าน้ำมันตะไคร้เพียงอย่างเดียวเนื่องจากการก่อกวนของอิมัลชันที่ละเอียดมาก สูตรนี้แสดงให้เห็นศักยภาพในการพัฒนาสูตรอิมัลชันสำหรับแช่เท้าเพื่อใช้ในสปาไทย (Khuntayaporn & Suksiriworapong, 2017)

ปัจจุบันเครื่องมือวิเคราะห์ Gas Chromatograph–Mass Spectrometry (GC-MS) และจมูกอิเล็กทรอนิกส์ (E-nose) ได้กลายเป็นเครื่องมือในการตรวจจับและวิเคราะห์กลิ่นในร่างกายมนุษย์ ด้วยความสามารถทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ กลิ่นตัวของมนุษย์ประกอบด้วยสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOC) หลายชนิด ด้วยการใช้ Stir Bar Sorptive Extraction ต่อกับ Thermal Desorption (Penn et al., 2007) พบ 241 Peak ใน GC-MS ของเหงื่อจากรักแร้, 179 Peak ในน้ำลาย และ 163 Peak ในปัสสาวะต่อคน รายชื่อ 152 VOCs ที่พบโดย GC-MS จากเหงื่อรักแร้แสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 VOCs ที่พบในกลิ่นกายโดยวิธี GC/MS

Compound	RT (min)	Substances
Alcohols/Phenols	9.98	2-Phenylethanol
Alcohols/Phenols	12.3	A-Terpineol

ตารางที่ 2.1 VOCs ที่พบในกลิ่นกายโดยวิธี GC/MS (ต่อ)

Compound	RT (min)	Substances
Alcohols/Phenols	12.47	Γ -Terpineol
Alcohols/Phenols	12.9	2-Phenoxyethanol
Alcohols/Phenols	13.34	Citronellol
Alcohols/Phenols	13.82	Geraniol
Alcohols/Phenols	16.48	Eugenol
Alcohols/Phenols	18.93	Isoeugenol
Alcohols/Phenols	21.93	1-Tridecanol
Alcohols/Phenols	26.83	Pentadecanol
Alcohols/Phenols	27.75	A Hexadecadienol
Alcohols/Phenols	29.51	Hexadecanol
Aldehydes	12.74	Decanal
Aldehydes	13.93	P-Anisaldehyde
Aldehydes	14.38	Geranial
Aldehydes	15.46	Undecanal
Aldehydes	18.1	Dodecanal
Aldehydes	20.61	Tridecanal
Aldehydes	20.83	Lilial
Aldehydes	23	Tetradecanal
Aldehydes	23.58	Pentylcinnamaldehyde
Aldehydes	26.04	E-2-Hexylcinnamaldehyde
Aldehydes	28.09	Hexadecanal
Ketones	8.98	Acetophenone
Ketones	9.49	2-Nonanone
Ketones	14.99	2-Undecanone
Ketones	15.42	An Isopropylacetophenone

ตารางที่ 2.1 VOCs ที่พบในกลิ่นกายโดยวิธี GC/MS (ต่อ)

Compound	RT (min)	Substances
Ketones	17.47	Jasmone
Ketones	17.69	2-Dodecanone
Ketones	19.45	Γ -Irone
Ketones	19.66	B-Ionone
Ketones	20.22	2-Tridecanone
Ketones	20.54	Z-A-Irone
Ketones	22.52	2-Tetradecanone
Ketones	18.27	A-Ionone
Ketones	23.09	Benzophenone
Ketones	24.08	1-Ethyl-3-Methyl-B-Ionone
Ketones	24.92	2-Pentadecanone
Ketones	27.54	2-Hexadecanone
Ketones	28.7	2-Acetyl-3,5,5,6,8,8-Hexa-Methyl-5,6,7,8-Tetrahydronaphthalene
Ketones	29.22	7-Acetyl-6-Ethyl-1,1,4,4-Tetramethyl Tetralin (Musk 36A)
Esters	11.4	Benzyl Acetate
Esters	12.07	2-Phenylethyl Acetate
Esters	12.73	Dihydromyrcenol Acetate
Esters	14.82	Cis-2-Tert-Butylcyclohexyl Acetate
Esters	16.37	A-Terpinyol Acetate
Esters	16.43	Citronellol Acetate
Esters	16.62	Neryl Acetate
Esters	17.16	Geranyl Acetate
Esters	17.86	Methyl-N-Methylantranilate
Esters	18.28	2-Hexyl-2-Pentenoate
Esters	18.79	E-Cinnamyl Acetate

ตารางที่ 2.1 VOCs ที่พบในกลิ่นกายโดยวิธี GC/MS (ต่อ)

Compound	RT (min)	Substances
Esters	21.24	A-Trichloromethylbenzyl Acetate
Esters	21.95	Pentyl Salicylate
Esters	22.21	Isooctanedioldibutyrate
Esters	22.69	Isoeugenol Acetate
Esters	23.3	Isopropyl Dodecanoate
Esters	23.73	Methyl-Cis-Dihydrojasmonate
Esters	24.15	3Z-1-Hexenyl Salicylate
Esters	24.46	1-Hexyl Salicylate
Esters	25.01	Methyl Trans-Jasmonate
Esters	25.73	A Hexenyl Salicylate
Esters	26.65	Benzyl Benzoate
Esters	27.38	Ethyl Tetradecanoate
Esters	27.53	2-Ethylhexyl Salicylate
Esters	28.23	A Branched Isopropyl Hexadecanoate
Esters	30.06	Ethyl Pentadecanoate
Esters	30.32	2-Phenylethyl Phenylacetate
Esters	30.93	Methyl Palmitate
Esters	32.29	Decyl Octanoate
Esters	32.36	Dodecyl Hexanoate
Esters	32.4	Hexyl Dodecanoate
Esters	32.99	Ethyl Hexadecanoate
Esters	33.7	Isopropyl Hexadecanoate
Esters	35.64	Ethyl Heptadecanoate
Esters	36.47	A Branched Dodecyl Benzoate
Esters	37.35	2-Ethyl-Hexyl 4-Methoxycinnamate
Esters	38	Dodecyl Octanoate

ตารางที่ 2.1 VOCs ที่พบในกลิ่นกายโดยวิธี GC/MS (ต่อ)

Compound	RT (min)	Substances
Esters	38.7	2 Dodecyl Benzoate
Esters	43	19 Tridecyl Benzoate
Esters	47	56 Tetradecyl Octanoate
Esters	49	15 Tetradecyl Benzoate
Hydrocarbons	7.67	P-Cymene
Hydrocarbons	12.26	1-Dodecene
Hydrocarbons	12.5	Dodecane
Hydrocarbons	15.15	Tridecane
Hydrocarbons	17.55	1-Tetradecene
Hydrocarbons	17.77	Tetradecane
Hydrocarbons	18.22	B-Caryophyllene
Hydrocarbons	19.72	Trans-Muurola-4(14),5-Diene
Hydrocarbons	19.96	A Methyl Biphenyl
Hydrocarbons	20.36	A-Farnesene
Hydrocarbons	20.38	Pentadecane
Hydrocarbons	21.77	4-Methylpentadecane
Hydrocarbons	22.56	Hexadecane
Hydrocarbons	23.28	5-Phenylundecane
Hydrocarbons	23.53	4-Phenylundecane
Hydrocarbons	23.99	3-Phenylundecane
Hydrocarbons	24.94	2-Phenylundecane
Hydrocarbons	25.04	Heptadecane
Hydrocarbons	25.49	6-Phenyldodecane
Hydrocarbons	25.66	A Sesquiterpene
Hydrocarbons	25.77	5-Phenyldodecane
Hydrocarbons	26.96	A Propyl-Substituted Dodecane

ตารางที่ 2.1 VOCs ที่พบในกลิ่นกายโดยวิธี GC/MS (ต่อ)

Compound	RT (min)	Substances
Hydrocarbons	27.48	Octadecane
Hydrocarbons	27.57	2-Phenyldodecane
Hydrocarbons	28.09	6-Phenyltridecane
Hydrocarbons	28.64	4-Phenyltridecane
Hydrocarbons	29.4	3-Phenyltridecane
Hydrocarbons	29.54	3-Methyloctadecane
Hydrocarbons	30.13	1-Nonadecene
Hydrocarbons	30.22	Nonadecane
Hydrocarbons	30.38	2-Phenyltridecane
Hydrocarbons	32.19	3-Methylnonadecane
Hydrocarbons	32.93	Eicosane (C-20 Linear Hydrocarbon)
Hydrocarbons	35.79	Heneicosane (C-21 Linear Hydrocarbon)
Hydrocarbons	38.79	Docosane (C-22 Linear Hydrocarbon)
Hydrocarbons	41.49	Tricosane (C-23 Linear Hydrocarbon)
Hydrocarbons	43.44	Tetracosane (C-24 Linear Hydrocarbon)
Amines	12.65	2-Pentylpyrrole
Amines	13.28	2-Phenoxyethylmethylamine
Amines	15.19	An Aliphatic Amine
Amines	16.34	Nicotine
Amines	16.81	4-Sec-Butylaniline
Amines	20.37	N,N-Dimethyl-1-Dodecylamine
Amines	30.24	N,N-Dimethyl-1-Hexadecylamine
Amines	35.88	N,N-Dimethyl-1-Octadecylamine
Amides	17.18	Methyl N,N-Diethylthiocarbamate
Amides	18.04	A Hydroxy Acetanilide
Amides	21.98	N-Propylbenzamide

ตารางที่ 2.1 VOCs ที่พบในกลิ่นกายโดยวิธี GC/MS (ต่อ)

Compound	RT (min)	Substances
Carboxylic acids	12.24	Octanoic Acid
Carboxylic acids	14.76	Nonanoic Acid
Carboxylic acids	21.03	8-Methylundecanoic Acid
Carboxylic acids	21.9	Dodecanoic Acid
Carboxylic acids	22.8	A Methyl Dodecanoic Acid
Carboxylic acids	23.18	9-Methyldodecanoic Acid
Carboxylic acids	25.74	10-Methyltridecanoic Acid
Carboxylic acids	26.8	Myristic Acid (Tetradecanoic Acid)
Carboxylic acids	28.36	A Methyltetradecanoic Acid
Carboxylic acids	28.65	A Methyltetradecanoic Acid
Carboxylic acids	28.84	9-Pentadecenoic Acid
Carboxylic acids	29.31	Pentadecanoic Acid
Carboxylic acids	30.76	A Methylpentadecanoic Acid
Carboxylic acids	31.7	9-Hexadecenoic Acid
Carboxylic acids	32.49	Palmitic Acid (Hexadecanoic Acid)
Carboxylic acids	34.37	9-Heptadecenoic Acid
Carboxylic acids	37.31	Oleic Acid
Carboxylic acids	38.03	Stearic Acid (Octadecanoic Acid)
Lactones	12.27	Γ -Heptanolactone
Lactones	16.7	Γ -Nonanolactone
Lactones	18.6	Coumarin

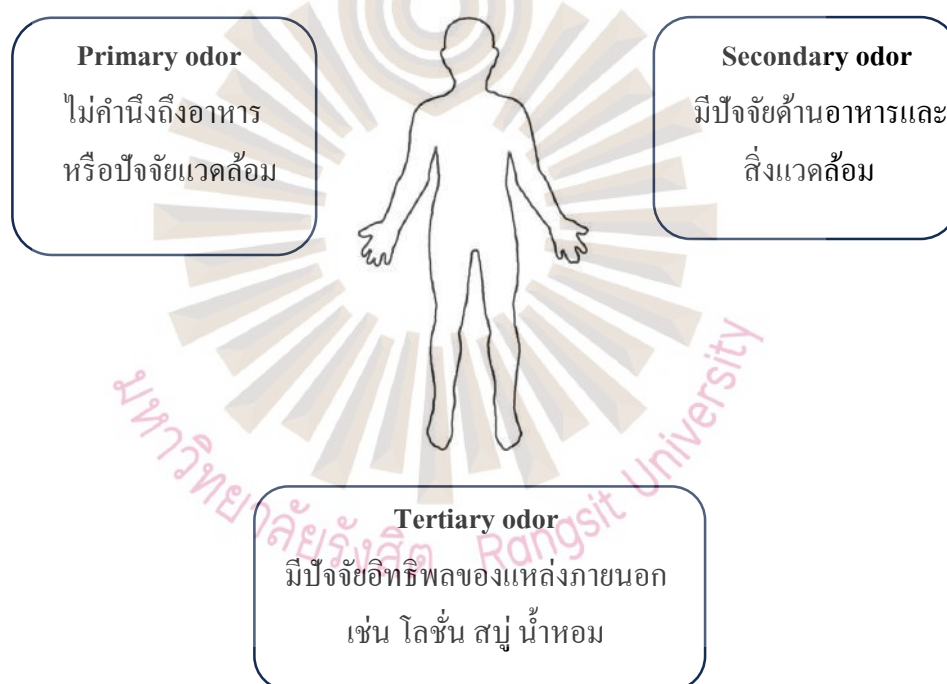
ที่มา: Penn et al., 2007

ตารางที่ 2.2 VOCs ในการทดสอบการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นกายที่สัมพันธ์กับอายุโดยวิธี GC/MS

Compounds Detection rate (%)	<40 y (n=9)	>40 y (n=13)
Hydrocarbons		
1-Octene	11	8
Decane	11	23
Undecane	22	23
Dodecane	67	69
Alcohols		
1-Butanol	11	8
1-Hexanol	11	15
2-Ethylhexanol	89	85
Octanol	11	8
1-Decanol	11	15
Amyl alcohol	11	8
Hexadecanol	11	8
Octadecanol	11	8
Acids		
Acetic acid	22	23
Butyric acid	22	15
Ketones		
4-Methyl-2-pentanone	11	8
6-Methyl-5-heptenone	89	77
Aldehydes		
Hexanal	33	23
Heptanal	11	15
Octanal	89	85
Nonanal	89	85
Decanal	89	69
2-Nonenal	0	69

ที่มา: Haze et al., 2001

Curran, Rabin, Prada and Furton (2005) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบสารประกอบที่สกัดจากการสูมตัวอย่างประกอบด้วย Curran และเพื่อนชายหญิง พบสารประกอบบางชนิด เช่น Dodecanoic Acid, Propanedioic Acid-methyl Ester, Octanal และ Tetradecanoic Acid สามารถสกัดได้จากเพศชายเท่านั้น และไม่มีอยู่ในเพศหญิง โดยรวมแล้ว กลิ่นเฉพาะตัวในร่างกายมนุษย์สามารถกำหนดได้จากหลายปัจจัย ซึ่งอาจมีความเสถียรโดยปัจจัยทางพันธุกรรม หรือแตกต่างกันไปตามสภาพแวดล้อมหรือสภาวะภายใน กลิ่นตัวของมนุษย์สามารถจำแนกได้เป็นสามประเภท ได้แก่ Primary Odor ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่คงที่ตลอดเวลาโดยไม่คำนึงถึงอาหารหรือปัจจัยแวดล้อม ต่อมาคือ Secondary Odor ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่มีอยู่ เนื่องจากปัจจัยด้านอาหารและสิ่งแวดล้อม และ Tertiary odor ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่มีอยู่เนื่องจากอิทธิพลของแหล่งภายนอก เช่น โลชั่น สบู่ น้ำหอม



รูปที่ 2.2 ประเภทกลิ่นตัวของมนุษย์

ที่มา: Curran et al., 2005

จมูกอิเล็กทรอนิกส์ (E-nose) ได้รับการออกแบบและติดตั้งซอฟต์แวร์ที่สามารถตรวจจับและจำแนกกลิ่นตัวรักแร้ของมนุษย์อาร์เรย์ของเซ็นเซอร์โลหะออกไซด์ใช้สำหรับตรวจจับสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย วงจรการวัดใช้ตัวต้านทานตัวแบ่งแรงดันไฟฟ้าเพื่อวัดความไวของเซ็นเซอร์แต่ละตัว E-nose นี้ถูกควบคุมโดยซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นเองภายในผ่านการเก็บข้อมูล

USB แบบพกพาที่มีอัลกอริธึมการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA) ที่ใช้สำหรับการจดจำรูปแบบและการจัดประเภท เนื่องจากความไวของเซนเซอร์แก๊สในการตรวจจับตัวอย่างกลิ่นรักแร้ได้รับผลกระทบจากความชื้น จึงเสนอวิธีการและอัลกอริทึมใหม่ที่รวมฮาร์ดแวร์/ซอฟต์แวร์สำหรับการแก้ไขเสียงรบกวนจากความชื้น หลังการแก้ไขความชื้น แสดงให้เห็นความสามารถ E-nose ในการตรวจจับกลิ่นกายของมนุษย์และแยกแยะความแตกต่างของร่างกาย กลิ่นจากคนสองคนในลักษณะสัมพันธ์กัน สามารถจดจำผู้คนได้แม้หลังจากทาผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นกายแล้ว นี่คือรายงานแรกที่ศึกษาการจดจำกลิ่นรักแร้ด้วย E-nose (Wongchoosuk, Lutz and Kerdcharoen, 2009)

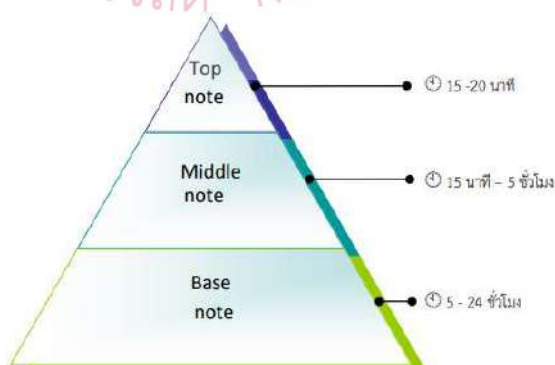
2.1 ระดับแนวกลิ่น

ระดับแนวกลิ่น แบ่ง ได้ 3 ระดับคือ

2.2.1 Top note เป็นกลิ่นของน้ำหอมที่ระเหยส่งกลิ่นออกมาเป็นตัวแรกสุดมักทำจากสารประกอบโมเลกุลเล็กที่ระเหยได้ง่ายโดยกลิ่นช่วงนี้จะอยู่ได้ประมาณช่วง 15 - 20 นาทีแรกหลังจากใส่น้ำหอม

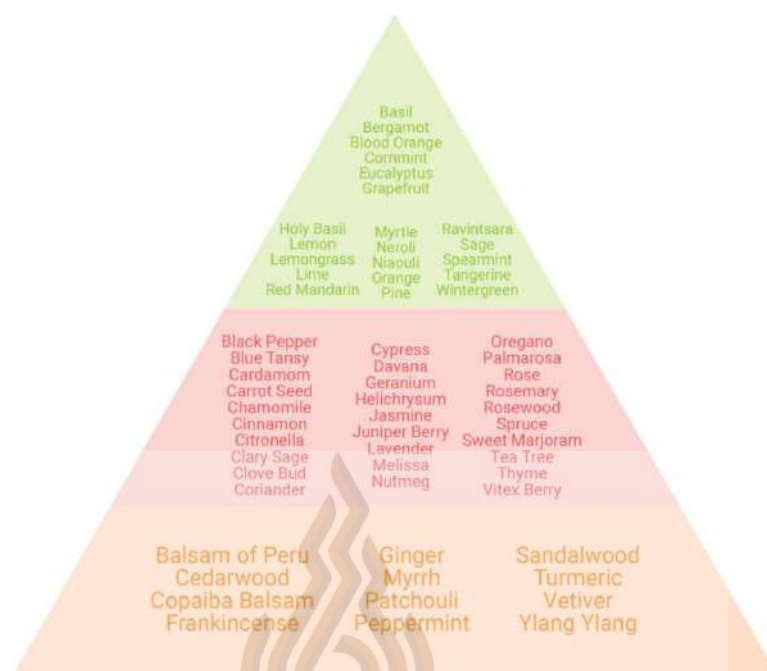
2.2.2 Middle note เป็นกลิ่นของน้ำหอมตัวหลักในน้ำหอมชนิดนั้น จะอยู่ในช่วงเวลาประมาณ 15 - 20 นาที – 5 ชั่วโมงหลังจากใส่น้ำหอม

2.2.3 Base note (Lasting Note) เป็นกลิ่นของน้ำหอมในช่วงที่น้ำหอมส่วนมากแห้งหมดไปแล้วเป็นกลิ่นส่วนสุดท้ายของน้ำหอมสามารถอยู่ได้นานถึง 24 ชม. หรือมากกว่านั้น วัตถุดิบชนิดที่นำมาทำเป็น Lasting Notes มักทำจาก สารประกอบโมเลกุลใหญ่ที่ระเหยได้ช้า จัดเป็น Fixative มีลักษณะของกลิ่นที่ไม่รุนแรงหรือโดดเด่น แต่เป็นกลิ่นที่มีลักษณะหอมแบบเรียบ ๆ



รูปที่ 2.3 แสดงระดับแนวกลิ่น

ที่มา: คณะกรรมการจัดการความรู้, 2562



รูปที่ 2.4 แสดงน้ำมันหอมระเหยในแต่ละปิรามิด

ที่มา: คณะกรรมการจัดการความรู้, 2562

2.2 น้ำมันหอมระเหย

2.2.1 แหล่งที่มาของน้ำมันหอมระเหย น้ำมันหอมระเหยเป็นน้ำมันที่สกัดได้จากส่วนต่างๆ ของพืช ได้แก่ ดอก ผล เปลือกผล เมล็ด ใบ ราก ลำต้น ใต้ดิน เนื้อไม้ หรือเปลือกไม้ โดยพืชเหล่านี้จะมีบริเวณพิเศษซึ่งทำหน้าที่เก็บสะสมสารที่มีกลิ่นหอม ได้แก่

2.2.1.1 เซลล์น้ำมัน (Oil Cells) หรือ เซลล์เรซิน (Resin Cells) พบได้จากพืชวงศ์อบเชย พืชวงศ์จิง พืชวงศ์พริกไทย และวงศ์จันทน์เทศ

2.2.1.2 โพรงเก็บน้ำมัน (Oil Cavities) หรือถุงน้ำมัน (Oil Sacs) พบได้จากพืชวงศ์ส้มและพืชวงศ์ชมพู

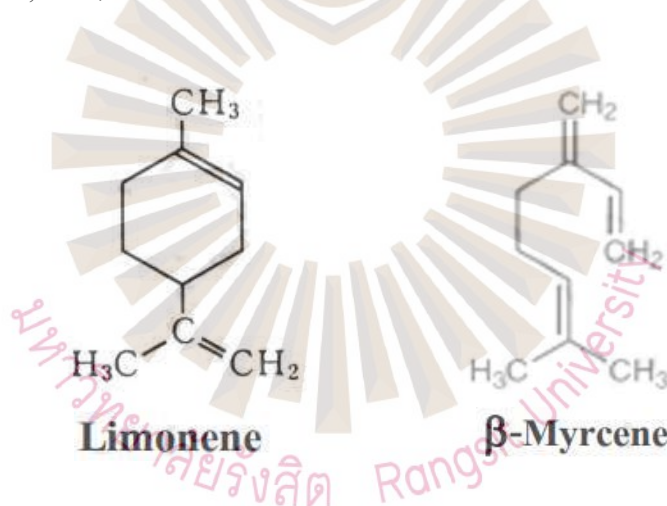
2.2.1.3 ช่องเก็บน้ำมัน (Oil Canal) หรือช่องเก็บเรซิน (Resin Canals) พบได้จากพืชวงศ์ผักชีและพืชวงศ์สน

2.2.1.4 ท่อเก็บน้ำมัน (Oil Ducts) พบได้จากพืชวงศ์ Asteraceae เช่น คาโมไมล์

2.2.1.5 Glandular Hairs พบได้จากพืชวงศ์กะเพรา Internal Hairs พบได้จากพืชวงศ์กล้วยไม้ บริเวณเซลล์เนื้อเยื่อบาง ๆ รอบพาเรนไคมา (Parenchyma) หรือพบได้จากพืชวงศ์จำปา (ฐานันท์ หงส์รัตนวรกิจ, 2550)

2.2.2 องค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหย องค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหย (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2541) น้ำมันหอมระเหยเป็นสารประกอบที่มีส่วนผสมซับซ้อน แต่ละชนิดประกอบด้วยองค์ประกอบทางเคมีหลายชนิด ส่วนใหญ่มักเป็นสารประกอบพวกเทอร์พีนส์ (Terpenes) สูตรทั่วไป คือ $(C_5H_8)_n$ สามารถแบ่งองค์ประกอบทางเคมีได้ 3 ประเภท ดังนี้

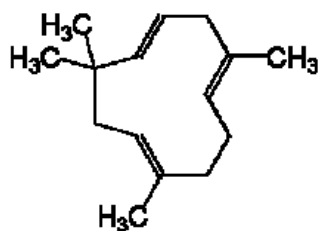
2.2.2.1 โมโนเทอร์พีนส์ (Monoterpenes) มีอะตอมของคาร์บอนเป็นโครงสร้างหลัก 10 อะตอม เกิดจากการนำ Isoprene 2 ตัวมาเชื่อมต่อกันในรูปของสารเรียงตัวเป็นวง เช่น Limonene พบมากในน้ำมันมะนาวและน้ำมันผิวสน และเรียงตัวแบบไม่เป็นวง เช่น β -myrcene, Linalool (ดังรูปที่ 2.2) (ฐาปนีย์ หงส์รัตนวรกิจ, 2550) น้ำมันหอมระเหยในกลุ่มนี้มีคุณสมบัติในการกระตุ้นระบบประสาท ระงับเชื้อและขับเสมหะ นอกจากนี้ยังพบว่ามีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็งและชักนำให้เกิด Apoptosis ได้อีกด้วย (จิระเดช มโนสร้อย, พงศธร ธรรมณอม และ อรัญญา มโนสร้อย, 2553)



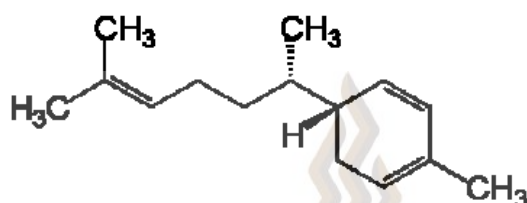
รูปที่ 2.5 แสดงโมโนเทอร์พีนส์

ที่มา: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2548

2.2.2.2 เสสควิเทอร์พีนส์ (Sesquiterpenes) มีอะตอมของคาร์บอนโครงสร้างหลัก 15 อะตอม เกิดจากการนำ Isoprene 3 ตัวมาเชื่อมกัน (ฐาปนีย์ หงส์รัตนวรกิจ, 2550) เช่น สาร β -Caryophyllene พบมากใน น้ำมันฝรั่ง สาร Zingiberene พบมากในน้ำมันสกัดจากพืชตระกูลขิง (ดังรูปที่ 2.3) สารในกลุ่มนี้มีคุณสมบัติด้านการอักเสบ ช่วยผ่อนคลาย



Humulene



Zingiberene

รูปที่ 2.6 แสดงโครงสร้างของเสสควิเทอร์พีนส์
ที่มา: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2548

2.2.2.3 ฟีนิล โพรเพน (Phenylpropenes) มีโครงสร้างหลักเป็นวงอะโรมาติก (Aromatic Ring) ต่อกับอะตอมของคาร์บอน 3 อะตอม เช่น สาร Eugenol/Cinnamic Aldehyde พบในน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชยจีน อบเชยลังกา มีคุณสมบัติในการต้านแบคทีเรียและชาเฉพาะที่ (Local Anesthetic) สาร Anethole/Estragole พบได้ในน้ำมันหอมระเหยจากต้นจันทน์เทศ (Nutmeg) โหระพา (Sweet Basil) เป็นต้น มีคุณสมบัติในการแก้การเกร็ง (ฐาปนีย์ หงส์รัตนวรกิจ, 2550)

2.2.3 วิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหย วิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหย (Methods of Extraction) มีหลายวิธี การเลือกวิธีการสกัด การเลือกวิธีการสกัดควรคำนึงถึงวัตถุประสงค์ในการนำน้ำมันหอมระเหยไปใช้ประโยชน์ ส่วนของพืชที่ใช้ องค์ประกอบของพืช เป็นต้น วิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหยมีดังนี้

2.2.3.1 การกลั่น (Distillation) เป็นวิธีที่นิยมแพร่หลาย เป็นวิธีที่ประหยัดและสามารถแยกน้ำมันหอมระเหยได้เกือบทุกชนิด สิ่งที่สำคัญที่ต้องควบคุมในการกลั่นคือ ระยะเวลา และอุณหภูมิ เพราะจะส่งผลถึงคุณภาพและกลิ่นของน้ำมันที่ได้ (ฐาปนีย์ หงส์รัตนวรกิจ, 2550)

2.2.3.2 การสกัดโดยใช้ตัวทำละลาย (Solvent extraction) วิธีนี้ทำให้ได้น้ำมันหอมระเหยที่มีความเข้มข้นสูง โดยตัวทำละลายที่นิยมใช้ได้แก่ ปิโตรเลียมอีเทอร์ เบนซีน หรือ เฮกเซน ซึ่งจะสกัดสารหอมจากพืชออกมา ซึ่งจะมีไข สารสี และแอลบูมินออกมาด้วย นำสารที่สกัดได้

ไประเหยไล่ตัวทำละลายออกที่อุณหภูมิค่าภายใต้ระบบสุญญากาศจะได้ส่วนที่เรียกว่า Concrete (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2548) นิยมนำไปทำสบู่ แต่ไม่นิยมใช้ในน้ำหอมเนื่องจากยังไม่บริสุทธิ์พอ

2.2.3.3 การบีบหรือการบีบเย็น (Expression/Cold expression) วิธีนี้นิยมใช้กับพืชตระกูลส้ม เช่น ส้ม มะกรูด มะนาว โดยการบีบเปลือกผลไม้ทำให้เซลล์ของพืชแตกออกแล้วปล่อยน้ำมันออกมา

2.2.3.4 การสกัดโดยใช้ไขมัน (Enfleurage) วิธีนี้ใช้กับดอกไม้กลีบบาง จำพวกพวกกุหลาบและดอกมะลิ โดยการนำดอกไม้มาวางทับกระดาษระกอกที่เคลือบด้วยไขมันบางๆ เพื่อใช้ไขมันดูดซับสารหอมจากดอกไม้ ไขมันที่ดูดซับสารหอมได้เรียก Pomade นำ Pomade ที่ได้ไปละลายในแอลกอฮอล์จะได้น้ำมันหอมระเหยออกมา การผลิตน้ำมันหอมระเหยใช้วิธีนี้ 10%

2.2.3.5 การสกัดโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์ (Super-critical Carbon Dioxide Extraction) วิธีนี้เป็นวิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหยแบบใหม่โดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในรูปของเหลวและแก๊ส ภายใต้ความดันและอุณหภูมิที่สูง โดยใช้ความดันประมาณ 200 atm ที่อุณหภูมิประมาณ 30 °C น้ำมันหอมระเหยที่ได้จะมีคุณภาพดีและมีความบริสุทธิ์สูง แต่มีข้อเสียคือ เครื่องมือมีราคาแพงมาก

2.2.4 การวิเคราะห์หองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย เนื่องจากน้ำมันหอมระเหยประกอบด้วยองค์ประกอบทางเคมีหลายชนิดแตกต่างกันไป ในการวิเคราะห์หองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยสามารถทำได้หลายวิธี วิธีที่นิยมนำมาใช้ในการวิเคราะห์ได้แก่

2.2.4.1 แก๊สโครมาโทกราฟี (Gas Chromatography, GC) เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์หองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยมากที่สุด คอลัมน์ที่นิยมใช้เป็นแบบ capillary ภายในบรรจุและเคลือบด้วยเฟสนิ่ง (Stationary Phase) เช่น DB-1, Carbowax, OV-1, OV-101 ฯลฯ ในการเลือกชนิดของเฟสนิ่งเป็นสิ่งที่สำคัญมากเพราะจะมีผลต่อประสิทธิภาพในการแยกสาร และการวิเคราะห์ หากเลือกไม่เหมาะสมอาจเกิดผลผิดพลาดและทำให้การวิเคราะห์เป็นไปได้ยาก เครื่องตรวจวัดที่นิยมใช้ได้แก่ FID (The Flame Ionization Detector) ใช้สำหรับตรวจแยกวัดปริมาณขององค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยบางชนิด

2.2.4.2 High Performance Liquid Chromatography (HPLC) เป็นเทคนิคที่ไม่เป็นที่นิยมมากนักในการนำมาวิเคราะห์หองค์ประกอบทางเคมีในน้ำมันหอมระเหย ส่วนใหญ่จะใช้คอลัมน์ชนิด Normal Phase

2.2.4.3 การใช้เทคนิค Hyphenated และ Multidimensional Gas Chromatography Hyphenated หรือ Multidimensional เป็นเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีในน้ำมันหอมระเหยที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น เป็นการนำเทคนิคตั้งแต่ 2 เทคนิคขึ้นไปมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหย โดยอาจนำเครื่องมือชนิดเดียวกันมาต่อพ่วงเข้าด้วยกัน เช่น GC-MS เป็นเทคนิคที่นิยมใช้มากที่สุด เพื่อเป็นการตรวจสอบและยืนยันผลที่ได้จากการวิเคราะห์ครั้งแรกด้วย GC-FID

2.2.4.4 Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy (NMR) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการศึกษาโครงสร้างของสารในน้ำมันหอมระเหยโดยดูค่าการดูดกลืนพลังงานเรโซแนนซ์ของอะตอมของโปรตอนและคาร์บอนในโมเลกุลสารนั้นๆ (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2548)

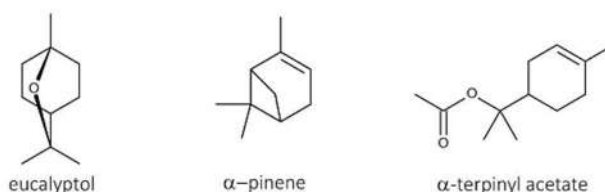
2.2.5 การใช้น้ำมันหอมระเหย การใช้น้ำมันหอมระเหยในสุนทรบำบัดมีวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันไป โดยทั่วไปมักใช้เพื่อบำบัดรักษาโรคและใช้ในเครื่องสำอางเพื่อความงาม สุนทรบำบัดจึงสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่

2.2.5.1 สุนทรบำบัดเพื่อการรักษาโรค เป็นการนำน้ำมันหอมระเหยมาใช้ในการบำบัดรักษาโรคหรือบรรเทาอาการของโรคทั้งทางร่างกายและจิตใจ ตัวอย่างเช่น น้ำมันยูคาลิปตัส น้ำมันกานพลู เป็นน้ำมันหอมระเหยที่มีคุณสมบัติในการต้านจุลชีพในระบบทางเดินหายใจ น้ำมันคาร์โมไมล์ น้ำมันสน ช่วยบรรเทาอาการปวดกล้ามเนื้อและข้อต่อ น้ำมันกุหลาบ น้ำมันมะลิ น้ำมันลาเวนเดอร์ เป็นน้ำมันที่หอมระเหยที่ช่วยบรรเทาอาการผิดปกติทางด้านจิตใจ ซึ่งเกิดจากความเครียด ภาวะซึมเศร้า วิตกกังวล นอนไม่หลับ เป็นต้น

2.2.5.2 สุนทรบำบัดเพื่อความงาม เป็นการใช้น้ำมันหอมระเหยเป็นส่วนผสมในเครื่องสำอางหรือผลิตภัณฑ์เสริมความงามบางชนิด มีคุณสมบัติในการช่วยบำรุงผิวพรรณ ชะลอความแก่ ลดริ้วรอย ต้านอนุมูลอิสระ ฯลฯ น้ำมันหอมระเหยที่ใช้ ได้แก่ น้ำมันลาเวนเดอร์ น้ำมันซีดาร์วู้ด น้ำมันทีทรี เป็นต้น (ฐาปณีย์ หงส์รัตนวารกิจ, 2550)

น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส (*Eucalyptus, Eucalyptus globulus* Labill) เป็นน้ำมันหอมระเหยที่ได้รับความนิยมในการใช้ในอุตสาหกรรมน้ำมันหอมระเหย ยูคาลิปตัสเป็นต้นไม้สูงได้ถึง 70 เมตร เปลือกนอกเป็นเส้นใย เปลือกด้านในเรียบ ใบอ่อนสีเงิน-น้ำเงิน รูปไข่ปลายแหลม มีเขตกำเนิดในเขตป่าฝนออสเตรเลียตะวันออกเฉียงใต้และทัสมาเนีย แล้วแพร่กระจายปลูกไปทั่วโลก มีการใช้ยูคาลิปตัสทั้งภายในและภายนอก โดยประโยชน์ของน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสจากงานวิจัย

ต่างๆ ก็มีดังนี้ มีผลการวิจัยตีพิมพ์ในวารสาร Clinical Microbiology & Infection ว่าน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสมีฤทธิ์ต้านแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคในทางเดินหายใจส่วนบน รวมถึงต้านแบคทีเรียชนิด *Haemophilus influenzae* และ *Streptococcus* ได้ นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสาร Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine พบว่า น้ำมันยูคาลิปตัสสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* การฆ่าเชื้อ *S. hominis* ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่ทำให้เกิดกลิ่นตัว ทั้งยังมีฤทธิ์ในการต้านไวรัสได้ น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส มีส่วนช่วยในการบรรเทาอาการหวัด ลดไข้ แก้อาการคัดจมูกได้เป็นอย่างดี โดยการสูดดมกลิ่นหอมของน้ำมันหอมระเหยจะทำให้ทางเดินหายใจโล่งขึ้น และช่วยฆ่าเชื้อโรคที่เป็นตัวการของอาการป่วยโรคหวัด ฤทธิ์ต่อระบบทางเดินหายใจ ช่วยละลายเสมหะ ขับเสมหะ แก้ไอ บรรเทาอาการคัดจมูก ช่วยลดการตั้งครรภ์ (Decogestant) กระตุ้น ระบบทางเดินหายใจ องค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยที่มีคุณสมบัติในการละลายเสมหะ ได้แก่ สารพวกคีโตน เช่น Carvone, Menthone (ฐาปนีย์ หงส์รัตนารกิจ, 2550), University of Maryland Medical (UMM) ได้นำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับการใช้น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสไว้ว่า ชาวอะบอริจิน ได้ใช้ยูคาลิปตัสในการรักษาโรคที่เกิดจากเชื้อราและรักษาบาดแผลที่ผิวหนัง ทั้งยังมีการศึกษาวิจัยพบว่าน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสสามารถใช้ในการต่อต้านเชื้อราเพื่อป้องกันการติดเชื้อราที่พบได้บ่อย เช่น เชื้อราแคนดิดา (*Candida*) และเชื้อราเล็บเท้า (*Toenail Fungus*) สารสกัดยูคาลิปตัสและน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส มีคุณสมบัติบรรเทาอาการปวดได้ โดย Eucalyptamint จากยูคาลิปตัสถูกใช้เป็นส่วนประกอบในยา Methyl Salicylate Topical เพื่อใช้ในการรักษาอาการปวดกล้ามเนื้อและข้อ อาการเคล็ดขัดยอก โรคข้ออักเสบ และอาการปวดหลัง นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของจุนและคณะ (Jun et al., 2013) ที่ตีพิมพ์ในวารสาร Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine พบว่าในผู้ป่วยผ่าตัดเข้าที่สุดดมน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสเป็นเวลา 30 นาที จะมีอาการปวดลดลงและฟื้นตัวได้เร็วอย่างเห็นได้ชัด, ฤทธิ์ต่อระบบกล้ามเนื้อและข้อต่อ น้ำมันหอมระเหยจะทำหน้าที่ในการเพิ่มการไหลเวียนของเลือดบริเวณที่มีเลือดคั่งอยู่ ทำให้ลดอาการ บวมหรืออักเสบได้ โดยน้ำมันหอมระเหยที่มีคุณสมบัติด้านการอักเสบมีองค์ประกอบที่สำคัญคือ Azulene, Chamazulene, (-)- α -bisabolol (ฐาปนีย์ หงส์รัตนารกิจ, 2550)



รูปที่ 2.7 แสดงโครงสร้างทางเคมีของส่วนประกอบหลักน้ำมันยูคาลิปตัส

ที่มา: Sandner, Heckmann and Weghuber, 2020

2.3 เทคโนโลยีจมูกอิเล็กทรอนิกส์

จมูกอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Nose) เป็นอุปกรณ์ตรวจวัดกลิ่นที่เลียนแบบการดมกลิ่นของจมูกมนุษย์โดยจะเปลี่ยนข้อมูลกลิ่นให้เป็นข้อมูลดิจิทัล (Digitization of Smell) ทำให้สามารถวิเคราะห์ ประเมินคุณลักษณะของกลิ่น รวมถึงจำแนกแยกแยะกลิ่นได้ จมูกอิเล็กทรอนิกส์อาศัยหลักการทำงานของเซนเซอร์ตรวจวัดแก๊สหรือโมเลกุลกลิ่นหลายเซนเซอร์ร่วมกันในรูปแบบของแถว (Sensor Array) โดยการประมวลผลสัญญาณ จัดจำรูปแบบ วิเคราะห์และจำแนกกลิ่นด้วยหลักการของปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence)



รูปที่ 2.8 เครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Nose)

ที่มา: Eamsa-ard, Swe, Seesaard, & Kerdchareon, 2018

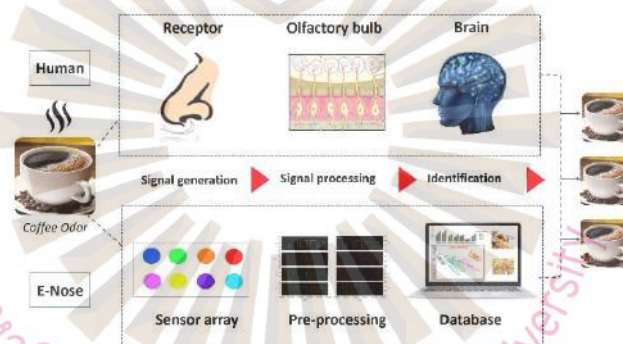
2.3.1 หลักการทำงานของจมูกอิเล็กทรอนิกส์เทียบกับมนุษย์ โดยปกติระบบรับรู้กลิ่นของมนุษย์จะประกอบด้วย ส่วนรับกลิ่น ซึ่งรวมถึงตัวรับกลิ่นและระบบนำกลิ่นเข้ามา ส่งต่อระบบนำสัญญาณประสาท ซึ่งรวมถึงระบบส่งและขยายสัญญาณ และระบบประมวลผล ซึ่งจะสามารถแยกแยะและจดจำกลิ่นได้ จมูกอิเล็กทรอนิกส์มีหลักการทำงานคล้ายกับจมูกมนุษย์ ซึ่งประกอบไปด้วยแก๊สเซนเซอร์ 8 ชนิด โดยเซนเซอร์แถว (Sensor Array) เปรียบเสมือน Olfactory Receptors ของจมูกมนุษย์ในการจับกับโมเลกุลกลิ่น เซนเซอร์จะมีความต้านทานไฟฟ้าเปลี่ยนไปเมื่อทำอันตรกิริยากับไอระเหยโมเลกุลกลิ่น โดยเซนเซอร์แต่ละตัวจะมีความไวต่อสารเคมีระเหยแต่ละชนิดแตกต่างกัน สัญญาณจากเซนเซอร์จะถูกนำมารวบรวมและแปลงสัญญาณจากอนาล็อกให้เป็นดิจิทัล จากนั้นจะส่งสัญญาณดิจิทัลผ่านยังหน่วยประมวลผลเข้าสู่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ และใช้หลักการทางสถิติหรือหลักการฟิสิกส์ ซึ่งได้แก่ วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA) เพื่อใช้ในการจัดจำรูปแบบของ

กลิ่นและจำแนกกลิ่น รวมถึงการวิเคราะห์ระดับความเข้มของกลิ่น จมูกอิเล็กทรอนิกส์มีลักษณะที่เลียนแบบระบบรับรู้กลิ่นของมนุษย์ดังนี้

2.3.1.1 ส่วนรับกลิ่นประกอบไปด้วยเซนเซอร์รับกลิ่นจำนวนมาก ตั้งแต่ 4 ตัวไปจนถึงนับพันตัว และระบบนำกลิ่นเข้ามา (มอเตอร์ดูดอากาศ เพื่อรวบรวมกลิ่น)

2.3.1.2 ส่วนรวบรวมสัญญาณ ซึ่งจะทำการแปรสัญญาณจากเซนเซอร์ (Transducing) และจัดการสัญญาณ (Signal Conditioning) เช่น ลดสัญญาณรบกวน จากนั้นจะแปลงสัญญาณจากอนาล็อกให้เป็นสัญญาณดิจิทัล (A/D Converter)

2.3.1.3 ส่วนประมวลผล ซึ่งจะนำสัญญาณที่ได้รับมาเปรียบเทียบกับเชิงสถิติกับฐานข้อมูลที่มีอยู่เดิม และอาจจะใช้วิธีการระบบประสาทเทียม (Artificial Neural Networks) เพื่อทำการแยกแยะกลิ่น รวมไปถึงการเรียนรู้และจดจำรูปแบบของกลิ่น



รูปที่ 2.9 แสดงการทำงานของเครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์ เทียบกับกลไกการรับกลิ่นของมนุษย์
ที่มา: Eamsa-ard et al., 2018

ตารางที่ 2.3 แสดงข้อมูลเบื้องต้นของแก๊สเซนเซอร์แต่ละชนิดในเครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์

ลำดับ	ชนิดของเซนเซอร์
1	Combustible Gases
2	Ammonia (Low Concentration)
3	Organic Solvent Vapor
4	Air Contaminant 2
5	Iso-Butane, Ammonia, Ethanol
6	Methyl Mercaptan and Trimethyl Amine

ตารางที่ 2.3 แสดงข้อมูลเบื้องต้นของแก๊สเซนเซอร์แต่ละชนิดในเครื่องจุ่มกิโลอิเล็กทรอนิกส์ (ต่อ)

ลำดับ	ชนิดของเซนเซอร์
7	LP Gas
8	Solvent Vapor

ที่มา: Eamsa-ard et al., 2018

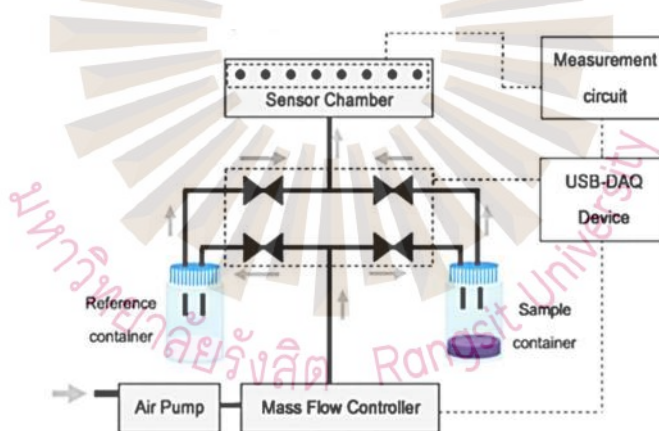
2.3.2 วิธีการทดลองตรวจวัดกลิ่นตัวอย่างด้วยเครื่องจุ่มกิโลอิเล็กทรอนิกส์ การทดลองตรวจวัดกลิ่นตัวอย่างด้วยเครื่องจุ่มกิโลอิเล็กทรอนิกส์ จะต้องเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกันในการแปรผลซึ่งประกอบไปด้วย

2.3.2.1 เครื่องจุ่มกิโลอิเล็กทรอนิกส์

2.3.2.2 ขวดแก้วสำหรับบรรจุตัวอย่าง โดยจะดูดกลิ่นของตัวอย่างผ่านปั๊มลม

2.3.2.3 Zero Grade Air สำหรับเป็น Reference Gas และ Carrier Gas

2.3.2.4 เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับรับข้อมูลสัญญาณและการแปลผลข้อมูล



รูปที่ 2.10 แสดงองค์ประกอบในการวัดของเครื่องจุ่มกิโลอิเล็กทรอนิกส์

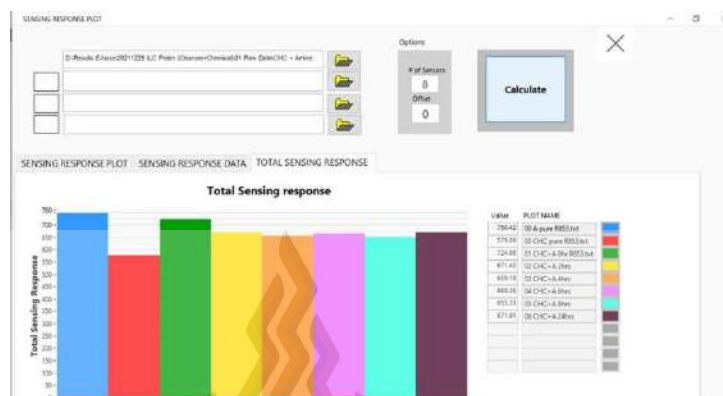
ที่มา: Eamsa-ard et al., 2018

2.3.3 การวิเคราะห์ผลด้วยเครื่องจุ่มกิโลอิเล็กทรอนิกส์ เครื่องจุ่มกิโลอิเล็กทรอนิกส์วิเคราะห์ผลด้วยวิธีทางสถิติ 3 วิธีดังนี้

2.3.3.1 อัตราการตอบสนองของแก๊สเซนเซอร์รายหัวต่อกลิ่นของตัวอย่าง (Sensor Response) ระดับความหอม/แรง ของกลิ่น

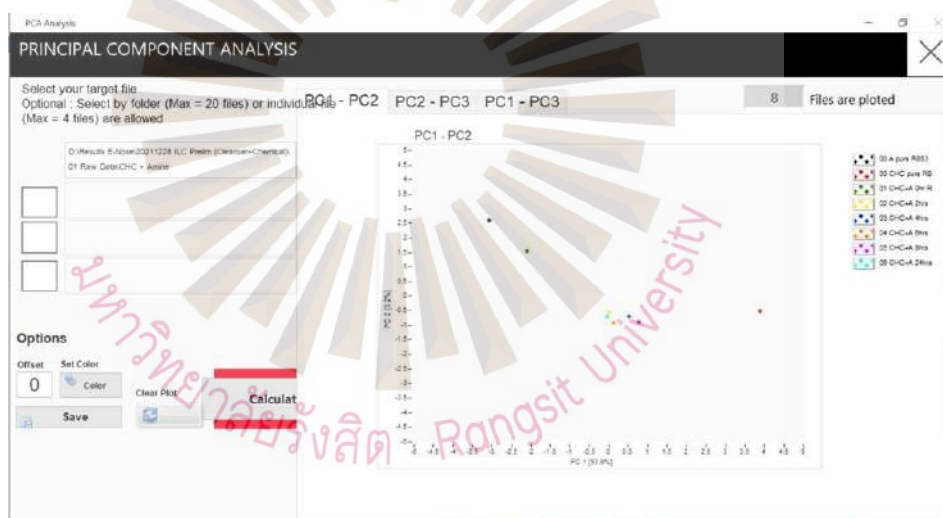
2.3.3.2 การวิเคราะห์ความแตกต่างของคุณลักษณะกลิ่นแต่ละตัวอย่างด้วยวิธี Principal Component Analysis (PCA)

2.3.3.3 การวิเคราะห์ความเหมือนของคุณลักษณะกลิ่นแต่ละกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธี Hierarchical Cluster Analysis (HCA)



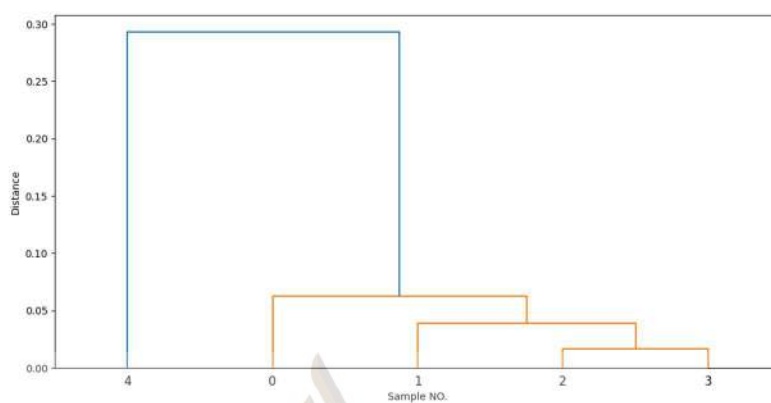
รูปที่ 2.11 แสดงการตอบสนองของเครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Nose)

ที่มา: Eamsa-ard et al., 2018



รูปที่ 2.12 การวิเคราะห์ความแตกต่างของคุณลักษณะกลิ่นแต่ละตัวอย่างด้วยวิธี PCA

ที่มา: Eamsa-ard et al., 2018



รูปที่ 2.13 รูปแสดงวิเคราะห์ความเหมือนของคุณลักษณะกลิ่น
แต่ละตัวอย่างด้วยวิธี Hierarchical Cluster Analysis (HCA)

ที่มา: Eamsa-ard et al., 2018



บทที่ 3

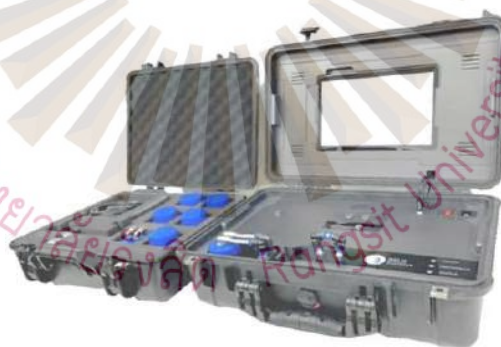
ระเบียบวิธีการวิจัย

3.1 ตัวอย่าง

น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส บริษัท อุตสาหกรรมเครื่องหอมไทย-จีน จำกัด, ประเทศไทย

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องวัดกลิ่นจมูกอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Nose) ใช้ Metal Oxide Sensors ที่แตกต่างกัน 8 ชนิด ทำงานที่อุณหภูมิ 0 ถึง 80 องศาเซลเซียส มีอัตราการไหลเข้าของอากาศในอัตรา 500 – 1000 มิลลิลิตร/นาที



รูปที่ 3.1 เครื่องวัดกลิ่นจมูกอิเล็กทรอนิกส์

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ตัวอย่างและสารที่ใช้สำหรับการทดสอบ

3.3.1 น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส Product Code 220151-20014, Batch No. 22040971-2, บริษัท อุตสาหกรรมเครื่องหอมไทย-จีน จำกัด, ประเทศไทย

3.3.2 Nonanal Sigma Aldrich, USA

3.3.3 Air Zero LABGAZ, USA

งานวิจัยนี้เลือกใช้ Nonanal เป็นตัวแทนของกลิ่นกายเนื่องจาก Nonanal สามารถพบได้บนผิวหนังได้ 85% ในผู้ที่อายุมากกว่า 40 ปี และสามารถพบได้ 89% ในผู้ที่อายุน้อยกว่า 40 และยังพบสูงสุด 100% ที่มือ (Curran et al., 2007)



รูปที่ 3.2 ขวดบรรจุตัวอย่างสำหรับทดสอบ

เตรียมตัวอย่างลงในขวดบรรจุตัวอย่างสำหรับทดสอบ ตามตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 เตรียมตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

ลำดับ	ตัวอย่าง	ปริมาณที่ใช้
1	น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส	0.25 ml.
2	Nonanal 5 ppm.	0.25 ml.
3	น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสผสม Nonanal	0.25 ml.

วัดกลิ่นตัวอย่างโดยใช้เครื่องวัดกลิ่นจมูกอิเล็กทรอนิกส์ตามขั้นตอนดังนี้



ตารางที่ 3.2 แสดงรูปแบบการวัดตามเวลา

ลำดับ	ตัวอย่าง	ชั่วโมง ที่ 0	ชั่วโมง ที่ 1	ชั่วโมง ที่ 4	ชั่วโมง ที่ 6	ชั่วโมง ที่ 8	ชั่วโมง ที่ 24
1	น้ำมันหอมระเหย ยูคาลิปตัส						
2	Nonanal						
3	น้ำมันหอมระเหยยูคา ลิปตัส ผสม Nonanal						

การทดลองที่ 1: ทดสอบกลิ่นพื้นฐานของน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส

ทำการทดลองวัดกลิ่นพื้นฐานของน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสโดยทำการวัดกลิ่นของตัวอย่างเป็นเวลา 3 นาที เป็นสัญญาณกลิ่นตัวอย่าง (Sample) และวัดอากาศที่ไม่มีกลิ่นที่บรรจุภายในถึง Air Zero Grade เป็นเวลา 5 นาที เป็นสัญญาณ Reference โดยใช้ Flow Rate ของอากาศที่ไหลเข้าสู่ระบบด้วยอัตรา 1 ลิตรต่อนาที

การทดลองที่ 2: ทดสอบความคงทนและประสิทธิภาพในการดับกลิ่นเหม็นของน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส

ทำการทดลองประสิทธิภาพในการดับกลิ่นเหม็นของน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสโดยเตรียมกลิ่น Nonanal และทำการหยคน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส ปริมาณ 0.25 ml. ลงบนหนังสือพิมพ์

ทำการวัดกลิ่นของตัวอย่างเป็นเวลา 5 นาที เป็นสัญญาณกลิ่นตัวอย่าง (Sample) และวัดอากาศที่ไม่มีกลิ่นที่บรรจุภายในถัง Air Zero Grade เป็นเวลา 5 นาที เป็นสัญญาณ Reference โดยใช้ Flow Rate ของอากาศที่ไหลเข้าสู่ระบบด้วยอัตรา 1 ลิตรต่อนาที เว้นระยะห่างแต่ละกลิ่นตัวอย่างเป็นระยะเวลา 5 นาที ตามตารางที่ 3.3

เมื่อการทดลองวัดตัวอย่างทั้งสามชนิดเสร็จตามลำดับ ทำการประมวลผลข้อมูลที่ได้ต่อไปผ่านคอมพิวเตอร์เพื่อจำแนกกลิ่น



รูปที่ 3.3 การทดลองตรวจวัดกลิ่นตัวอย่างด้วยเครื่องจุลอิเล็กทรอนิกส์

ตารางที่ 3.3 ตารางแสดงการทดลอง

Condition	Essential oil	Nonanal
ขนาดของตัวอย่าง:	0.25 มิลลิลิตร	5 ppm, 0.25 มิลลิลิตร
อุณหภูมิการทดลอง:	25 องศาเซลเซียส	25 องศาเซลเซียส
Reference Time:	5 นาที	5 นาที
Sample Time:	3 นาที	3 นาที
อัตราการไหล:	1 ลิตร/นาที	1 ลิตร/นาที

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

เครื่องวัดกลิ่นแบบจมูกอิเล็กทรอนิกส์จะนำผลการวัดการคงอยู่ของกลิ่น หรือความคงทนของกลิ่นของน้ำมันหอมระเหยแต่ละตัวในแต่ละเวลา มาเปรียบเทียบกับประมวลผลข้อมูลของกลิ่นแบบดิจิทัล วิเคราะห์ผลการทดลองด้วยวิธีทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ นอกจากนั้นยังใช้วิธีการวัดอัตราการตอบสนองของแก๊สเซนเซอร์ต่อกลิ่นของตัวอย่าง ซึ่งสามารถบอกถึงระดับความเข้มข้นของกลิ่นน้ำมันหอมระเหยคุณภาพดี

การวิเคราะห์ความแตกต่าง (Classification) ของคุณลักษณะกลิ่นแต่ละตัวอย่างด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA) และการวิเคราะห์ความเหมือน (Similarity) ของคุณลักษณะกลิ่นแต่ละตัวอย่างด้วยวิธีการวิเคราะห์กลุ่มแบบขั้นตอน (HCA) การทดสอบอัตราการตอบสนองของเซนเซอร์แต่ละตัว จะใช้ผลต่างของความต้านทานของเซนเซอร์แต่ละหัวที่ทำปฏิกิริยากับกลิ่นและความต้านทานของเซนเซอร์ในสภาวะอากาศบริสุทธิ์ตามสมการดังต่อไปนี้

$$R_{\%change} = \frac{(R_0 - R)}{R_0} \times 100 \quad (3-1)$$

โดยที่ $R_{\%change}$ คือ อัตราการตอบสนองของเซนเซอร์

R_0 คือ ค่าความต้านทานของเซนเซอร์ขณะวัดกลิ่น Reference

R คือ ค่าความต้านทานของเซนเซอร์ขณะวัดกลิ่น Sample

ในการทดลองจะใช้ค่า R_0 ที่วัดได้จากอากาศบริสุทธิ์ที่บรรจุอยู่ในถัง Air Zero Grade และใช้ค่า R ที่วัดได้จากแหล่งกำเนิดกลิ่นตามสถานที่ทดลอง โดยถ้าอัตราการตอบสนองของแก๊สเซนเซอร์มีค่าสูง แปลว่าตัวอย่างนั้นมีกลิ่นแรง

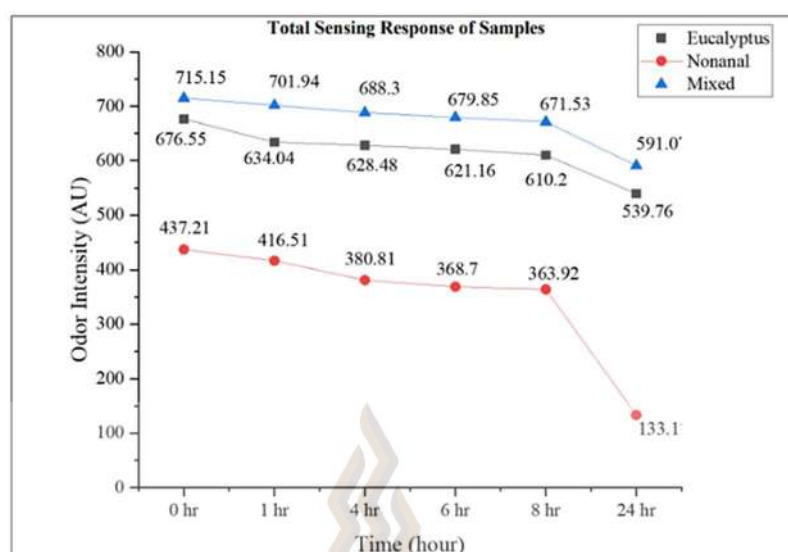
บทที่ 4

ผลการวิจัย

ทำการทดลองด้วยเครื่องวัดกลิ่นจมูกอิเล็กทรอนิกส์วัดกลิ่นพื้นฐานของน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสจำนวน 0.25 มิลลิกรัม บนหนังสือพิมพ์ที่ตัดขนาด 3x3 ซม. โดยทำการวัดกลิ่นของตัวอย่างเป็นเวลา 3 นาที เป็นสัญญาณกลิ่นตัวอย่างที่ 1 และวัดอากาศที่ไม่มีกลิ่นที่บรรจุภายในถึง Air Zero Grade เป็นเวลา 5 นาที เป็นสัญญาณ Reference โดยใช้อัตราการไหลของอากาศที่ไหลเข้าสู่ระบบด้วยอัตรา 1 ลิตรต่อวินาที อุณหภูมิห้อง 25 องศาเซลเซียส ทำการวัดสองครั้งและหาค่าเฉลี่ยด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เครื่องวัดกลิ่นจมูกอิเล็กทรอนิกส์ โดยทำการวัดที่เวลาชั่วโมงที่ 0, 1, 4, 6, 8 และ 24 ทำการวัดแบบเดียวกันกับตัวอย่างที่ 2 และ 3 โดยเตรียมหนังสือพิมพ์ที่มีกลิ่นของโนนาลอด 0.25 มิลลิกรัม เป็นตัวอย่างที่ 2 และน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสผสมโนนาลอดบนหนังสือพิมพ์ เป็นตัวอย่างที่ 3 ได้ผลการทดสอบดังนี้

4.1 ผลการทดสอบอัตราการตอบสนองของเซ็นเซอร์ต่อกลิ่นของตัวอย่าง (Sensor Response)

แนวโน้มการตอบสนองโดยรวมของตัวอย่างที่อุณหภูมิห้องบ่งชี้ถึงระดับความเข้มข้นของกลิ่น ใช้เครื่องวัดกลิ่นจมูกอิเล็กทรอนิกส์เพื่อประเมินอัตราการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของกลิ่นเป็นช่วงเวลาและเก็บข้อมูลหลังจาก 24 ชั่วโมง พบว่าความเข้มข้นของกลิ่นของน้ำมันยูคาลิปตัสลดลง 20% ในขณะที่สารโนนาลอดซึ่งเป็นตัวแทนของกลิ่นกายมีความเข้มข้นของกลิ่นลดลงอย่างมากถึง 70% ซึ่งลดลงมากกว่าตัวอย่างผสมของยูคาลิปตัสและโนนาลอด โดยพบที่ความเข้มข้นของกลิ่นลดลง 17% หลัง 24 ชั่วโมง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าน้ำมันยูคาลิปตัสสามารถใช้กลบกลิ่นกายได้ เพราะระดับของสารโนนาลอดลดลงตามเวลา แต่กลิ่นของน้ำมันยูคาลิปตัสลดลงเล็กน้อย สามารถกลบกลิ่นกายได้นานถึง 8 – 24 ชั่วโมง (รูปที่ 4.1)



*Remark: AU = Arbitrary Unit (of Odor)

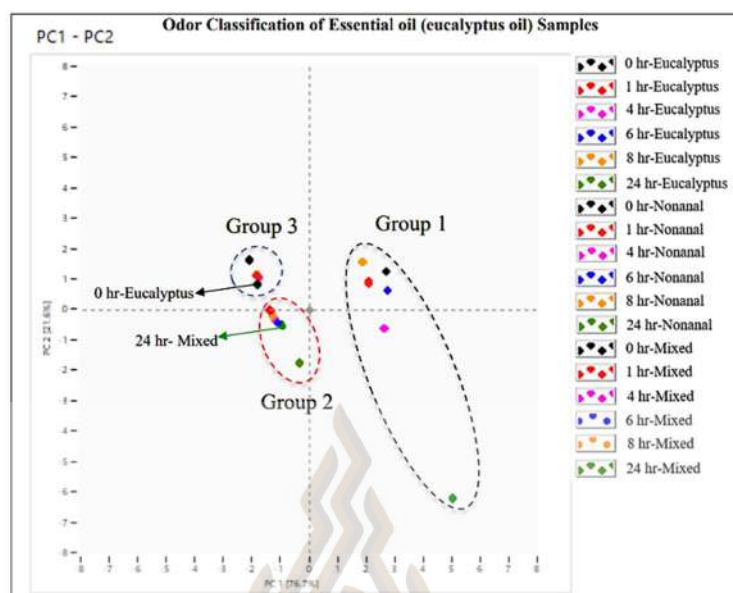
รูปที่ 4.1 อัตราการตอบสนองของแก๊สเซนเซอร์ต่อกลิ่นของตัวอย่าง

4.2 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของกลิ่นด้วยวิธี PCA

การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก PCA จะทำการวิเคราะห์ผลการวัดกลิ่นจากเครื่อง วัดกลิ่น จมูกอิเล็กทรอนิกส์เพื่อเปรียบเทียบลักษณะข้อมูลการตอบสนองต่อกลิ่นของเครื่องของแต่ละ ตัวอย่าง วิธีดังกล่าวเป็นการนำข้อมูลการตอบสนองของเซนเซอร์ต่อกลิ่นของแต่ละตัวอย่างมา คำนวณและพล็อตออกมาเป็นกราฟแบบ 2 มิติ ทำการเปรียบเทียบการกระจายตัวของข้อมูลกลิ่น ระหว่าง Component ต่าง ๆ ด้วยวิธีดังกล่าวสามารถบอกได้ว่ากลิ่นในแต่ละตัวอย่างมีความเหมือน หรือแตกต่างกันอย่างไร โดยแต่ละจุดที่เกิดขึ้นในกราฟของแต่ละสี คือจำนวนข้อมูลของการวัดซ้ำ (Cycle) และข้อมูลจากตัวอย่างเดียวกันจะอยู่ในวงกลมสีเดียวกัน ถ้าวงกลมของแต่ละสีมีการตัดกัน หรือใกล้เคียงกัน หมายความว่าชุดข้อมูลนั้น ๆ จะมีความคล้ายคลึงกัน ผลการวิจัยได้กราฟ PCA แสดงถึงการแบ่งกลุ่มของกลิ่นได้กลุ่มที่เหมือนกันแบ่งได้เป็นสามกลุ่ม กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย 0 hr.-Nonanal, 1 hr.-Nonanal, 4 hr.-Nonanal, 6 hr.-Nonanal, 8 hr.-Nonanal และ 24 hr.-Nonanal กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย 24 hr.-Mixed, 1 hr.-ยูคาลิปตัส, 4 hr.-ยูคาลิปตัส, 6 hr.-ยูคาลิปตัส, 8 hr.- ยูคาลิปตัส และ 24 hr.-ยูคาลิปตัส กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วย 0 hr-ยูคาลิปตัส, 0 hr-Mixed, 1 hr-Mixed, 4 hr-Mixed, 6 hr-Mixed and 8 hr-Mixed แสดงให้เห็นว่ากลิ่นของแต่ละกลุ่มแยกออกจากกันอย่างชัดเจน พอสมควร โดยกลุ่มของกลิ่นกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 อยู่ใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นถึงความใกล้เคียง ของกลิ่นของทั้งสองกลุ่ม นั่นคือน้ำมันยูคาลิปตัส (กลุ่มที่ 2) มีกลิ่นใกล้เคียงกับ Mixed (กลุ่มที่ 3)

ตารางที่ 4.1 แสดงความเข้มข้นของกลิ่น

Samples	Time (Hour)	Total Sensing Response (AU)	Different Odor Intensity (%)
Eucalyptus	0	676.55	-
	1	634.04	-6.28
	4	628.48	-7.10
	6	621.16	-8.18
	8	610.20	-9.80
	24	539.76	-20.21
Nonanal	0	437.21	-
	1	416.51	-4.73
	4	380.81	-12.89
	6	368.70	-15.66
	8	363.92	-16.76
	24	133.17	-69.54
Mixed	0	715.15	-
	1	701.94	-1.84
	4	688.30	-3.75
	6	679.85	-4.93
	8	671.53	-6.09
	24	591.07	-17.35



รูปที่ 4.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักต่อกลิ่นของตัวอย่าง

ตารางที่ 4.2 การแบ่งกลุ่มตามความแตกต่างของกลิ่นเทียบกับน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส

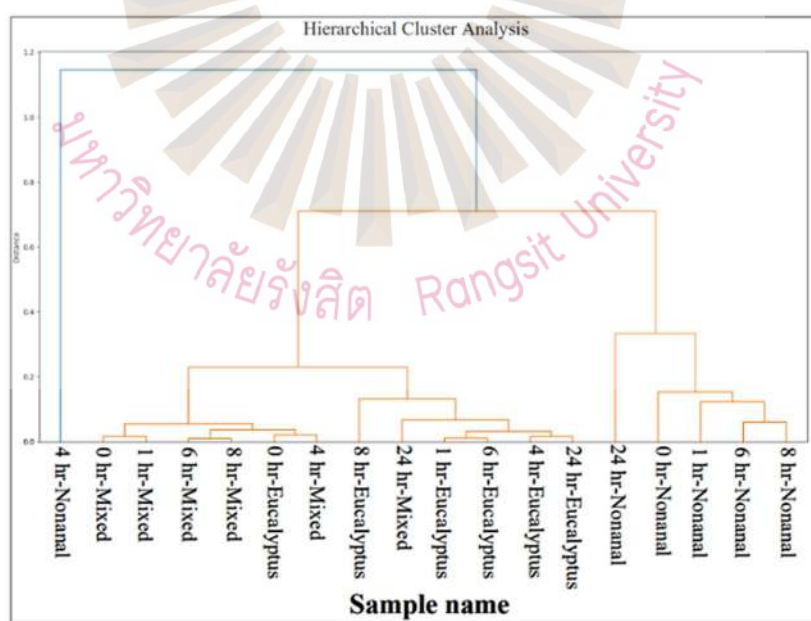
Control Sample	Testing Sample	Odor Group	Odor Difference (%)
0 hr-Eucalyptus (Odor group 3)	8 hr-Mixed	3	1.10
	6 hr-Mixed	3	1.44
	1 hr-Mixed	3	1.57
	0 hr-Mixed	3	5.33
	1 hr-Eucalyptus oil	2	7.24
	6 hr-Eucalyptus oil	2	8.14
	4 hr-Mixed	3	9.28
	8 hr-Eucalyptus oil	2	9.41
	4 hr-Eucalyptus oil	2	11.46
	24 hr-Mixed	2	13.14
	24 hr-Eucalyptus oil	2	23.74
	6 hr Nonanal	1	52.70
	1 hr Nonanal	1	55.16
	8 hr Nonanal	1	63.06

ตารางที่ 4.2 การแบ่งกลุ่มตามความแตกต่างของกลิ่นเทียบกับน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส (ต่อ)

Control Sample	Testing Sample	Odor Group	Odor Difference (%)
0 hr-Eucalyptus (Odor group 3)	0 hr Nonanal	1	63.48
	4 hr Nonanal	1	64.58
	24 hr Nonanal	1	100.00

4.3 ผลการวิเคราะห์ความเหมือนของคุณลักษณะกลิ่นแต่ละตัวอย่างด้วยวิธีการวิเคราะห์กลุ่มแบบขั้นตอน (Hierarchical Cluster Analysis, HCA)

วิธี HCA แสดงถึงการแบ่งกลุ่มของตัวอย่างที่มีความใกล้เคียงกันจะอยู่ในกลุ่มเดียวกัน จากการทดลองพบว่า สามารถแบ่งตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ โดยกลิ่นของน้ำมันยูคาลิปตัสอยู่รวมกันเป็นคลัสเตอร์เดียวกัน เช่นเดียวกับอีก 2 กลุ่มที่รวมกันเป็นคลัสเตอร์เดียวกัน โดยกลุ่มน้ำมันยูคาลิปตัสมีความใกล้เคียงกับกลิ่นของตัวอย่างแบบผสมมากกว่าคลัสเตอร์ของกลิ่นของกลุ่มโนนาล ซึ่งอยู่ห่างออกไปและมีความแตกต่างออกไปอย่างชัดเจน



รูปที่ 4.3 วิธีการวิเคราะห์กลุ่มแบบขั้นตอน

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าเครื่องจุมกอิเล็กทรอนิกส์สามารถแยกกลิ่นของน้ำมันหอมระเหยออกจากกลิ่นกายมนุษย์ได้ โดยที่น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสสามารถใช้กลบกลิ่นของโนนानอลที่ทำให้เกิดกลิ่นกายบนผิวได้ โดยการเปรียบเทียบกับกลิ่นโนนानอล กับกลิ่นน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสเดี่ยว ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก และวิธีการวิเคราะห์กลุ่มแบบขั้นตอน พบว่ากลิ่นของน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และกลิ่นของตัวอย่างแบบผสม มีความใกล้เคียงกันมากกว่ากลิ่นของโนนानอล ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าน้ำมันยูคาลิปตัสสามารถใช้กลบกลิ่นของโนนानอลที่ทำให้เกิดกลิ่นกายบนผิวได้ สามารถใช้เป็นน้ำมันในการเตรียมเป็นผลิตภัณฑ์ดับกลิ่นกายได้ในระยะเวลาไม่น้อยกว่า 8 - 24 ชั่วโมง

บรรณานุกรม

- กฤษฎา ฤตะคาม และดวงสมร ลิ้มปิติ. (2553). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ฉีดพ่นบรรเทาปวดกล้ามเนื้อ
เนื่องจากน้ำมันหอมระเหยในพืชสมุนไพร. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- คณะกรรมการจัดการความรู้. (2562). คู่มือน้ำมันหอมและการประยุกต์ใช้ในการสอนและการวิจัย
เครื่องสำอาง. เชียงราย: มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง.
- จิระเดช มโนสร้อย, พงศธร ธรรมณอม และอริญญา มโนสร้อย. (2553). ฤทธิ์ด้านมะเร็งของน้ำมัน
หอมระเหยจากเครื่องเทศและสมุนไพรไทย. เชียงใหม่: โรงพิมพ์ครองช้าง.
- ฐาปณีย์ หงส์รัตนารกิจ. (2550). น้ำมันหอมระเหยและการใช้ในสุคนธบำบัด. กรุงเทพฯ: คณะเภสัช
ศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุชัยญา พรหมสมบุญ, อนงค์นาฏ โสภณางกูร, ประพฤติ พรหมสมบุญ และ สุชาดา กรเพชร
ปาน. (2560). ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 5 ชนิด ต่อการผ่อนคลาย
ความเครียด. วารสารวิจัย, 10(2), 68-75.
- สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2548). น้ำมันหอมระเหยไทย. กรุงเทพฯ:
บริษัทเซเวน กรุ๊ป จำกัด.
- Chen, H.Z., Zhang, M., & Guo, Z.M. (2018). Discrimination of fresh-cut broccoli freshness by
volatiles using electronic nose and gas chromatography-mass spectrometry. *Postharvest
Biology and Technology*, 148(2019), 168–175.
- Curran, A.M., Rabin, S.I., Prada, P.A., & Furton, K.G. (2005a). Comparison of the Volatile
Organic Compounds Present in Human Odor using SPME-GC/MS. *Journal of Chemical
Ecology*, 31, 1607- 1619.
- Curran, A.M., Rabin, S.I., Prada, P.A., & Furton, K.G. (2005b). Analysis of the Uniqueness and
Persistence of Human Scent. *Forensic Science Communications*, 7, 2-6.
- Curran, A.M., Ramirez, C. F., Schoon, A. A., & Furton, K. G. (2007). The frequency of
occurrence and discriminatory power of compounds found in human scent across a
population determined by SPME-GC/MS. *Journal Chromatography B*, 846, 86–97.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Eamsa-ard, T., Swe, M.M., Seesaard, T., & Kerdchareon, T. (2018). Development of Electronic Nose for Human Body Odor in the Cosmetic Industry. *Institute of Electrical and Electronics Engineer*, 7, 2378-8143. doi: 10.1109/GCCE.2018.8574831.
- Haze, S., Gozu, Y., Nakamura, S., Sawano, K., Ohta, H., & Yamazaki, K. (2001). 2-Nonenal Newly Found in Human Body Odor Tends to Increase with Aging. *Journal of Investigative Dermatology*, 116, 520-524.
- Jun, Y.S., Kang, P., Min, S.S., Lee, J.M., Kim, H.K., & Seol, G.H. (2013). Effect of eucalyptus oil inhalation on pain and inflammatory responses. *Evidence-Based Complementary Alternative Medicine*, 2013(50), 342-349. doi: 10.1155/2013/502727.
- Kanlayavattanakul, M., & Lourith, N. (2018). Plants and Natural Products for the Treatment of Skin Hyperpigmentation - A Review. *Planta Med*, 84(14), 988-1006.
- Kiani, S., Minaei, S., & Ghasemi-Varnamkhasti M. (2016). A portable electronic nose as an expert system for aroma-based classification of saffron. *Chemo and Intel*, 156, 148-156.
- Khuntayaporn P., & Suksiriworapong J. (2017). Efficacy of essential oil formulations against malodor causing bacteria. *Pharmaceutical Sciences Asia*, 44(4), 209-216.
- Penn, D.J., Oberzaucher, E., Grammer, K., Fischer, G., Soini, H.A., Wiesler, D., Novotny, M.V., Dixon, S.J., Xu Y., & Brereton, R.G. (2007). Individual and Gender Fingerprints in Human Body Odour. *Journal of the Royal society interface*, 4, 331-340.
- Sandner, G., Heckmann, M., & Weghuber, J. (2020). Immunomodulatory Activities of Selected Essential Oils. *Biomolecules* 2020, 10, 1139.
- Wongchoosuk, C., Lutz, M., & Kerdcharoen, T. (2009). Detection and Classification of Human Body Odor Using an Electronic Nose. *Journal of Sensor*, 9, 7234-7249.
- UAlbertaScience. (2020, September 23). Gas chromatography mass spectrometry [Video file]. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=q-N4fSSz3ME>.
- Zhang, X., Li, M., Cheng, Z., Ma, L., Zhao L., & Li, J. (2019). A comparison of electronic nose and gas chromatography–mass spectrometry on discrimination and prediction of ochratoxin A content in *Aspergillus carbonarius* cultured grape-based medium. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 156(2016), 148–156.

ภาคผนวก
เอกสารรับรองน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส
(Certificate of Analysis)





Thai-China Flavours and Fragrances Industry Co., Ltd.

บริษัท อุตสาหกรรมเครื่องหอมไทย-จีน จำกัด

The Senses of Natural Co-Creation

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Date : 28/04/2022
 Product name : EUCALYPTUS OIL
 Product code : 220151-20014
 Reference no. : 2106107/2021
 Batch no. : 22040971-2
 Quantity : 1 Kg.

Item	Specification	Results
Colour and appearance	: Colourless to pale yellow and clear liquid	: Accept
Odour	: Green-cool characteristic eucalyptus leaves odour special herby note	: Accept
Specific gravity (20/20°C)	: 0.9010 ~ 0.9200	: 0.9121
Refractive index (20°C)	: 1.4512 ~ 1.4672	: 1.4605
Mfd. Date		: 28/04/2022
Exp. Date		: 27/04/2024

The document is computer generated and no signature is required.

In case of enquiry, please contact

20014/EFF160721

F-QC-012 REV.02

Wasut Somsirikul

(Quality Control Supervisor)

Office
 58/95-89 Moo 2, Bangrak Pattana,
 Bang Bua Thong, Nonthaburi 11110 THAILAND
 Tel : +66 2952 5380-3 Fax : +66 2952 5385
 59/66-68 หมู่ที่ 2 ตำบลบางวัดหลวง
 อำเภอสามโคก จังหวัดนนทบุรี 11110

Factory (Phra Nakhon Si Ayutthaya)
 99 Moo 2, Lat Bua Luang-Maitra Road, Lat Bua Luang,
 Phra Nakhon Si Ayutthaya 13230 THAILAND
 Tel : +66 3537 9211, +66 3537 9501-2 Fax : +66 3537 9504-5
 99 หมู่ที่ 2 ถนนลาดบัวหลวง-มิตรรา ตำบลลาดบัวหลวง
 อำเภอสามโคก จังหวัดนนทบุรี 13230

Factory (Chiang Rai)
 222 Moo 1, San Sai, Mae Chan,
 Chiang Rai 57110 THAILAND
 Tel : +669 5998 3182
 222 หมู่ที่ 1 ตำบลสันทราย
 อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 57110

www.tcff-thailand.com

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	ณัฐกฤตา ศิลาทอง
วัน เดือน ปีเกิด	5 กันยายน 2520
สถานที่เกิด	จังหวัดสุราษฎร์ธานี ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคนิคการแพทย์, 2543 มูลนิธิการแพทย์แผนไทยพัฒนา กระทรวงสาธารณสุข วิชาชีพแพทย์แผนไทย สาขาเภสัชกรรม, 2563 มูลนิธิการแพทย์แผนไทยพัฒนา กระทรวงสาธารณสุข วิชาชีพแพทย์แผนไทย สาขาเวชกรรม, 2564 มหาวิทยาลัยรังสิต ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการแพทย์ แผนตะวันออก, 2566
ที่อยู่ปัจจุบัน	92/488 หมู่ 2 ตำบลหลักหก อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี 12000
สถานที่ทำงาน	บริษัท จินฉัฐตา แลบบอราทอรีส์ จำกัด
ตำแหน่งปัจจุบัน	กรรมการผู้จัดการ บริษัท จินฉัฐตา แลบบอราทอรีส์ จำกัด ผู้เชี่ยวชาญผลิตภัณฑ์วัดแก๊สจากลมหายใจ บริษัท Bedfont Scientific Ltd. ประเทศอังกฤษ