



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร)

ปริญญา

พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร

พัฒนาผลิตภัณฑ์

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่ทรี

Development of Foot Deodorant Spray Product Containing Tea Tree Essential Oil

นามผู้วิจัย นางสาววิสสา ดิษฐ์น้อย

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วัลย์รัตน์ จันทระพานนท์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์สุพินดา วินิจฉัย, วท.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์อุดมลักษณ์ สุขอัสตะ, ป.ด.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์อนุวัตร แจ่มชัด, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา อีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

สืบศิริ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยทีทรี

Development of Foot Deodorant Spray Product Containing Tea Tree Essential Oil

โดย

นางสาวริสสา ดิษฐ์น้อย

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร)

พ.ศ. 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ริสสา ดิษฐ์น้อย 2556: การพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของ
น้ำมันหอมระเหยทีทรี ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
เกษตร) สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์วัลย์รัตน์ จันทรานนท์, Ph.D.
160 หน้า

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมัน
หอมระเหยทีทรี เพื่อเป็นสารช่วยในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดกลิ่นเท้า ในการสำรวจ
พฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายอายุ 15-50 ปี แนวความคิดของผลิตภัณฑ์
เป็นสเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรียจากน้ำมันหอมระเหยทีทรีมีลักษณะ
ใส ให้กลิ่นหอมเย็น สามารถลดกลิ่นเท้าได้ดี และซึมผ่านเข้าผิวหนังโดยไม่รู้สึกเหนียวเหนอะหนะบน
ผิวเท้า จากนั้นศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของน้ำมันหอม
ระเหยทีทรีที่ได้จากการกลั่นแตกต่างกัน 3 วิธี คือ การกลั่นด้วยน้ำ การกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ และการ
กลั่นด้วยไอน้ำ พบว่าน้ำมันหอมระเหยทีทรีที่ได้จากทุกวิธีการกลั่นมีลักษณะใสไม่มีสี การกลั่นด้วยน้ำ
และไอน้ำได้ปริมาณน้ำมันทีทรีสูงสุด (2.75%) แต่องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยทีทรีที่
ได้จากการกลั่นด้วยน้ำมีปริมาณสาร terpinen-4-ol สูงที่สุด (41.37 ± 1.07) และยังมีค่าความเข้มข้น
ต่ำสุดในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย (MBC) ต่ำสุดคือ 2.56 mg/ml ดังนั้นจึงเลือกวิธีการกลั่นด้วยน้ำเป็น
วิธีการกลั่นในงานวิจัยนี้ ซึ่งผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่พัฒนาได้มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหย
ทีทรี 0.5% และส่วนประกอบอื่นๆ คือ Deionized water 65.63%, Ethanol 26.78%, Solulan™ 75
lanolin (PEG-75 lanolin) 1.92%, Ethylene Diamine Tetraacetic Acid (EDTA) 0.03%,
Menthol crystal 0.10% และ Aloe vera extraction 5.00% ค่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์มีค่าความหนืด
7.88 cP ค่า pH เท่ากับ 6.51 ค่าสีในระบบ L* a* และ b* เท่ากับ 93.05, -0.65 และ 7.85
ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์นี้มีปริมาณแบคทีเรีย ยีสต์และราทั้งหมด (Total colony count) น้อยกว่า 10
CFU/ml สำหรับ *Staphylococcus aureus* *Streptococcus* spp. *Pseudomonas aeruginosa* และ
Salmonella spp. ไม่พบในผลิตภัณฑ์ ปริมาณ Coliform bacteria *Escherichia coli* และ *Clostridium*
spp. น้อยกว่า 3 MPN/ml และผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่พัฒนาได้มีประสิทธิภาพในการลด
ปริมาณเชื้อแบคทีเรียที่เท้าได้ถึง 99.74 เปอร์เซ็นต์ หลังฉีดสเปรย์ซ้ำ 3 ครั้ง สำหรับการทดสอบการ
ยอมรับด้วยวิธี Home use test พบว่าผู้บริโภคร้อยละ 98.00 ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ โดยมีคะแนน
ความชอบโดยรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก (7.16)

Rissa Ditnoi 2013: Development of Foot Deodorant Spray Product Containing Tea Tree Essential Oil. Master of Science (Agro-Industrial Product Development), Major Field: Agro-Industrial Product Development, Department of Product Development. Thesis Advisor: Assistant Professor Walairut Chantarapanont, Ph.D. 160 pages.

The objective of this research was to develop foot deodorant spray with tea tree essential oil as an antibacterial agent. According to the consumer survey (consumer target of 15–50 years old), the product concept was foot deodorant spray product added tea tree essential oil as antibacterial agent with colorless and cool fresh smell can reduce foot odor and be absorbed well without stickiness on foot skin. Then, chemical components and efficiency in inhibiting bacteria of tea tree essential oil from three distillation methods; water distillation, water with steam distillation and steam distillation were studied. Results showed that tea tree essential oil from all distillation methods were colorless and clear liquid. Water and steam distillation gave the highest yields (2.75%). But chemical components of tea tree oil from water distillation had the highest amount of terpinen-4-ol (41.37 ± 1.07) and gave the lowest of minimum bactericidal concentration (MBC) at 2.56 mg/ml. Then, water distillation method was chosen to use for extract tea tree essential oil for this study. Developed foot deodorant spray contained 0.5% of tea tree essential oil, Deionized water 65.63%, Ethanol 26.78%, SolulanTM 75 lanolin (PEG-75 lanolin) 1.92%, Ethylene Diamine Tetraacetic Acid (EDTA) 0.03%, Menthol crystal 0.10% และ Aloe vera extraction 5.00% This product had viscosity of 7.88 cP, pH value of 6.5, color with L*, a* and b* values of 93.05, -0.65 and 7.85, respectively. Total colony count was less than 10 CFU/ml. *Staphylococcus aureus* Streptococcus spp. *Pseudomonas aeruginosa* and *Salmonella* spp. were not found in product. Coliform bacteria *Escherichia coli* and *Clostridium* spp. were less than 3 MPN/ml. This foot deodorant spray product could reduce bacteria on foot area at 99.74% after sprayed repeatedly on foot 3 times. The consumer acceptance test showed that 98.00% of consumer accepted the product and the final product had overall liking in the range of like moderately to like very much (7.16).

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ
ผศ.ดร.วัลย์รัตน์ จันทรปานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก อาจารย์สุพินดา วินิจฉัย
และอาจารย์อุดมลักษณ์ สุขอิตตะ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา
และคำแนะนำระหว่างดำเนินการวิจัย ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จ
สมบูรณ์

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนเพื่อการ
นำไปใช้ประโยชน์ต่อไป นอกจากนี้ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ทุกท่านที่
ให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในด้านการทำงาน ขอขอบพระคุณหน่วยปฏิบัติการ
เทคโนโลยีสมุนไพรและความหลากหลายทางชีวภาพ และหน่วยปฏิบัติการเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์
เพื่อสุขภาพและเครื่องสำอาง สถาบันคันคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานวิจัยครั้งนี้
ตลอดจนเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ทั้งนิสิตปริญญาตรี ปริญญาโท และปริญญาเอกทุกคนที่ให้ความ
ช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้ ตลอดจนเป็นกำลังใจในการดำเนินงานจนวิทยานิพนธ์สำเร็จ
อย่างสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และญาติพี่น้องทุกคน รวมทั้งผู้มีพระคุณที่
มิได้เอ่ยนามไว้ ณ ที่นี้ทุกท่าน ที่ให้การสนับสนุน ความห่วงใย ความช่วยเหลือ ตลอดจนเป็น
กำลังใจที่ดีเสมอมาจนกระทั่งสำเร็จการศึกษา สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณอันเกิดจาก
วิทยานิพนธ์ฉบับนี้แก่ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน หากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความ
ผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าขออภัยและขออภัยไว้เพียงแต่ผู้เดียว

ริสสา ดิษฐ์น้อย

กุมภาพันธ์ 2556

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(6)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	45
อุปกรณ์	45
วิธีการ	48
ผลและวิจารณ์	65
สรุปและข้อเสนอแนะ	121
สรุป	121
ข้อเสนอแนะ	122
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	124
ภาคผนวก	133
ภาคผนวก ก แบบสอบถามการสำรวจความต้องการของผู้บริโภค	134
ภาคผนวก ข ใบรายงานผลวิธี 9-points Hedonic scale และ JAR	141
ภาคผนวก ค แบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภคด้วยวิธี Home Use Test	145
ภาคผนวก ง โครมาโตแกรมขององค์ประกอบทางเคมีของน้ำมัน หอมระเหยที่ทรี	152
ภาคผนวก จ จำนวนเชื้อจุลินทรีย์เฉลี่ยที่ลดลงหลังจากการใช้สเปรย์ระงับกลิ่น เท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่ทรี	154
ภาคผนวก ฉ การคำนวณต้นทุนวัตถุดิบสำหรับการผลิตสเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่ มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่ทรี	156
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	160

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยที่ทรี	4
2	ค่าความเข้มข้นต่ำสุด (MIC) ของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ใช้ในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียชนิดต่างๆ	6
3	ค่าความเข้มข้นต่ำสุด (MIC) ที่น้ำมันหอมระเหยที่ทรีสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราชนิดต่างๆ	7
4	ตัวอย่างของน้ำมันหอมระเหยตามองค์ประกอบทางเคมี	16
5	ปริมาณและองค์ประกอบของสารในเหงื่อ	28
6	ผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าสูตรที่ 1	55
7	ผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าสูตรที่ 2	56
8	ผลการสำรวจผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้าที่มีจำหน่ายในท้องตลาด	66
9	ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามจากการสำรวจผู้บริโภค	69
10	ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรม และความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้า	71
11	คะแนนความสำคัญเฉลี่ยในแต่ละปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์สำหรับระงับกลิ่นเท้าจากการสำรวจผู้บริโภค	74
12	ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการและการพัฒนาผลิตภัณฑ์สำหรับระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรียจากน้ำมันหอมระเหยที่ทรี	76
13	ร้อยละของผลผลิตที่ได้ของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากกรรมวิธีการกลั่นที่แตกต่างกัน	78
14	ค่าคุณภาพทางด้านกายภาพของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากกรรมวิธีการกลั่นที่แตกต่างกัน	80
15	ปริมาณของสารในกลุ่ม monoterpenes และ sesquiterpenes ของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีทั้ง 5 ชนิดที่ศึกษา	81

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
16	องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากการกลั่นทั้ง 3 วิธี เทียบกับน้ำมันหอมระเหยที่ทรีทางการค้า (ยี่ห้อ A และ B)	83
17	ความกว้างของ Clear zone ของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากการกรรมวิธี การกลั่นที่แตกต่างกัน ด้วยวิธี Disc diffusion (หน่วย: มิลลิเมตร)	87
18	ความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย (MIC) และความเข้มข้นต่ำสุด ในการฆ่าเชื้อ (MBC) ของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากการกรรมวิธี การกลั่น ทั้ง 3 วิธี เทียบกับน้ำมันหอมระเหยที่ทรีทางการค้าทั้ง 2 ยี่ห้อ	89
19	ค่าคุณภาพของสูตรพื้นฐานทั้ง 2 สูตรที่ได้จากการทดสอบความคงตัวใน สภาวะเร่งด้วยวิธี Heating and cooling thaw cycle จำนวน 5 รอบ	92
20	คะแนนความชอบเฉลี่ยของผู้ทดสอบที่มีต่อสเปรย์ระงับกลิ่นเท้าทั้ง 2 สูตรพื้นฐาน	93
21	จำนวนผู้ทดสอบ (ร้อยละ) ที่มีต่อคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์สเปรย์ ระงับกลิ่นเท้าสูตรพื้นฐานทั้ง 2 สูตร ด้วยวิธี Just About Right	94
22	คะแนนด้านความรู้สึกของสูตรพื้นฐานที่ 2 ด้วยวิธี Just about right วิเคราะห์โดย Penalty analysis	95
23	ค่าคุณภาพทางด้านกายภาพ และเคมีของสูตรผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่น เท้าที่ระดับต่างๆ	98
24	คะแนนความชอบเฉลี่ยของผู้ทดสอบที่มีต่อคุณลักษณะต่างๆ ของสิ่งทดลอง ที่ทำการปรับปรุงทั้ง 6 สิ่งทดลอง	99
25	จำนวนผู้ทดสอบ (ร้อยละ) ที่มีต่อคุณลักษณะต่างๆ ของสิ่งทดลองที่ทำการ ปรับปรุงด้วย Menthol crystal และ Aloe vera extraction ที่ระดับต่างๆ ด้วยวิธี Just About Right	100
26	ค่าคะแนนด้านความรู้สึกของสิ่งทดลองที่ทำการปรับปรุงด้วย Menthol crystal และ Aloe vera extraction ที่ระดับ 0.1% และ 5.0% ด้วยวิธี Just About Right วิเคราะห์โดย Penalty analysis	102

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
27	ค่าคุณภาพทางด้านกายภาพ และเคมีของผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ระดับต่างๆ	105
28	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้น เมื่อทดสอบกับผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ระดับต่างๆ (หน่วย : CFU/ml)	106
29	คะแนนความชอบเฉลี่ยที่มีต่อคุณลักษณะต่างๆ ของสเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ระดับต่างกัน	108
30	จำนวนผู้ทดสอบ (ร้อยละ) ที่มีความรู้สึกต่อคุณลักษณะต่างๆ ของสเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ระดับต่างกัน	109
31	ค่าคะแนนด้านความรู้สึกของผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ระดับ 0.5% ด้วยวิธี Just About Right วิเคราะห์โดย Penalty analysis	110
32	ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่พัฒนาได้	112
33	ค่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่พัฒนาได้	113
34	ค่าคุณภาพต่างๆ หลังจากการทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่พัฒนาได้	115
35	ค่าเฉลี่ยของจำนวนเชื้อ <i>Serratia marcescens</i> และเปอร์เซ็นต์ของเชื้อแบคทีเรียที่ลดลงหลังจากการใช้สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่พัฒนาได้	116
36	ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามจากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค	117
37	คะแนนความชอบเฉลี่ยที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันที่ทรีในคุณลักษณะต่างๆ	118
38	ระดับความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่พัฒนาได้ในคุณลักษณะต่างๆ	119

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
39	ข้อมูลเกี่ยวกับการทดสอบผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 1 สัปดาห์	120
ตารางผนวกที่		
จ1	จำนวนจุลินทรีย์เฉลี่ยที่ลดลงหลังจากการใช้สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มี ส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่ทรี จากการทดสอบกับผู้ทดสอบ จำนวน 5 คน	155
ฉ1	ต้นทุนวัตถุดิบสำหรับการกลั่นน้ำมันหอมระเหยที่ทรี จำนวน 150 มิลลิลิตร	157
ฉ2	ต้นทุนวัตถุดิบในการผลิตสเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของ น้ำมันหอมระเหยที่ทรีจำนวน 1000 กรัม	158

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กิ้งและใบที่ทรี	3
2	น้ำมันหอมระเหยที่ทรี	4
3	โครงสร้างทางเคมีในกลุ่ม Monoterpene hydrocarbon essential oil	10
4	โครงสร้างทางเคมีในกลุ่ม Ketone essential oils	11
5	โครงสร้างทางเคมีในกลุ่ม Aldehyde essential oils	11
6	โครงสร้างทางเคมีในกลุ่ม Ester essential oils	12
7	โครงสร้างทางเคมีในกลุ่ม Alcohol essential oils	12
8	โครงสร้างทางเคมีในกลุ่ม Phenolic essential oils	13
9	โครงสร้างทางเคมีในกลุ่ม Oxide/Peroxide essential oils	13
10	โครงสร้างทางเคมีในกลุ่ม Sesquiterpene alcohol essential oils	14
11	โครงสร้างทางเคมีในกลุ่ม Sesquiterpene essential oils	14
12	โครงสร้างทางเคมีในกลุ่ม Eugenol/Cinnamic aldehyde	15
13	โครงสร้างทางเคมีในกลุ่ม Anethole/Estragole	15
14	ชุดเครื่องกลั่นด้วยไอน้ำ	21
15	ชุดเครื่องกลั่นด้วยน้ำหรือการต้มกลั่น	22
16	ชุดเครื่องกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ	23
17	ผิวหนังในชั้นต่างๆ และต่อมเหงื่อ	27
18	การเกิด zone of inhibition ด้วยวิธี disc diffusion	36
19	Broth dilution method	37
20	(a) เครื่องไมโครฟลูอิดิกไฮดรอลิก	
	(b) ขั้นตอนการทำงานของเครื่องไมโครฟลูอิดิกไฮดรอลิก	39
21	ขั้นตอนในการกลั่นน้ำมันหอมระเหยที่ทรี	50
22	ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าสูตรที่ 1	55
23	ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าสูตรที่ 2	56
24	ลักษณะปรากฏของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากการกลั่นที่แตกต่างกัน	79

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
25	แผนภาพค่าคะแนนทางด้านความรู้สึกของสูตรพื้นฐานที่ 2 ด้วยวิธี Just About Right วิเคราะห์โดย Penalty analysis	96
26	แผนภาพค่าคะแนนทางด้านความรู้สึกของสิ่งทดลองที่ทำการปรับปรุง Menthol crystal และ Aloe vera extraction ที่ระดับ 0.1% และ 5.0% ด้วยวิธี Just About Right วิเคราะห์โดย Penalty analysis	103
27	แผนภาพค่าคะแนนทางด้านความรู้สึกของสเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ระดับ 0.5% ด้วยวิธี Just About Right วิเคราะห์โดย Penalty analysis	111
28	ผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่พัฒนาได้ ขนาด 50 ml	114
ภาพผนวกที่		
ง1	โครมาโตแกรมของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากการกลั่นด้วยไอน้ำ	153
ง2	โครมาโตแกรมของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากการกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ	153
ง3	โครมาโตแกรมของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากการกลั่นด้วยน้ำ	153

การพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของ น้ำมันหอมระเหยทีทรี

Development of Foot Deodorant Spray Product Containing Tea Tree Essential Oil

คำนำ

เท้าถือว่าเป็นอวัยวะที่สำคัญส่วนหนึ่งของร่างกาย ซึ่งการดูแลรักษาความสะอาดจึงเป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากบริเวณเท้ามีต่อมเหงื่อมากมายจึงทำให้มีเหงื่อออกมาก และเมื่อเกิดการติดเชื้อจากแบคทีเรีย ส่งผลให้เกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์อีกด้วย โดยมีแบคทีเรียที่ผลิตก๊าซที่มีกลิ่นเหม็นออกมาจนทำให้เกิดกลิ่นเท้า ได้แก่ *Micrococcus sedentarius* (Ying, 2003) การแก้ไขจะใช้สเปรย์ที่มีกลิ่นหอมเพื่อบดบังกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ หรืออาจใช้สเปรย์ที่มีส่วนผสมของสารเคมีที่มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อซึ่งอาจทำให้เกิดอาการระคายเคืองต่อผิวหนังได้ (เรณู, 2536)

ทีทรี หรือ *Melaleuca alternifolia* จัดอยู่ในวงศ์ Myrtaceae มีถิ่นกำเนิดในประเทศออสเตรเลีย (Lawless, 1994) มีน้ำมันหอมระเหยเป็นองค์ประกอบอยู่ในปริมาณ 1.5-2.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก คุณสมบัติเด่น คือ การต้านเชื้อจุลินทรีย์ (Sachs et al., 1990) ปัจจุบันได้มีการนำน้ำมันหอมระเหยทีทรีมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลายทั้งในด้านการแพทย์ อุตสาหกรรมยา อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง อุตสาหกรรมน้ำหอม และในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดรวมทั้งในธุรกิจสปา (Markham, 1999) ดังนั้นการนำน้ำมันหอมระเหยทีทรีที่มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียมาใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้า จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อลดอาการแพ้ และมีความปลอดภัยในการใช้ผลิตภัณฑ์มากขึ้น

ดังนั้นงานวิจัยในครั้งนี้มีเป้าหมายเพื่อนำน้ำมันหอมระเหยทีทรีที่ได้จากกรรมวิธีการกลั่นที่เหมาะสมซึ่งมีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดกลิ่นเท้า คือ *Micrococcus sedentarius* และเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคบนผิวหนัง คือ *Staphylococcus aureus* มาใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้า

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสำรวจผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้าในท้องตลาด และศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้า
2. เพื่อศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี และประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของการเกิดกลิ่นเท้าด้วยน้ำมันหอมระเหยที่รีที่ได้จากกรรมวิธีการกลั่นที่แตกต่างกัน
3. เพื่อพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่รี
4. เพื่อศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่รีที่พัฒนาได้
5. เพื่อทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่รีที่พัฒนาได้

การตรวจเอกสาร

1. ทีทรี (Tea tree)

1.1. ลักษณะของทีทรี

ทีทรี (Tea Tree หรือ *Melaleuca alternifolia*) อยู่ในวงศ์ Myrtaceae มีลักษณะเป็นพุ่มไม้เตี้ย ใบสีเขียวสดเรียวแหลมคล้ายเข็ม มีดอกสีเหลืองหรือสีครีมขนาดเล็ก (ภาพที่ 1) มีถิ่นกำเนิดในประเทศออสเตรเลีย สามารถเจริญได้ในพื้นที่ลุ่มน้ำขัง และเจริญได้ดีในบริเวณชายฝั่งขึ้นและทางตอนเหนือของรัฐนิวเซาท์เวลส์ ถึงทางตอนใต้ของรัฐควีนแลนด์ (ศักดิ์, 2542) มีน้ำมันเป็นองค์ประกอบอยู่ 1.5 – 2.0 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก คุณสมบัติเด่นคือ ช่วยในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ (Sachs *et al.*, 1990) ปัจจุบันมีการนำน้ำมันหอมระเหยทีทรีมาใช้ประโยชน์ทางอุตสาหกรรมอย่างแพร่หลายทั้งในด้านการแพทย์ อุตสาหกรรมยา อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง และอุตสาหกรรมน้ำหอม รวมทั้งในธุรกิจสปาด้วยเช่นกัน (Markham, 1999)



ภาพที่ 1 กิ่งและใบของทีทรี

ที่มา: Jolly (n.d.)

1.2. องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยที่ทรี

น้ำมันหอมระเหยที่ทรี (ภาพที่ 2) มีองค์ประกอบทางเคมีหลัก ได้แก่ Terpinene, Pinene, Cymene, Terpineol และ Cineole นอกจากนี้ยังมีองค์ประกอบอื่นอีก ได้แก่ Viridiflorol (ประมาณ 1 %) β -Terpineol (ประมาณ 0.24 %) และ α -Terpineol (ประมาณ 2 %) ซึ่งปริมาณและคุณภาพของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จะแตกต่างกันไปตามสภาพภูมิประเทศและการดูแล โดยมาตรฐานของ ISO/FDIS 4730:2004 [ISO] (2004) ระบุให้องค์ประกอบทางเคมีในน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้ต้องมีปริมาณของสาร terpinen-4-ol อยู่ในช่วง 30.0-48.0%, 1,8-cineole $\leq$ 15.0%, γ -terpinene อยู่ในช่วง 10.0-28.0%, α -terpinene อยู่ในช่วง 5.0-13.0% และ p-cymene อยู่ในช่วง 0.5-8.0% ปัจจุบันนักวิจัยได้มีการยอมรับว่า น้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่มีคุณภาพดี ควรต้องมีองค์ประกอบทางเคมีตามตารางที่ 1



ภาพที่ 2 น้ำมันหอมระเหยที่ทรี

ที่มา: Anonymous (2010)

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยที่ทรี

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ (เปอร์เซ็นต์)
Terpinen-4-ol	32.1
γ -Terpinene	17.2
Sabinene	10.9
α -Terpinene	10.1

ตารางที่ 1 (ต่อ)

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ (เปอร์เซ็นต์)
1,8-Cineole	6.0
α -Thujene	4.2
Terpinolene	3.5
α -Terpineol	2.7
α -Pinene	2.0
Myrcene	1.6
Limonene	1.1
β -Phellandrene	0.8
p -Cymene	0.8
β -Pinene	0.5
δ -Cadinene	0.5
α -Phellandrene	nr ¹
Aromadendrene	nr
Globulol	nr
viridiflorol	nr
Ledene (viridiflorene)	tr ²

หมายเหตุ ¹ nr คือ not recorded ² tr คือ trace

ที่มา: Kawakami *et al.* (1990)

น้ำมันหอมระเหยที่หรีมีความสามารถในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้ทั้งแบคทีเรีย เชื้อรา และไวรัส รวมทั้งยังมีประสิทธิภาพในการควบคุมการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายได้เช่นกัน (ศักดิ์, 2542) หน้าหลักมีดังต่อไปนี้

1) ความสามารถในการฆ่าและต้านเชื้อแบคทีเรีย

น้ำมันหอมระเหยที่ทรีสามารถช่วยรักษาแผลที่เกิดจากของมีคม แผลไฟไหม้ แผลงัดต่อย การติดเชื้อ โดยทั่วไปจะใช้ในการรักษาสิว สิวหัวดำ ตุ่มผิวน้ำ เป็นต้น และยัง เป็นประโยชน์ต่อการฆ่าเชื้อในระบบทางเดินหายใจ เช่น หลอดลมอักเสบ ไซนัส เป็นต้น โดย ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียชนิด ต่างๆ ได้ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าความเข้มข้นต่ำสุด (MIC) ของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่สามารถยับยั้งการเจริญ ของเชื้อแบคทีเรียชนิดต่างๆ

Bacteria	*MIC (µg/ml)
Gram positive	
- <i>Bacillus subtilis</i>	4000
- <i>Propionibacterium acnes</i>	5000
- <i>Staphylococcus aureus</i>	2000
- Methicillin-resistant <i>Staphylococcus aureus</i> (MRSA)	5000
- <i>Staphylococcus epidermis</i>	5000
Gram negative	
- <i>Escherichia coli</i>	2000
- <i>Klebsiella pneumonia</i>	3000
- <i>Proteus vulgaris</i>	3000
- <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	>1000

หมายเหตุ * MIC คือ Minimum inhibitory concentration for Tea Tree oil

ที่มา: Carson and Riley (1998)

2) ความสามารถในการต้านเชื้อรา

น้ำมันหอมระเหยที่ทรียังมีความสามารถในการยับยั้งเชื้อรา ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดโรคชนิดต่างๆ เช่น โรคกลากเกลื้อน ปัญหาเท้าหนักกีฬา ปัญหาเยื่อเมือกในช่องคลอดสตรี ปัญหาลิ้นและคอเป็นฝ้า เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ในการยับยั้งเชื้อราที่เกิดกับสัตว์ปลา และต้นไม้ได้เช่นเดียวกัน ซึ่งค่าความเข้มข้นต่ำสุดของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราชนิดต่างๆ ได้ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าความเข้มข้นต่ำสุด (MIC) ที่น้ำมันหอมระเหยที่ทรีสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราชนิดต่างๆ

Fungi and Yeasts	*MIC (µg/ml)
<i>Aspergillus niger</i>	4000
<i>Candida albicans</i>	2000
<i>Pityrosporum ovaes</i>	2000
<i>Trichophyton mentagrophytes</i>	4000

หมายเหตุ * MIC คือ Minimum inhibitory concentration for Tea Tree oil

ที่มา: Hammer *et al.* (2003)

3) ความสามารถในการต้านเชื้อไวรัส

เชื้อไวรัสเป็นอีกสาเหตุหนึ่งของโรคระบาด แต่ด้วยสรรพคุณของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีแล้วยังสามารถต้านโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัสได้เช่นกัน เช่น โรคหัด อีสุกอีใส ไข้หวัด โรคงูสวัด รวมไปถึงอาการติดเชื้อไวรัสชนิดอื่นๆ เช่น ปากนกกระจอก หูด เป็นต้น

4) ความสามารถในการกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน

น้ำมันหอมระเหยที่ทรีสามารถช่วยกระตุ้นให้ร่างกายสามารถป้องกันโรคต่างๆ ที่เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์ทุกชนิดได้ และมีความสำคัญมากเมื่อร่างกายอ่อนแอ เช่น ความเครียด การเจ็บป่วย หรือจากการใช้ยาปฏิชีวนะหรือยาอื่นๆ ที่ทำให้ภูมิคุ้มกันของร่างกายลดลง นอกจากนี้ นักวิจัยยังพบว่า น้ำมันหอมระเหยที่ทรีมีประโยชน์มากสำหรับผู้ที่ต้องการฟื้นฟูร่างกาย เช่น ในผู้ป่วยก่อนเข้ารับการผ่าตัด ในผู้ป่วยเรื้อรังหรือในผู้ที่มีร่างกายอ่อนเพลียเรื้อรังซึ่งเกิดจากโรคต่างๆ เช่น ตับอักเสบ เป็นต้น

1.3. งานวิจัยเกี่ยวกับน้ำมันหอมระเหยที่ทรี

โอฬาร และคณะ (2547) รายงานการศึกษาวิธีการสกัด และองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยที่ทรี (*Melaleuca alternifolia*) ในประเทศไทย ซึ่งน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้มีสีขาวใส และให้ปริมาณน้ำมันที่แตกต่างกัน และองค์ประกอบทางเคมีอยู่ในเกณฑ์ตามมาตรฐาน ISO/FDIS 4730:2004 คือ มีปริมาณสาร Terpinen-4-ol 33.68-35.93%, 1,8-Cineole 6.73-10.92%, γ -Terpinene 20.41-22.98%, α -Terpinene 8.62-13.18% และ *p*-Cymene 2.13-7.59%

โอฬาร และคณะ (2548) รายงานการศึกษาช่วงเวลาเก็บเกี่ยวที่มีผลต่อปริมาณและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ปลูกในพื้นที่สูงของจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งระยะเวลาหรือฤดูกาลของการเก็บเกี่ยวใบที่ทรีมีผลต่อปริมาณน้ำมัน และปริมาณ Terpinen-4-ol ซึ่งควรเก็บเกี่ยวในเดือนสิงหาคม-เดือนธันวาคม จะได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ทรีสูงที่สุด และปริมาณ Terpinen-4-ol สูงกว่าเมื่อเก็บเกี่ยวในช่วงเวลาอื่น

โอฬาร และคณะ (2549) รายงานการศึกษาความแปรปรวนตามธรรมชาติของปริมาณน้ำมัน และองค์ประกอบทางเคมีของที่ทรีที่ปลูกในไทย จำนวน 91 ต้น ซึ่งทุกต้นที่ทำการศึกษา มีปริมาณ Terpinene อยู่ในเกณฑ์ตามมาตรฐานที่กำหนด แต่มีเพียง 3 ต้นเท่านั้นที่มีคุณภาพดีที่สุด ซึ่งมีปริมาณ Terpinen-4-ol สูงถึง 39.69, 38.77 และ 37.54% ตามลำดับ และมีปริมาณ 1,8-Cineole ต่ำเพียง 4.41, 6.56 และ 7.06% ตามลำดับ

อุไรวรรณ และคณะ (2541) รายงานการออกฤทธิ์ด้านการเจริญของจุลินทรีย์ของน้ำมันพลู น้ำมันทีทรี และน้ำมันเสมีดขาว ซึ่งน้ำมันทั้ง 3 ชนิดสามารถออกฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่ทดสอบได้ทั้งหมด โดยที่น้ำมันพลูยับยั้งเชื้อดีที่สุด และมีความเข้มข้นต่ำสุดอยู่ระหว่าง 0.05-0.10% ความเข้มข้นต่ำสุดของน้ำมันเสมีดขาวอยู่ระหว่าง 0.10-0.15% และความเข้มข้นต่ำสุดของน้ำมันทีทรีอยู่ระหว่าง 0.25-0.3%

2. น้ำมันหอมระเหย

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2548) ได้ให้คำนิยามไว้ว่า น้ำมันหอมระเหย (Essential oil) เป็นสารอินทรีย์ที่พืชสร้างขึ้น มักมีกลิ่นหอม ระเหยง่าย โดยพืชเหล่านี้จะมีเซลล์พิเศษ ต่อม หรือท่อเพื่อสร้างและกักเก็บน้ำมันหอมระเหย ซึ่งจะเก็บไว้ตามส่วนต่างๆ เช่น กลีบ ดอก ใบ ผิวของผล เกสร ราก หรือเปลือกของลำต้น อนุภาคเล็กๆ ของน้ำมันหอมระเหยจะระเหยออกมาเป็นกลุ่มไอรอบๆ เมื่อได้รับความร้อนจะทำให้เราได้กลิ่นหอมของ น้ำมันหอมระเหยนั้นๆ นอกจากนี้ยังช่วยดึงดูดแมลงให้มาผสมเกสรดอกไม้ ปกป้องการรุกรานจากศัตรูและรักษาความชุ่มชื้นให้กับพืช สำหรับประโยชน์ต่อมนุษย์นั้น จะมีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อโรค บรรเทาอาการอักเสบหรือลดบวม คลายเครียดหรือกระตุ้นให้สดชื่น ทั้งนี้ขึ้นกับองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิด (พิมพร, 2545)

2.1 ลักษณะทั่วไปของน้ำมันหอมระเหย

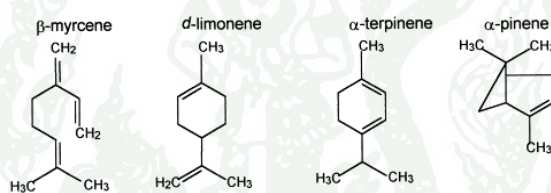
น้ำมันหอมระเหยมีลักษณะเป็นของเหลวมีสีแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช เช่น สีไม่มีสี มีสีเหลืองอ่อน สีเหลืองเข้ม หรือสีน้ำตาล เป็นต้น โดยส่วนใหญ่จะมีกลิ่นหอม เฉพาะตัวที่ระเหยได้ง่ายเมื่อมีอุณหภูมิปกติ ถ้าได้รับความร้อนน้ำมันจะระเหยได้ดียิ่งขึ้น ลักษณะของกลิ่นหอมมีความแตกต่างกันไป เช่น หอมหวาน หอมสดชื่น หอมอบอุ่น หอมเผ็ดร้อน หอมรบกวนใจ เป็นต้น และที่สำคัญน้ำมันหอมระเหยจะมีคุณสมบัติที่เป็นประโยชน์ในการบำบัดรักษาอาการต่างๆ ทางร่างกาย จิตใจ และอารมณ์ที่แตกต่างกันไป ซึ่งกลิ่นของน้ำมันหอมระเหยจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย คุณสมบัติทั้งทางกายภาพ และทางชีวเคมี (สรรพคุณต่างๆ) (คมสันต์, 2549)

2.2 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย

ฐานันย (2550) ได้แบ่งน้ำมันหอมระเหยตามองค์ประกอบทางเคมี ได้ 3 ประเภท ดังต่อไปนี้

2.2.1 Monoterpenes essential oils แบ่งกลุ่มได้ 7 ชนิด ได้แก่

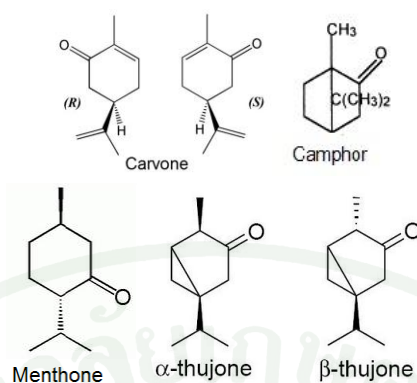
1) Monoterpene hydrocarbon essential oils เป็นน้ำมันหอมระเหยที่มี monoterpene hydrocarbon เป็นองค์ประกอบ ได้แก่ limonene, pinene, myrcene และ sabinene (ภาพที่ 3) ซึ่งจะได้จาก มะนาว (lime), มะนาวฝรั่ง (lemon), ส้ม (orange), ดอก ส้ม (neroli) และ สน (pine) ซึ่งมีคุณสมบัติในการกระตุ้นระบบประสาทและระงับเชื้อ



ภาพที่ 3 โครงสร้างทางเคมีในกลุ่ม Monoterpene hydrocarbon essential oils

ที่มา: Ana *et al.* (1997)

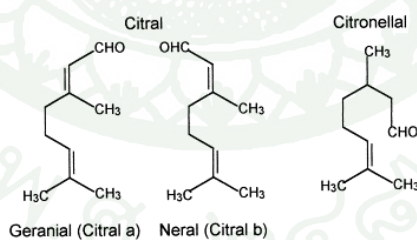
2) Ketone essential oils เป็นน้ำมันหอมระเหยที่มีคีโตน (ketone) เป็นองค์ประกอบ ได้แก่ carvone, menthone, camphor และ thujone (ภาพที่ 4) ซึ่งได้จาก เสจ (sage), สเปียร์มินต์ (spearmint), ยี่หระ (caraway) และฮิสสอพ (hyssop) มีคุณสมบัติในการกระตุ้นระบบประสาท เสริมสร้างเนื้อเยื่อ (tissue regeneration) ละลายเสมหะ (mucolytic) ระงับปวด และช่วยย่อยอาหาร ควรระวังการใช้ในสตรีมีครรภ์ และให้นมบุตร



ภาพที่ 4 โครงสร้างทางเคมีในกลุ่ม Ketone essential oils

ที่มา: Brophy *et al.* (1989)

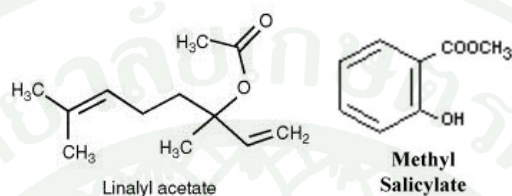
3) Aldehyde essential oils เป็นน้ำมันหอมระเหยที่มีแอลดีไฮด์ (aldehyde) เป็นองค์ประกอบ ได้แก่ citral, citronellal และ geranial (ภาพที่ 5) ซึ่งได้จาก มะนาวฝรั่ง, ตะไคร้ (lemongrass), ตะไคร้หอม (citronella), อบเชยลังกา (cinnamon) คุณสมบัติ คือ ช่วยในการต้านอักเสบ ไวรัส ลดไข้ (antipyretic) และสงบประสาท ข้อควรระวัง คือ อาจทำให้เกิดการระคายเคืองผิวหนัง และการแพ้ที่ผิวหนัง (skin sensitization)



ภาพที่ 5 โครงสร้างทางเคมีในกลุ่ม Aldehyde essential oils

ที่มา: Ana *et al.* (1997)

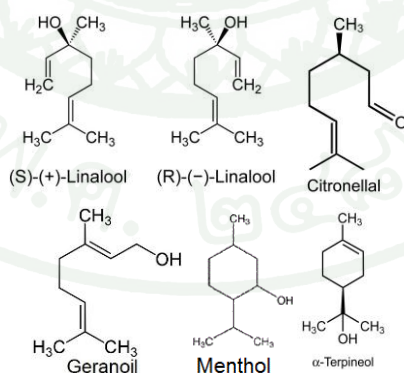
4) Ester essential oils เป็นน้ำมันหอมระเหยที่มีเอสเทอร์ (ester) เป็นองค์ประกอบ ได้แก่ linalyl acetate และ methyl salicylate (ภาพที่ 6) ซึ่งกลุ่มนี้ได้จาก คาโมไมล์, มะกรูด (bergamot), ลาเวนเดอร์ (lavender) และ โรสแมรี่ (rosemary) คุณสมบัติคือ ช่วยในการแก้แกร็ง ด้านอักเสบ ด้านเชื้อรา ช่วยปรับสมดุลทางจิตใจ และช่วยผ่อนคลาย



ภาพที่ 6 โครงสร้างทางเคมีในกลุ่ม Ester essential oils

ที่มา: Brophy *et al.* (1989)

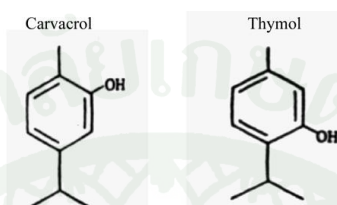
5) Alcohol essential oils เป็นน้ำมันหอมระเหยที่มีแอลกอฮอล์ (alcohol) เป็นองค์ประกอบ ได้แก่ linalool, citronellol, geraniol, menthol และ terpineol (ภาพที่ 7) ซึ่งได้จาก เสนจ, ทีทรี (tea tree), ลาเวนเดอร์, เจอรานิยม (geranium) และ จูนิเปอร์ (juniper) คุณสมบัติคือช่วยในการกระตุ้นระบบประสาท ด้านเชื้อแบคทีเรีย และต้านไวรัส



ภาพที่ 7 โครงสร้างทางเคมีในกลุ่ม Alcohol essential oils

ที่มา: Brophy *et al.* (1989)

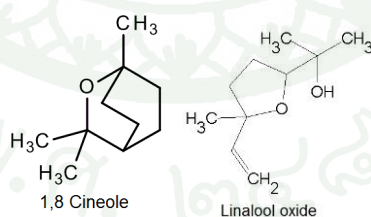
6) Phenolic essential oils เป็นน้ำมันหอมระเหยที่มีฟีนอล (phenol) เป็นองค์ประกอบ ได้แก่ thymol และ carvacrol (ภาพที่ 8) ได้จาก ไธม์ (thyme) กานพลู (clove) อบเชยลังกา และสน คุณสมบัติ คือ ช่วยในการต้านเชื้อแบคทีเรีย กระตุ้นระบบประสาท และระบบภูมิคุ้มกัน



ภาพที่ 8 โครงสร้างทางเคมีในกลุ่ม Phenolic essential oils

ที่มา: Ana Fontenele *et al.* (2003)

7) Oxide/Peroxide essential oils เป็นน้ำมันหอมระเหยที่มี oxide/peroxide เป็นองค์ประกอบ ได้แก่ cineole และ linalool oxide (ภาพที่ 9) จะได้จากยูคาลิปตัส (eucalyptus), น้ำมันเขียว (cajuput) คุณสมบัติ คือ ช่วยในการละลายเสมหะ ขับเสมหะ และต้านไวรัส ข้อควรระวัง คือ อาจทำให้เกิดการระคายเคืองผิวหนัง

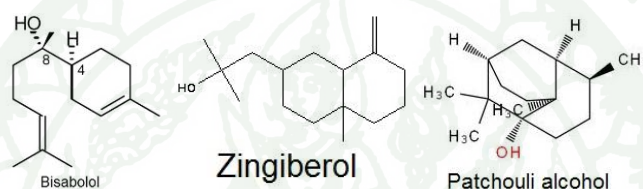


ภาพที่ 9 โครงสร้างทางเคมีในกลุ่ม Oxide/Peroxide essential oils

ที่มา: Brophy *et al.* (1989)

2.2.2 Sesquiterpenes essential oils แบ่งได้ 2 กลุ่ม ดังนี้

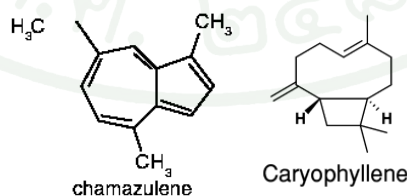
1) Sesquiterpene alcohol essential oils เป็นน้ำมันหอมระเหยที่มี Sesquiterpene alcohol เป็นองค์ประกอบ ได้แก่ bisabolol, zingiberol, patchouli alcohol และ santalol (ภาพที่ 10) ได้จาก เยอรมันคาโมไมล์ (German chamomile), ชิง (ginger), แพตชูลี (patchouli) และไม้จันทน์ (sandalwood) คุณสมบัติ คือ ช่วยในการต้านอักเสบ ต้านเชื้อแบคทีเรีย กระตุ้นการหลั่งสารของต่อมมีท่อ (stimulating glandular secretions) และช่วยการทำงานของระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน



ภาพที่ 10 โครงสร้างทางเคมีในกลุ่ม Sesquiterpene alcohol essential oils

ที่มา: Brophy et al.(1989)

2) Sesquiterpene essential oils เป็นน้ำมันหอมระเหยที่มี Sesquiterpene เป็นองค์ประกอบ ได้แก่ chamazulene และ caryophyllene (ภาพที่ 11) จะได้จาก เยอรมันคาโมไมล์ ซึ่งคุณสมบัติคือช่วยในการต้านอักเสบ และช่วยในการผ่อนคลาย

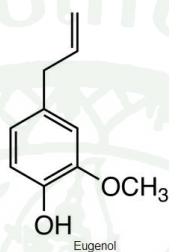


ภาพที่ 11 โครงสร้างทางเคมีในกลุ่ม Sesquiterpene essential oils

ที่มา: World Health Organization (1999)

2.2.3 Phenylpropanes essential oils แบ่งได้ 2 กลุ่ม ดังนี้

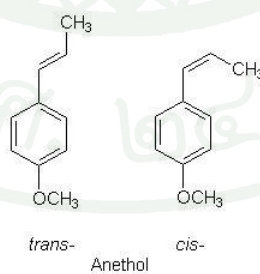
1) Eugenol/Cinnamic aldehyde (ภาพที่ 12) พบได้ในน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู, อบเชยจีน (cassia) และ อบเชยลังกา น้ำมันหอมระเหยกลุ่มนี้มีคุณสมบัติในการต้านเชื้อแบคทีเรีย และชาเฉพาะที่ (local anesthetic)



ภาพที่ 12 โครงสร้างทางเคมีของ Eugenol/Cinnamic aldehyde

ที่มา: Sally *et al.* (2013)

2) Anethole/Estragole (ภาพที่ 13) พบได้ในน้ำมันหอมระเหยจาก จันทน์เทศ (Nutmeg), โหระพา (sweet basil) และเทียนสัตตบุศย์ (anise) เป็นต้น มีคุณสมบัติในการแก้แกร็ง



ภาพที่ 13 โครงสร้างทางเคมีของ Anethole/Estragole

ที่มา: Brophy *et al.* (1989)

จากตารางที่ 4 แสดงตัวอย่างของน้ำมันหอมระเหยตามองค์ประกอบทางเคมี ซึ่งน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดจะมีองค์ประกอบที่มีความหลากหลาย แต่ส่วนใหญ่พืชในวงศ์เดียวกันจะมีองค์ประกอบที่คล้ายกัน เช่น น้ำมันหอมระเหยจากพืชวงศ์ส้ม จะมีสารกลุ่ม Monoterpenes โดยเฉพาะ Limonene เป็นองค์ประกอบหลัก

ตารางที่ 4 ตัวอย่างของน้ำมันหอมระเหยตามองค์ประกอบทางเคมี

Chemical components	Examples of sources
Monoterpenes	
ρ -Cymene	Thyme, cumin, frankincense
Limonene	Citrus (lime, lemon, grapefruit, kaffir lime), dill, celery, caraway, pine needle
Myrcene	Lemongrass, fennel, cypress
α - and β - Pinene	Pine needle, rosemary, cumin, juniper, galbanum, frankincense
γ -Terpinene	Tea tree, marjoram
Monoterpenoid aldehydes	
Anisakdehyde	Anise, star anise
Cinnamaldehyde	Cinnamon, cassia
Citral (neral and geranial)	Lemongrass, lemon balm (Melissa)
Citronellal	Citronella, kaffir lime leaf
Cuminaldehyde	Cumin, cassia, cinnamon
Salicylaldehyde	Willow
Monoterpenoid ketones	
Carvone	Caraway (D-form), spearmint (L-form), dill
Fenchone	Fennel
β -Damascenone	Rose
β -Ionone	Rose, boronia, osmanthus
Isomenthone	Peppermint, geranium, pennyroyal

ตารางที่ 4 (ต่อ)

Chemical component	Examples of sources
Menthone	Peppermint, geranium, pennyroyal
Pinocamphone	Hyssop
Pulegone	Pennyroyal, cornmint, peppermint, spearmint
Thujone	Sage, thuja, wormwood
Monoterpenoid alcohols	
α -Bisabolol	Roman chamomile
Borneol	Rosemary, lavender, frankincense, pines
Citronellol	Geranium, rose, citronella
Geraniol	Geranium, rose, palmarosa
Lavandulol	Lavender
Linalool	Lavender, rosewood, bergamont, coriander, clary sage
Menthol	Peppermint, spearmint
Nerol	Rose
Terpinen-4-ol	Tea tree
Monoterpenoid esters	
Benzyl acetate	Jasmine, ylang ylang
Benzyl benzoate	Ylang ylang
Butyl angelates	Roman chamomile
Citronelly formate	Geranium
Citronelly tiglate	Geranium
Geranyl acetate	Palmarosa
Geranyl formate	Geranium
Geranyl isovalerate	Geranium
Linalyl acetate	Lavender, bergamot, clary sage

ตารางที่ 4 (ต่อ)

Chemical components	Examples of sources
Monoterpenoid oxides	
1,8-Cineole	Tea tree, rosemary, eucalyptus
Rose oxide	Rose, geranium
Monoterpenoid ether oxides	
Myristicin	Dill, nutmeg, parsley
Elemicin	Nutmeg, mace
Phenolics	
Anethole	Anise, star anise, fennel
Carvacrol (isothymol)	Thyme, oregano
Chavicol	Sweet basil, bay
Estragole (isoanethole)	Sweet basil, tarragon
Eugenol	Clove, bay, cinnamon leaf, pimento
Furanocoumarins	Citrus, commint
Methylparacresol	Ylang ylang
Phenylethylalcohol	Rose absolute
Safrole	Camphor, cinnamon leaf, star anise, ylang ylang, sassafras
Thymol	Thyme, oregano
Vanillin	Vanilla
Long chain aliphatics	
Nonanal, hexanal, decanal	Garlic or onion
Sulfur and nitrogen components (allicin, diallyl thiosulphinate)	Garlic or onion

ที่มา: Lis-Balchin (2006)

2.3 วิธีการแยกน้ำมันหอมระเหยจากพืช

วิธีการสกัดองค์ประกอบของสารที่ระเหย (volatile compound) เพื่อให้ได้สารที่มีปริมาณและความเข้มข้นสูงรวมทั้งให้กลิ่นเฉพาะ (คมสันต์, 2549) ต้องคำนึงถึงหลักการต่อไปนี้

- 1) ความสามารถในการระเหยและจุดเดือดของสารที่ให้กลิ่น
- 2) จุดประสงค์ของการวิเคราะห์ เป็นการวิเคราะห์ทางคุณภาพหรือปริมาณของสาร
- 3) ความมีชีวะของสารที่ต้องการสกัดออกจากวัตถุดิบ
- 4) ความไม่เสถียรของสาร โดยสารประกอบหลายชนิดไม่คงตัว อาจเกิดการออกซิไดซ์กับอากาศ หรือเกิดการแตกตัวเมื่อสัมผัสความร้อนสูง หรือสัมผัสความเป็นกรดต่างสูง
- 5) ระดับความเข้มข้นและปริมาณวัตถุดิบที่นำมาใช้ โดยทั่วไปสารที่ให้กลิ่นมีอยู่ในปริมาณที่ต่ำ จึงต้องทำให้เข้มข้น เพื่อนำไปใช้ตามจุดประสงค์นั้นๆ
- 6) ความซับซ้อนของกลิ่น องค์ประกอบที่ให้กลิ่นในวัตถุดิบมีความซับซ้อนมาก บางครั้งวัตถุดิบบางชนิดอาจมีองค์ประกอบมากกว่า 100 ชนิด ซึ่งเกิดความแตกต่างหลายอย่าง ทั้งในด้านของความมีชีวะ การละลาย และค่าความเป็นกรดต่าง
- 7) โครงสร้างของวัตถุดิบ (Matrix) ส่วนใหญ่แล้วสารระเหยต่างๆ อยู่ภายในเซลล์ จึงต้องมีการทำลายโครงสร้าง เพื่อให้ปล่อยสารออกมา ทำให้ตัวอย่างสารที่ไม่ระเหยปะปนอยู่ด้วย

การแยกน้ำมันหอมระเหยจากพืชในธรรมชาติทำได้หลายวิธี เช่น การกลั่น การบีบ การสกัดด้วยตัวทำละลาย การสกัดโดยใช้ตัวดูดซับชนิดต่างๆ การเลือกวิธีการแยกน้ำมันหอมระเหยขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ส่วนของพืชที่มีน้ำมันหอมระเหย เช่น ใบ เปลือกผล ลำต้น หรือดอก คุณสมบัติทางเคมีกายภาพของน้ำมันหอมระเหยที่ต้องการ ความบริสุทธิ์ของน้ำมันหอมระเหย และวัตถุประสงค์ของการนำน้ำมันหอมระเหยไปใช้ โดยทั่วไปการใช้วิธีการ

แยกที่แตกต่างกันก็จะได้น้ำมันหอมระเหยที่มีชื่อเรียกแตกต่างกันไปด้วย เช่น ถ้าเลือกใช้วิธีการกลั่น และการบีบในการแยกน้ำมันหอมระเหยจะได้น้ำมันหอมระเหยที่เรียกว่า essential oil แต่ถ้าเลือกใช้วิธีการสกัดด้วยสารต่างๆ จะได้น้ำมันหอมระเหยที่เรียกว่า volatile oil เป็นต้น การแยกน้ำมันหอมระเหยมี 5 วิธี (จุไรรัตน์, 2552) ได้แก่

2.3.1 การกลั่น (distillation)

การกลั่นเป็นวิธีหนึ่งที่ยอดนิยมกันอย่างแพร่หลาย และสามารถใช้น้ำมันหอมระเหยได้เกือบทุกชนิด อย่างไรก็ตามสิ่งสำคัญที่สุดที่ต้องควบคุมในการกลั่น คือ ระยะเวลา และ อุณหภูมิซึ่งจะส่งผลถึงคุณภาพ และกลิ่นของน้ำมันที่ได้ หลักการของการกลั่น คือ การใช้ความร้อนหรือไอน้ำเข้าไปแยกน้ำมันออกจากพืช โดยทำการแทรกซึมเข้าไปในเนื้อเยื่อของพืช เมื่อความร้อนที่ส่งไปจะทำให้สารละลายที่อยู่ในเนื้อเยื่อของพืชออกมากลายเป็นไอ แล้วป้อนมากับไอน้ำ อย่างไรก็ตาม การกลั่นเพื่อให้ได้น้ำมันหอมระเหยที่มีคุณภาพดีนั้น ต้องอาศัยเทคนิค และกระบวนการทางเคมีและกายภาพหลายอย่างรวมกัน เทคนิคการกลั่นที่ใช้กันมี 3 วิธี ได้แก่

1) การกลั่นด้วยไอน้ำ (Steam distillation)

น้ำมันหอมระเหยที่ได้มา ส่วนมากจะได้จากการกลั่นด้วยไอน้ำ ซึ่งวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำนั้นจะเป็นที่รู้จักกันมาก เพราะมีการใช้พลังงานความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอสูง รวมทั้งยังเป็นวิธีที่สามารถหาได้ง่ายและราคาถูก การกลั่นด้วยไอน้ำจึงถูกนำมาใช้ในการสกัดน้ำมันหอมระเหยเป็นอย่างมาก ซึ่งการกลั่นด้วยวิธีนี้ จะวางตัวอย่างอยู่บนตะแกรงในหม้อกลั่นซึ่งไม่มีน้ำอยู่ภายใน ซึ่งจะใช้อุณหภูมิภายนอกที่อาจจะเป็นไอน้ำเปือก หรือไอร้อนจัดแต่มีความดันสูงกว่าบรรยากาศ เพื่อส่งไปตามท่อไต้ตะแกรง เพื่อให้ไอน้ำผ่านขึ้นไปถูกกับตัวอย่างบนตะแกรง ทำให้ได้น้ำมันหอมระเหยออกมาปนกับน้ำ จึงทำให้สามารถบรรจุในภาชนะได้ง่าย ส่วนของพืชที่ใช้มักจะเป็นเมล็ด ราก หรือเนื้อไม้ ตัวอย่างพืชที่ใช้วิธีนี้ในการแยกน้ำมันหอมระเหย ได้แก่ ตะไคร้หอม เปปเปอร์มินท์ สเปียร์มินท์ อบเชย ชิง พริกไทยดำ โหระพา จันทน์เทศ เจอราเนียม แผลกหอม ใบส้ม แพตชูลี เป็นต้น อุปกรณ์ในการกลั่นแสดงดังภาพที่ 14



ภาพที่ 14 ชุดเครื่องกลั่นด้วยไอน้ำ

2) การกลั่นด้วยน้ำหรือการต้มกลั่น (Water or hydro distillation)

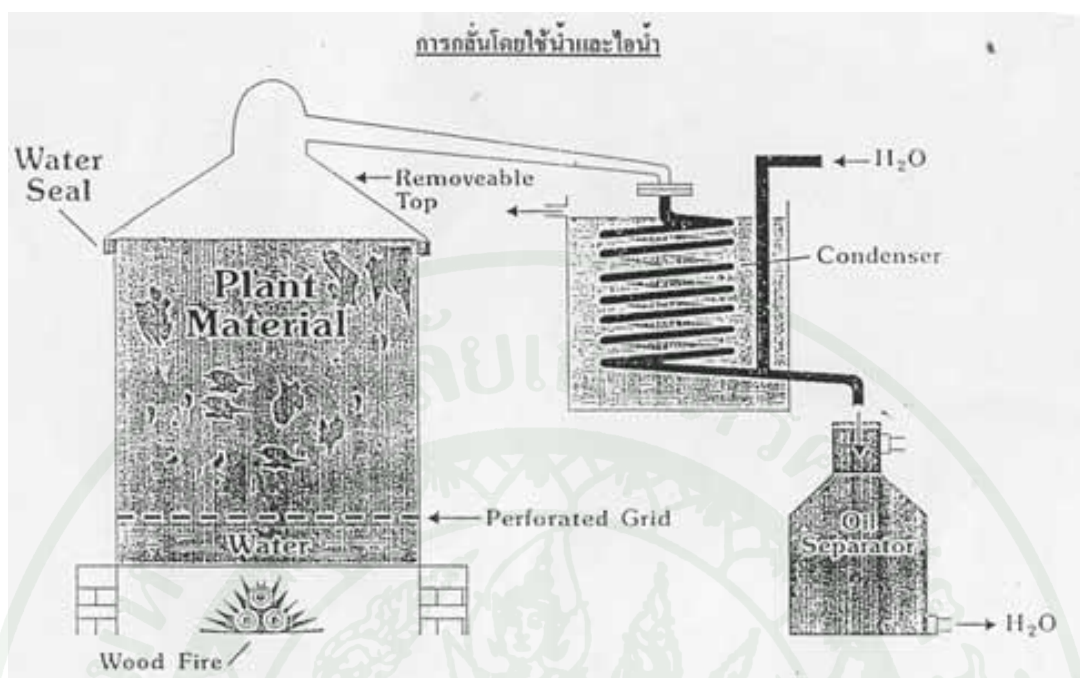
การต้มกลั่นหรือการกลั่นด้วยน้ำ มีอุปกรณ์ดังภาพที่ 15 เป็นกระบวนการต้มสารตัวอย่างกับน้ำ มักจะใช้กับพืชหรือสมุนไพรแห้ง ซึ่งสารในพืชจะไม่สลายตัวเมื่อถูกความร้อน ในวิธีการกลั่นนี้จะนำพืชที่ต้องการกลั่นมาใส่ในหม้อกลั่น และเติมน้ำจนท่วมพืช ให้ความร้อน หรือต้มจนน้ำเดือด เพื่อให้สารตัวอย่างได้รับความร้อนโดยตรง และเมื่อสารตัวอย่างเดือดระเหยกลายเป็นไอ จะถูกควบแน่นกลายเป็นของเหลวอยู่ในภาชนะรองรับ การกลั่นด้วยวิธีนี้ใช้เวลาในการกลั่นนานจะทำให้วัตถุดิบที่ได้รับความร้อนโดยตรงเกิดการไหม้ จึงทำให้องค์ประกอบทางเคมีบางส่วนของน้ำมันเกิดการเปลี่ยนแปลง อาจมีกลิ่นไหม้ หรือทำให้ลักษณะสีของน้ำมันหอมระเหยที่ได้แตกต่างจากการกลั่นด้วยวิธีอื่น รวมทั้งคุณภาพของน้ำมันหอมระเหยไม่ดีเท่ากับการกลั่นด้วยไอน้ำ การต้มกลั่นจึงไม่เหมาะกับพืชที่ไม่ทนความร้อน เนื่องจากวัตถุดิบต้องมีการสัมผัสกับความร้อนโดยตรง อาจเกิดการไหม้ได้ง่าย ตัวอย่างพืชที่ใช้วิธีนี้ในการแยกน้ำมัน ได้แก่ สน กระดังงา กุหลาบ เปลือกผลพีชวงศ์ส้ม ดอกส้ม กานพลู ตะไคร้ เปียกก็ก น้ำมันเซียว และ ambrette seed



ภาพที่ 15 ชุดเครื่องกลั่นด้วยน้ำหรือการต้มกลั่น

3) การกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ (Water and steam distillation)

วิธีนี้มีหลักการคล้ายกับการกลั่นด้วยน้ำ นิยมใช้กับพืชที่องค์ประกอบทางเคมีสลายตัวเมื่อถูกความร้อนโดยตรง อาจเรียกว่า wet steam ทำโดยนำพืชที่ต้องการกลั่นมาวางบนตะแกรงที่อยู่เหนือหม้อต้มให้ความร้อนจนน้ำเดือดกลายเป็นไอน้ำ เพื่อที่จะทำให้ไอน้ำลอยตัวขึ้นไปผ่านพืชหรือสมุนไพรที่ต้องการกลั่น โดยที่ส่วนน้ำจะไม่สัมผัสกับตัวอย่างโดยตรง ซึ่งไอน้ำจากน้ำเดือดจะเป็นไอน้ำที่อึดตัว ไม่ร้อนจัด ทำให้วิธีการกลั่นชนิดนี้เป็นวิธีการกลั่นที่สะดวก และทำให้ได้คุณภาพของน้ำมันหอมระเหยออกมาดีกว่าการกลั่นด้วยน้ำหรือการต้มกลั่น (Water distillation or hydro-distillation) ซึ่งการกลั่นด้วยวิธีนี้มีการใช้กันอย่างกว้างขวางในการผลิตน้ำมันหอมระเหยทางการค้า ตัวอย่างพืชที่ใช้วิธีนี้ในการแยกน้ำมันหอมระเหย ได้แก่ กานพลู ลาเวนเดอร์ ไซม์ โรสแมรี่ ยูคาลิปตัส และ ฮิสสอพ แสดงดังภาพที่



ภาพที่ 16 ชุดเครื่องกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ

ที่มา: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (ม.ป.ป.)

2.3.2 การสกัดด้วยไขมันสัตว์ (extraction by animal fat)

การสกัดด้วยไขมันสัตว์จะใช้กับน้ำมันหอมระเหยที่ระเหยได้ง่าย เมื่อใช้ร่วมกับวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ ซึ่งวิธีนี้จะใช้เวลานานในการกลั่น เพราะต้องทำการแช่พืชหรือสมุนไพรที่จะใช้ในการกลั่นไว้ในน้ำมันหลายวัน เพื่อที่จะให้น้ำมันช่วยดูดเอากลิ่นหอมของน้ำมันหอมระเหยออกมา วิธีนี้จึงใช้ในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากดอกมะลิ หรือดอกกุหลาบ เป็นต้น

2.3.3 การสกัดด้วยตัวทำละลาย (solvent extraction)

วิธีนี้จะได้น้ำมันหอมระเหยที่มีความเข้มข้นสูง แต่คุณภาพไม่ดีเท่าการกลั่น เพราะหลังจากการสกัดจะได้สารอื่นปนออกมาด้วย ซึ่งการสกัดแบบนี้จะได้น้ำมันหอมระเหยที่เรียกว่า absolute oil และวิธีนี้จะใช้กับพืชที่ทนความร้อนสูงไม่ได้ เช่น ดอกมะลิ และที่สำคัญ

คือ หลังจากการสกัดออกมาแล้วต้องทำการระเหยสารเคมีที่ใช้เป็นตัวสกัดออกให้หมดด้วย เพื่อไม่ให้เกิดการปนเปื้อน ซึ่งสารเคมีที่นิยมใช้เป็นตัวสกัด คือ แอลกอฮอล์

2.3.4 การคั้นหรือบีบ

วิธีนี้เป็นวิธีการที่ทำให้น้ำมันที่อยู่ในเปลือกของผลไม้ เช่น เปลือกพีช ตระกูลส้มออกมา แต่น้ำมันหอมระเหยที่ได้จะมีปริมาณน้อยและไม่ค่อยบริสุทธิ์

2.3.5 การสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์

เป็นวิธีที่มีการพัฒนาขึ้นมาใหม่ วิธีการสกัดทำโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์ ในรูปของของเหลวและก๊าซ หรือที่เรียกว่า supercritical state สกัดภายใต้ความดันสูงประมาณ 200 atm ที่อุณหภูมิประมาณ 30 องศาเซลเซียส การใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในการสกัดมีข้อดี กว่าการใช้ตัวทำละลาย เช่น เป็นสารที่ไม่สกปรก ไม่มีสี ไม่เป็นพิษ ไม่ติดไฟ มีความหนืดต่ำ ทำให้แทรกซึมเข้าไปในส่วนของพืชได้ดี รวมทั้งการมีจุดเดือดต่ำทำให้แยกออกจากน้ำมันหอมระเหยได้ง่ายด้วย ซึ่งในปัจจุบันวิธีการนี้นิยมใช้มากเพราะจะได้น้ำมันหอมระเหยที่สีกลิ่นดี มีความบริสุทธิ์สูง แต่วิธีนี้จะมีต้นทุนการผลิตที่สูง

2.4 ฤทธิ์ทางชีวภาพของน้ำมันหอมระเหย

ฤทธิ์ทางชีวภาพของน้ำมันหอมระเหย มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีในน้ำมันหอมระเหยของพืชแต่ละชนิด เช่น น้ำมันหอมระเหยในใบกะเพรา มีฤทธิ์ในการฆ่าแมลง ฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ แต่ไม่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ น้ำมันหอมระเหยในเปลือกส้ม มีฤทธิ์ในการฆ่าแมลง ฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เป็นต้น (อรุณญา และ จีรเดช, 2548) ในที่นี้จะยกตัวอย่างเฉพาะฤทธิ์ทางชีวภาพของน้ำมันหอมระเหยในการต้านหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์

หงลักษณ์ (2541) กล่าวว่า ฤทธิ์ต้านหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ คือ ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้

เกิดโรคโดยการยับยั้งมีผลต่อการสร้างผนังเซลล์ เซลล์เมมเบรน ขัดขวางการสังเคราะห์โปรตีน ขัดขวางหน้าที่ของกรดนิวคลีอิก ขัดขวางการสร้างพลังงานของเชื้อจุลินทรีย์

2.5 การควบคุมคุณภาพของน้ำมันหอมระเหย (Quality control of essential oil)

คุณภาพของน้ำมันหอมระเหยขึ้นอยู่กับแหล่งที่ปลูก อายุของพืช ภูมิอากาศ ซึ่งทำให้ได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหย และองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน จึงมีการจัดทำระบบมาตรฐานด้านคุณภาพของน้ำมันหอมระเหย โดยองค์กร หรือหน่วยงานต่างๆ ระบบมาตรฐานที่สำคัญ ได้แก่ ISO (The International Standard for Organization) เพื่อตรวจสอบคุณภาพต่างๆ ของน้ำมันหอมระเหย (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, ม.ป.ป.) ดังนี้

2.5.1 คุณลักษณะภายนอก ได้แก่ ตะกอนแขวนลอย สี กลิ่น รส

2.5.2 คุณภาพทางกายภาพ ซึ่งเป็นค่าเฉพาะของน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิด ดังนี้

1) ค่าความถ่วงจำเพาะของสาร เพื่อตรวจสอบความหนาแน่นของน้ำมันหอมระเหย เปรียบเทียบกับความหนาแน่นของน้ำ ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส

2) ค่าการเบี่ยงเบนแสงของน้ำมันหอมระเหย โดยวัดค่ามุมที่เบี่ยงเบนไปของแสงโพลาไรซ์ที่ส่องผ่านน้ำมันหอมระเหย ปริมาณการหมุนไปของระนาบเป็นปฏิกิริยากับระยะทางที่แสงเดินทางผ่านน้ำมันหอมระเหยนั้นๆ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

3) ค่าดัชนีหักเหแสงของน้ำมันหอมระเหย เพื่อตรวจสอบสิ่งเจือปนในน้ำมันหอมระเหย โดยการวัดค่า sine ของมุมตกต่อ sine ของมุมหักเห เมื่อให้แสงส่องกระทบน้ำมันหอมระเหย ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส

2.5.3 คุณภาพทางเคมี เป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบต่างๆ และปริมาณน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิด โดยใช้เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟและแมสสเปกโตรมิเตอร์ (Gas chromatograph/Mass spectrometer: GC-MS)

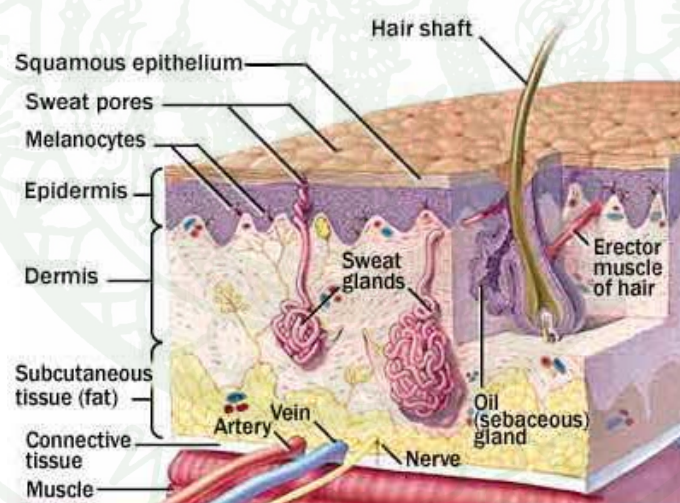
3. เท้าและการดูแลรักษาความสะอาด

เท้านับเป็นอวัยวะที่สำคัญส่วนหนึ่งของร่างกาย การดูแลรักษาความสะอาดจึงเป็นสิ่งจำเป็นด้วยเช่นกัน โดยปกติเวลาอาบน้ำควรล้างเท้าด้วยสบู่ และเช็ดให้แห้ง โดยเฉพาะซอกนิ้วแล้วโรยด้วยแป้งเพื่อป้องกันความชื้นและการหมักหมมของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดกลิ่นอันไม่พึงประสงค์ตามมา ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ทำความสะอาดร่างกายโดยทั่วไปสามารถนำไปทำความสะอาดที่บริเวณเท้าได้ แต่ควรเลือกชนิดที่มีส่วนผสมของสารฆ่าเชื้อด้วย เช่น foot bath, foot spray, foot deodorant, foot lotion และ foot powder สิ่งที่น่าสนใจมาก คือ การใช้สารฆ่าเชื้อโรค สารระงับกลิ่นเหม็น และสารขจัดกลิ่น ผสมลงไปด้วยเพื่อป้องกันการเกิดกลิ่นเท้า หรืออาจมีการใช้ bath salts ประกอบด้วย alkaline salts ที่ผสมกับสารที่ปล่อยออกซิเจนออกมา เช่น sodium perborate และสารเร่ง เช่น magnesium borate หรือ enzyme เร่งการปล่อยสารออกซิเจนเป็นการกระตุ้นการหายใจของเซลล์ผิวหนังบริเวณเท้า เพื่อช่วยลดการหมักหมม และความเครียดได้ (พิมพ์, 2532) ในหลายคนอาจดูแลเอาใจใส่เท้า โดยเฉพาะผู้หญิงที่พิถีพิถันในการดูแลความสะอาดเท้า ส่วนผู้ชายไม่ค่อยใส่ใจเท่ามากนัก ดังนั้นโรคเกี่ยวกับเท้าส่วนใหญ่มักเกิดกับผู้ชายมากกว่าผู้หญิง

โดยปกติแล้วผิวหนังชั้นหนาที่สุดและแข็งที่สุดปกคลุมเท้าส่วนนอกสุด และชนบาง ๆ ที่ปกคลุมผิวหนังดังกล่าวอยู่จะช่วยป้องกันการติดเชื้อของเท้าจากโรคต่าง ๆ ได้ ซึ่งเท้าเป็นอวัยวะที่สามารถติดเชื้อได้ง่ายกว่าส่วนอื่นทั้งหมด ตามบริเวณง่ามเท้าและที่ตัวเท้าทั้งหมด โดยเฉพาะบริเวณที่อบอุ่นและชุ่มชื้นยิ่งทำให้เชื้อจุลินทรีย์ลุกลามเป็นบริเวณกว้างออกไปได้อีกภายหลังจากที่ได้เข้าไปในผิวหนังเท้าแล้ว นอกจากจะทำให้เกิดอาการคันตรงบริเวณดังกล่าวจนเกิดความรำคาญแล้วเชื้อจุลินทรีย์ยังส่งผลให้เกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์อีกด้วย ในบางกรณีอาการเหงื่อออกเล็กน้อยซึ่งมักมีสาเหตุจากการใช้เท้าเป็นเวลานานหลาย ๆ ชั่วโมงโดยที่อยู่ในสภาวะแวดล้อมที่มีความร้อนหรือไม่ก็ได้ และปัญหาดังกล่าวมักเกิดในเด็กผู้ชายวัยรุ่นและวัยรุ่นหนุ่มมากที่สุด ลักษณะอาการเหงื่อออกเช่นนี้สาเหตุหนึ่งจากพันธุกรรม ไม่ว่าจะอยู่ในที่ร้อนหรือที่หนาว บุคคลเหล่านี้จะมีเหงื่อออกตลอดเวลา ซึ่งภาวะเช่นนี้เรียกว่า ไฮเปอร์โดรซิส (hyperidrosis) ก่อให้เกิดกลิ่นเท้าจนคนที่เข้าใกล้รู้สึกได้ และเป็นสาเหตุของโรคผิวหนัง (เรณู, 2536)

3.1 กลิ่นเหม็นอับที่เกิดกับเท้า

ต่อมเหงื่อพบในชั้นหนังแท้ (Dermis) ตรงส่วน Reticular Layer มากเกือบทั่วบริเวณผิวหนังของร่างกาย ซึ่งบางแห่งพบมากถึง 600 ต่อตารางเมตร มีรูปร่างเป็นเกลียวทรงกระบอกอยู่บริเวณชั้นหนังแท้ และมีท่อรูปเกลียวต่อขึ้นมาเปิดออกสู่ผิวบนของหนังกำพร้า (ภาพที่ 17) หน้าที่หลักของต่อมเหงื่อ คือ ช่วยควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย และการขับน้ำที่เกินความจำเป็นออกจากร่างกาย การระเหยของเหงื่อนี้ทำให้รู้สึกเย็นสบาย สิ่งที่มากระตุ้นต่อมเหงื่อให้เกิดการขับน้ำออกมา ได้แก่ แสง UV, อารมณ์ หรือความเครียด (พิมพร, 2532) ต่อมเหงื่อบริเวณอุ้งมือ อุ้งเท้า ถูกควบคุมโดยเส้นประสาท ส่วนประกอบของเหงื่อแตกต่างกันไปแต่ละคน ซึ่งมักประกอบด้วยสารหลัก คือ Electrolyte ions, Urea, Amino acid, Sugar และบางครั้งมีไขมันปนมาด้วย ปริมาณโซเดียมคลอไรด์ ในเหงื่อมีอยู่ระหว่าง 10-100 มิลลิกรัมต่อลิตร



ภาพที่ 17 ผิวหนังในชั้นต่างๆ และต่อมเหงื่อ

ที่มา: สถาบันโรคผิวหนัง (2552)

ตำแหน่งที่เกิดกลิ่น คือ บริเวณผิวหนัง แต่บริเวณที่ก่อให้เกิดกลิ่นรุนแรง มักจะเป็นส่วนที่อับชื้น เช่น รักแร้ ซอกขา และซอกนิ้วเท้า ซึ่งมีสิ่งขับออกมาจากผิวหนัง เช่น เหงื่อ สารหลังจากต่อมกลิ่น สารเหล่านี้ระเหยแห้งออกไปได้ยาก จึงเกิดการหมักหมมเกิดขึ้น และ

เป็นแหล่งอาหารที่ดีสำหรับเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายเป็นสารกลิ่นจุนระเหยออกมา ถ้าการหมักหมมมีมาก ทำให้เกิดกลิ่นที่รุนแรงอันเป็นที่น่ารังเกียจของสังคม (พิมพร, 2532)

การเกิดกลิ่นเหม็นมีองค์ประกอบ 2 อย่าง คือ มีการขับเหงื่อออกมามาก และ เชื้อจุลินทรีย์ที่อาศัยบนผิวหนังทำให้เกิดการบูดเน่าของเหงื่อตามมาจึงทำให้เกิดกลิ่นขึ้น ทั้ง 2 อย่างนี้เป็นสาเหตุหลัก ส่วนสาเหตุรองที่ช่วยส่งเสริมการเกิดกลิ่นตัวให้มากขึ้น คือ องค์ประกอบของเหงื่อในแต่ละบุคคลจะมีความแตกต่างกันออกไป การรักษาอนามัยที่เท้า ไม่ดีพอ ภาวะทางร่างกายและจิตใจ มีผลให้เกิดสารปนกลิ่นออกมามากขึ้น

ต่อมเหงื่อทำหน้าที่ขับเหงื่อเพื่อระบายความร้อนของร่างกาย เหงื่อที่ขับออกมาใหม่ๆ (Fresh perspiration) จะไม่มีกลิ่น เป็นของเหลวใส มีฤทธิ์เป็นกรด (pH 4.0-6.8) มี องค์ประกอบและปริมาณดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ปริมาณและองค์ประกอบของสารในเหงื่อ

องค์ประกอบของเหงื่อ	ปริมาณ (เปอร์เซ็นต์)
Water	99.0200
Sodium chloride	0.7000
Acetic acid	1.0096
Propionic acid	0.0062
Caprylic and capronic acid	0.0046
Lactic acid	0.1000
Citric acid	0.0400
Ascorbic acid	0.0400
Urea and uric acid	trace

ที่มา: ญานี และคณะ (2546)

องค์ประกอบของเหงื่ออาจแปรผันตามอาหารที่รับประทาน การออกกำลังกาย ซึ่งถ้าออกกำลังกายมากจะทำให้ปริมาณกรดแลคติกในเหงื่อสูงขึ้นตามไปด้วย และปัจจัยอื่นๆ นอกจากนี้ยังพบว่า เหงื่อยังมีแร่ธาตุต่างๆ เช่น โพแทสเซียม แมกนีเซียม เหล็ก ทองแดง แคลเซียม แมงกานีส คาร์บอนेट ฟอสเฟต ซัลไฟท์ ไอโอไดต์ โบรไมด์ เป็นต้น (ญาณี และคณะ, 2546)

การเกิดกลิ่นเหม็นอับอาจเกิดจากการสวมถุงเท้า และรองเท้าเป็นเวลานาน ประกอบกับอากาศภายในรองเท้าร้อนจึงทำให้มีเหงื่อตามซอกนิ้ว และฝ่าเท้าในปริมาณที่มาก เหงื่อที่ออกมาจะเป็นแหล่งดึงดูดให้เชื้อแบคทีเรียหรือเชื้อราสามารถแพร่พันธุ์ได้มากขึ้นและผลิตก๊าซที่มีกลิ่นออกมา เชื้อแบคทีเรียเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดกลิ่นเท้า โดยเชื้อแบคทีเรียที่สำคัญคือ *Micrococcus* sp. (Ying, 2003) ซึ่งเป็นเชื้อประเภท normal flora ที่บริเวณผิวหนัง และเนื้อเยื่อในจมูก อันเนื่องมาจากมาจากเชื้อแบคทีเรียชนิดนี้เป็นเชื้อที่พบอยู่เป็นปกติในร่างกายมนุษย์ และไม่พบว่าเป็นเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคในมนุษย์ แต่หากเกิดความผิดปกติที่บริเวณเท้า อาจจะเนื่องมาจากการเกิดสภาวะร้อน เหงื่อออกมาจำนวนมากทำให้เกิดการอับชื้นเป็นระยะเวลานาน เกิดสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อแล้ว *Micrococcus* sp. จึงเป็นเชื้อแบคทีเรียที่สามารถก่อให้เกิดกลิ่นเท้าได้อย่างง่าย นอกจากนี้เป็นเชื้อที่สามารถแยกได้ในห้องทดลองทางคลินิก (Khoury et al., 1996) โดยเฉพาะผิวหนังชั้นนอกที่บริเวณที่หนาเป็นแผ่นเชื่อมต่อกันโดยเดสโมโซม (desmosome) และโทโนไฟบริน (tonofibrin) คือ เคราติน (keratin) เป็นส่วนมาก เมื่อรวมกับการเกิดเหงื่อและแบคทีเรียตามพื้นแล้วจะทำให้มีความเสี่ยงที่จะเกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ (Wilkinson and Moore, 1982) นอกจากเกิดกลิ่นเท้าแล้วยังก่อให้เกิดอาการคัน และผิวหนังลอกตามมาด้วย (ดำรง, 2521) สำหรับเชื้อที่ศึกษาเป็นเชื้อ *Micrococcus sedentarius* เป็นสาเหตุของโรคเท้าเหม็น (pitted keratolysis) เกิดจากการหมักหมมของเชื้อแบคทีเรียชนิดนี้ในรองเท้าทำให้เกิดกลิ่น มักจะเกิดกับคนที่มีเหงื่อออกเท้ามาก และโรคชนิดนี้มักพบในประเทศเขตร้อน ซึ่งส่วนใหญ่จะเกิดบ่อยในผู้ชาย อาการสำคัญของโรคนี้ที่พบบ่อยที่สุด คือ ร้อยละ 90 เท้ามีกลิ่นเหม็นมาก รองลงมาคือ เวลาถอดถุงเท้าจะรู้สึกว่ามีถุงเท้าติดกับฝ่าเท้า ร้อยละ 70 ส่วนอาการที่พบน้อย คือ อาการคัน ร้อยละ 8

ในการดูแลรักษาไม่ให้เกิดกลิ่นเท้านั้นหากทำโดยการขจัดปัญหาเหงื่อออกให้หมด ลิ่นนั้นมีหลายวิธี เช่น การล้างเท้าบ่อยๆ และโรยแป้งชนิดดับกลิ่น การเปลี่ยนถุงเท้าบ่อยๆ และการใช้แผ่นรองรองเท้าที่สามารถดูดซับความชื้นและกลิ่นไว้ได้ (เรณู, 2536) ซึ่งการดูแล

รักษาต้องเริ่มจากการซักถุงเท้าให้สะอาด และตากให้แห้งเพื่อช่วยลดการเจริญเติบโตของเชื้อโรคต่างๆ รองเท้าที่ใช้ควรมีการนำออกไปตากแดดอย่างน้อยสัปดาห์ละครั้ง ถ้าเป็นรองเท้าผ้าใบควรซักทุกสัปดาห์ แต่ถ้าอาการยังไม่ดีขึ้นอาจต้องใช้แป้งฝุ่นหอมโรยเท้าและรองเท้าเพื่อช่วยขจัดกลิ่นไม่พึงประสงค์ด้วย

3.2 การกำจัดกลิ่น

พิมพร (2532) ได้กล่าวถึงวิธีการกำจัดกลิ่นเท้าสามารถทำได้หลายวิธี เช่นเดียวกับวิธีการกำจัดกลิ่นมี 5 วิธี ดังนี้

- 1) การระงับการหลั่งของเหงื่อ ปกติต่อมเหงื่อถูกควบคุมโดยระบบประสาทส่วนกลางสังเกตุง่าย ๆ คือ เวลาตกใจกลัว หรือเครียด บางคนจะหลั่งเหงื่อออกมามากกว่าปกติ จากการศึกษาพบว่า การใช้ Anticholinergic drug ผสมในผลิตภัณฑ์ทาผิว ช่วยระงับการหลั่งของเหงื่อได้
- 2) การกันเหงื่อไม่ให้ออกมาที่ผิวหนัง วิธีนี้ค่อนข้างอันตราย เพราะอาจทำให้ต่อมเหงื่อบวมและอักเสบได้ แต่ก็พบว่าสารระงับเหงื่อที่ใช้ทางเครื่องสำอางออกฤทธิ์ด้วยวิธีนี้เช่นกัน เมื่อต่อมเหงื่อบวม ต่อมเหงื่อจะหยุดทำงานไปเอง จึงเป็นการระงับกลิ่นทางอ้อม อย่างไรก็ตาม คนส่วนใหญ่ที่ใช้สารระงับเหงื่อจากเครื่องสำอางก็ไม่พบอาการป่วยเกิดขึ้นให้เห็น จึงยังคงใช้กันอยู่ เช่น สารพวก astringent ทั้งหลายที่มีฤทธิ์กระชับรูขุมขน และรูต่อเหงื่อ
- 3) การขจัดเหงื่อที่ขับออกมาที่ผิวหนังออกโดยเร็ว คือ การอาบน้ำชำระล้างร่างกาย
- 4) การใช้สารฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหลายที่ทำให้เกิดกลิ่น หมายถึงการออกฤทธิ์ของสารขจัดกลิ่น (Deodorant) นั้นเอง

5) การทำลายสารที่เป็นสาเหตุของกลิ่นเหม็นฉุนทั้งหลายโดยเร็ว เช่น การใช้สารดูดซับเหงื่อและกลิ่น การใช้สารที่เปลี่ยนพวกเอมีนและแอมโมเนียไปเป็นสารอื่นที่ไม่มีกลิ่น เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีผู้ใช้สารกลิ่นหอมในการกลบกลิ่นเหม็นฉุนที่เกิดขึ้น เช่น การใช้น้ำหอม แต่วิธีนี้ไม่แนะนำให้ใช้ เพราะไม่ได้ขจัดที่สาเหตุของการเกิดกลิ่น

3.3 ผลิตภัณฑ์สำหรับดูแล และรักษาเท้า

ในปัจจุบันสามารถแบ่งผลิตภัณฑ์ในกลุ่มการดูแลรักษาเท้า สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม โดยดูจากสาเหตุที่ทำให้เกิดกลิ่นเท้า คือ ผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเหงื่อ และผลิตภัณฑ์ที่มีสารฆ่าเชื้อ (อุบลทิพย์, 2534) โดยสารทั้ง 2 ชนิดนี้ มีลักษณะที่แตกต่างกันคือ

3.3.1 ผลิตภัณฑ์สำหรับระงับเหงื่อ (Antiperspirants) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้สารประเภท astringent salt เช่น อะลูมิเนียม เซอร์โคเนียม หรือ เกลือสังกะสี มีฤทธิ์ในการลดการขับเหงื่อเท้าๆ กับการลดการติดเชื้อแบคทีเรียที่ผิวหนัง ทำให้ลดอาการเกิดกลิ่นตัว หรือป้องกันการเกิดกลิ่นตัวได้ กลิ่นตัวของแต่ละคนแตกต่างกันขึ้นอยู่กับบุคคลและโอกาส เช่น สภาวะออกกำลังกาย การเกิดความกดดันทางอารมณ์ต่างๆ อาหารที่รับประทานเข้าไป แต่ละบริเวณของผิวหนังจะมีกลิ่นตัวที่แตกต่างกันไป เช่น รักแร้ หรือเซลล์ที่ลอกออกมาจากผิวหนังและแบคทีเรียบริเวณนั้นจะมีการสะสมกลิ่น ตัวผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ต้องมีการปิดฉลากระบุตัวยาที่ใช้ และต้องได้รับการยอมรับของกระทรวงสาธารณสุข ว่าไม่ก่อให้เกิดพิษและการระคายเคือง

3.3.2 ผลิตภัณฑ์สำหรับระงับกลิ่น (Deodorant) เป็นผลิตภัณฑ์ฆ่าเชื้อที่ประกอบด้วยยาฆ่าเชื้อ (Germicide) เช่น สารประกอบพวกควอเทอร์นารี ไตรโคลซาน แอมโมเนียม พาราเบน หรือไตรโบโมซาลิไซเลนไนล์ ตัวยาเหล่านี้จะไปลดจำนวนของแบคทีเรียที่ผิวหนังที่ทำให้เกิดกลิ่นตัว ซึ่งแบคทีเรียเหล่านี้จะไปสลายสิ่งที่ขับออกมาจากเหงื่อทำให้เกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ได้

3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่น

ญาณี และคณะ (2546) รายงานการศึกษาการตั้งสูตรสเปรย์ระงับกลิ่นเท้า ซึ่งสูตรที่พัฒนาได้ ประกอบด้วย Triclosan, Aluminium chlorohydrate และน้ำมันหอมระเหย สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus aureus* (ATCC 25293) ด้วยวิธี well diffusion method และสูตรที่พัฒนาได้มีประสิทธิภาพในการระงับเชื้อบริเวณได้มากกว่า 95%

ณัฐพล และวรางคณา (2546) รายงานการศึกษาการตั้งตำรับสเปรย์ระงับกลิ่นเท้า ซึ่งตำรับสเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่พัฒนาได้ ประกอบด้วย Triclosan, Aluminium chlorohydrate และน้ำหอมสังเคราะห์ คือ Celine สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. aureus* และ *E.coli* ได้ แต่ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *P. aeruginosa* และยังสามารถลดจำนวนเชื้อแบคทีเรียที่เท้าได้

ณัฐยา (2552) รายงานการพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรย์ฉีดเท้าโดยใช้น้ำมันหอมระเหยในการยับยั้งการเจริญของ *Micrococcus sedentarius* ซึ่งผลิตภัณฑ์สเปรย์ฉีดเท้าที่พัฒนาใช้น้ำมันหอมระเหยกานพลู 0.08% สามารถยับยั้งเชื้อที่ศึกษาได้ โดยมี inhibition clear zone ขนาด 42.80 mm และมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียบริเวณเท้าได้ 100% หลังจากฉีดสเปรย์ในครั้งแรก

กนกอร (2547) รายงานการพัฒนาแป้งฝุ่นโรยเท้ายับยั้งเชื้อ *Micrococcus* sp. จากสตรีชาวเจ้าหมกานพลูผอง ซึ่งสูตรแป้งฝุ่นโรยเท้าที่พัฒนาได้ใช้ปริมาณกานพลูร้อยละ 7 ซึ่งสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ มี inhibition zone ขนาด 24.60 mm

4. การทดสอบความไวของเชื้อจุลินทรีย์ต่อสารต้านเชื้อจุลินทรีย์

ฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ คือ ความสามารถในการยับยั้งการเจริญ (microbiostatic) และ/หรือ ความสามารถในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ (microbicidal) ซึ่ง The National Committee for Clinical Laboratory Standards (NCCLS) ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้กำหนดวิธีการทดสอบความไวของเชื้อต่อสารต้านเชื้อจุลินทรีย์เป็นวิธีมาตรฐานไว้ โดยมีขั้นตอนที่ชัดเจนตามชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ (รวมถึงเชื้อดื้อยาที่เป็นปัญหา) อาหารเลี้ยงเชื้อ ความหนาของอาหารเลี้ยงเชื้อ

การเตรียมเชื่อในการทดสอบ อุณหภูมิ เวลา และสภาวะในการบ่ม เพาะเชื้อ ตลอดจนการอ่าน และแปลผล ดังนั้นห้องปฏิบัติการต้องปฏิบัติตามแบบแผนอย่าง ถูกต้องทุกขั้นตอน จึงจะทำให้ผลการทดสอบความไวต่อสารต้านเชื้อจุลินทรีย์เชื่อถือได้และทำให้การ อ่านและแปลผล ถูกต้อง

จันทร์เพ็ญ (2543) ได้กล่าวถึง ปัจจัยที่มีผลต่อฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ มีปัจจัยหลาย ประการ คือ

1) จำนวนจุลินทรีย์

ความสามารถในการทำลายจุลินทรีย์ของวิธีการทางกายภาพ หรือวิธีทางเคมี ขึ้นกับ จำนวนจุลินทรีย์เริ่มแรก ถ้าจำนวนจุลินทรีย์มาก และจุลินทรีย์บางตัวอาจไม่ถูกทำลาย ความหนาแน่นของจุลินทรีย์มาก อาจป้องกันการแทรกซึมของสารต้านจุลินทรีย์ ดังนั้นจึงต้องใช้ เวลานานขึ้นที่จะทำลายจุลินทรีย์ได้ทั้งหมด

2) ความเข้มข้นของสารต้านจุลินทรีย์

ความเข้มข้นของสารต้านจุลินทรีย์มีผลต่อประสิทธิภาพของฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ถูกฆ่า ได้เร็วขึ้น เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารเคมีทำลายเชื้อจนถึงระดับหนึ่ง

3) ชนิดและอายุของจุลินทรีย์

จุลินทรีย์ชนิดต่างๆ มีความไวต่อการทำลายด้วยวิธีทางกายภาพ หรือวิธีทางเคมี แตกต่างกันไปมาก สปอร์ของแบคทีเรียมีความต้านทานมากที่สุด เชื้อราและไวรัสมีความต้านทาน มากกว่าแบคทีเรีย แบคทีเรียแกรมบวกไวต่อฤทธิ์ของสารทำลายเชื้อและสารระงับเชื้อหลาย ชนิดมากกว่าแบคทีเรียแกรมลบ แบคทีเรียที่ไม่สร้างสปอร์มีความไวต่อสารเคมีและวิธีทาง กายภาพแตกต่างกันระหว่างวัฏจักรการเจริญ โดยทั่วไปแบคทีเรียในสภาวะการเจริญคงที่มี ความต้านทานต่อความร้อน และสารเคมีทำลายเชื้อมากกว่าระยะอื่นๆ

4) อุณหภูมิ

การเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นพอประมาณสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของสารทำลายเชื้อหรือสารเคมีต้านจุลินทรีย์อื่น ทั้งนี้เนื่องจากสารเคมีทำลายจุลินทรีย์ด้วยปฏิกิริยาเคมี

5) การมีสารอินทรีย์

การมีสารอินทรีย์จากภายนอก สามารถลดประสิทธิภาพของสารเคมีต้านจุลินทรีย์ลงอย่างมาก โดยการทำให้สารนั้นหมดฤทธิ์ หรือปกป้องจุลินทรีย์จากสารนั้น การมีสารอินทรีย์ในสารผสมระหว่างสารทำลายเชื้อ และจุลินทรีย์อาจทำให้เกิดการรวมกันของสารทำลายเชื้อและสารอินทรีย์ เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีฤทธิ์ฆ่าจุลินทรีย์ หรือเกิดการรวมกันของสารทำลายเชื้อและสารอินทรีย์เกิดเป็นตะกอน ดังนั้นจึงแยกสารทำลายเชื้อออกจากจุลินทรีย์ นอกจากนี้ยังทำให้เกิดการสะสมของสารอินทรีย์บนพื้นผิวเซลล์จุลินทรีย์ ทำให้จุลินทรีย์ถูกห่อหุ้มอยู่ เป็นผลให้การสัมผัสระหว่างสารทำลายเชื้อและเซลล์เสียไป

6) ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ความเป็นกรด-ด่างของสารละลายมีผลต่อประสิทธิภาพของสารเคมี สารฆ่าแบคทีเรียที่เป็น cation มีฤทธิ์มากกว่าในสภาวะที่เป็นด่าง และสารฆ่าแบคทีเรียที่เป็น anion มีฤทธิ์มากกว่าในสภาวะที่เป็นกรด โดยทั่วไปสารทำลายเชื้อส่วนใหญ่มีฤทธิ์ดีที่สุดในสภาวะที่เป็นกลางหรือเป็นด่างเล็กน้อย เนื่องจากสารทำลายเชื้อในรูปที่ไม่แตกตัวสามารถแทรกซึมได้มากกว่า และมีการเพิ่มขึ้นของประจุตรงข้ามของส่วนประกอบของเซลล์ สารละลายที่มีฤทธิ์เป็นกรดมักจะฆ่าแบคทีเรียถ้าทำให้ร้อน เพราะความร้อนจะช่วยเพิ่มการแตกตัวของกรดได้

วิธีทดสอบความไวของเชื้อต่อยามีหลายวิธี หากเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดสอบเป็นแบคทีเรียและรา สามารถทำได้ทั้งในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลว (broth medium) และอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดแข็ง (agar medium) (จันทร์เพ็ญ, 2543) โดยมีวิธีหลักอยู่ 2 รูปแบบ คือ (1) Disc diffusion method และ (2) Dillution method มีดังนี้

4.1 Disc diffusion method

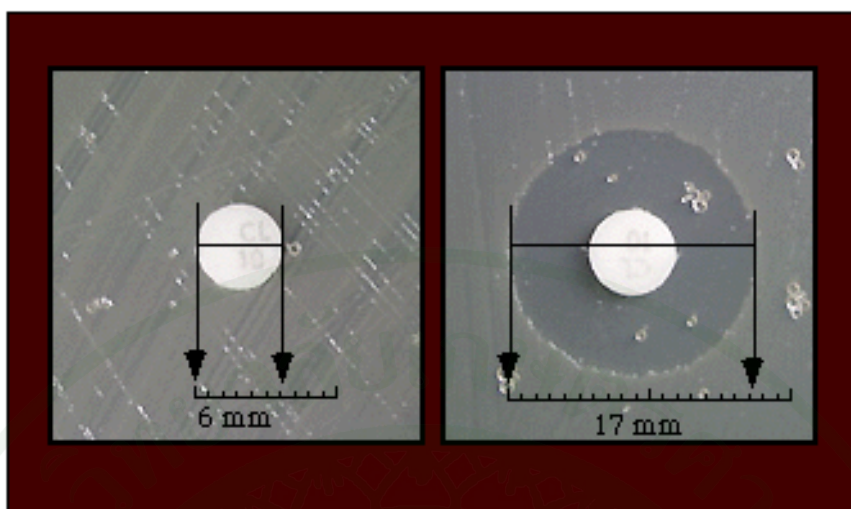
เป็นวิธีการที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุด ซึ่งวิธีการทดสอบชนิดนี้ได้พัฒนาขึ้นมาโดย Kirby *et al.* (1966) และได้รับการรับรองเป็นวิธีมาตรฐานโดย Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) (2009) เนื่องจากเป็นวิธีที่ทำได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว ผลที่ได้มีค่าสอดคล้องกับค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ (Minimum Inhibitory Concentration: MIC) และยังสามารถบอกผลได้ว่า เชื้อจุลินทรีย์มีความไวต่อสารทดสอบหรือไม่

หลักการของวิธีนี้คือ เมื่อวางแผ่น paper disc ที่มีสารทดสอบลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อสารทดสอบที่อยู่บน paper disc จะแพร่ไปสู่อาหารเลี้ยงเชื้อ เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่เพาะเลี้ยงบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ ซึ่งการแพร่นี้จะนำสารเคมีไปสู่บริเวณอาหารเลี้ยงเชื้อรอบแผ่น paper disc ความสามารถในการละลายของสารทดสอบและขนาดของโมเลกุลของสารทดสอบจะมีผลต่อการแทรกซึมของสารทดสอบรอบแผ่น paper disc ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญรอบแผ่น paper disc ได้ และเมื่อเชื้อจุลินทรีย์ที่ไวต่อสารทดสอบจะเกิดบริเวณวงใสเกิดขึ้นรอบแผ่น paper disc เรียกว่า zone of inhibition หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า clear zone (ภาพที่ 18) สามารถนำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่กำหนดสำหรับแปลผลความไวของเชื้อทดสอบต่อสารต้านเชื้อจุลินทรีย์ (Standard interpretive chart) ซึ่งจะแปลผลเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน erythromycin 15 µg/disc มีการรายงานผลการทดสอบดังนี้

Susceptibility (S) คือ เชื้อมีความไวต่อสารทดสอบ ความกว้าง clear zone ≥ 23 mm.

Intermediate (I) คือ เชื้อมีความไวต่อสารทดสอบปานกลางความกว้าง clear zone 14-22 mm.

Resistant (R) คือ เชื้อต้านทานสารทดสอบ ความกว้าง clear zone ≤ 13 mm.



ภาพที่ 18 การเกิด zone of inhibition ด้วยวิธี disc diffusion

ที่มา: Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) (2009)

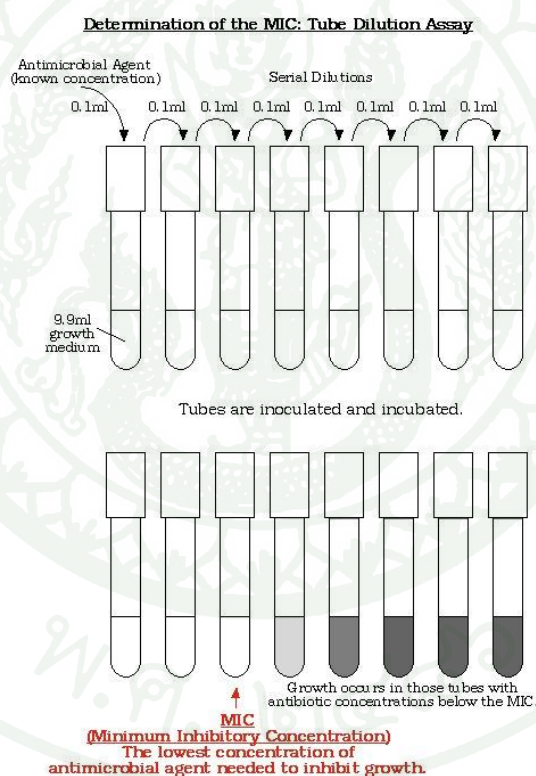
4.2 Dilution method

การทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ด้วยวิธี dilution test เป็นการทดสอบในเชิงปริมาณ เพราะสามารถทราบค่าความเข้มข้นของสารที่ต้องการจะทดสอบ นิยมใช้ทดสอบเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญได้ช้า และสามารถใช้ทดสอบยืนยันผลวิธี disk diffusion ที่ให้ความไวปานกลางหรือดีเยี่ยม หลักการโดยทั่วไปของวิธีทดสอบแบบ broth และ agar dilution susceptibility test จะคล้ายคลึงกัน คือ ทำการเจือจางสารที่ใช้ในการทดสอบในอาหารเลี้ยงเชื้อ เพื่อให้ได้ความเข้มข้นต่างๆ ตามที่ต้องการ จากนั้นจึงใส่เชื้อที่ใช้ในการทดสอบลงในหรือบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีสารที่ต้องการใช้ทดสอบ ภายหลังการบ่มเพาะ เพื่อให้ดูค่า MIC โดยสังเกตความขุ่นหรือใสของ broth และมีหรือไม่มีเชื้อเจริญขึ้นบน agar

4.2.1 Broth dilution method

เป็นวิธีที่มาตรฐานในการทดสอบหาความไวของเชื้อจุลินทรีย์ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์เชิงปริมาณ โดยทำการเจือจางสารที่ใช้ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารเหลวให้ได้ความเข้มข้นต่างๆ ที่ครอบคลุมค่าความเข้มข้นของสารที่ใช้ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ และเติมเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดสอบลงไปเป็นปริมาณที่ถูกต้องและปลอดภัย หลังจากนั้นทำการ

บ่มเชื้อเป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง ถ้าความเข้มข้นของสารที่ใช้ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์สามารถยับยั้งหรือทำลายแบคทีเรียได้ อาหารเลี้ยงเชื้อจะใส ถ้าสารที่ใช้ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถยับยั้งได้ อาหารเลี้ยงเชื้อจะเหลวและขุ่น ซึ่งวิธีการนี้จะรายงานผลในเชิงปริมาณ (คือแสดงเป็นตัวเลข) โดยทำการรายงานผลออกมาเป็นค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารที่ใช้ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียได้อย่างสมบูรณ์ (MIC) มีหน่วยเป็น ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ($\mu\text{g/ml}$) สามารถนำไปทดสอบต่อเพื่อหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารที่ใช้ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้ (MBC) มีหน่วยเป็น ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ($\mu\text{g/ml}$) และสามารถแปลผล MIC ออกมาเชิงคุณภาพได้ (ภาพที่ 19)



ภาพที่ 19 Broth dilution method

ที่มา: Jason (2005)

4.2.2 Agar dilution method

หลักการทดสอบ agar dilution method จะเหมือนกับ broth dilution method แต่จะแตกต่างกันที่ขั้นตอนของการผสมสารต้านเชื้อจุลินทรีย์ความเข้มข้นต่าง ๆ รวมกับวุ้นหลอมเหลวเป็นเนื้อเดียวกัน รอให้อาหารแข็งก่อนที่จะทำการเพาะเชื้อทดสอบลงไปโดยใช้เครื่องมือพิเศษ ภายหลังการบ่มเชื้อเป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง ถ้าความเข้มข้นของสารต้านเชื้อจุลินทรีย์สามารถยับยั้งการเจริญได้ จะไม่เห็นโคโลนีเจริญขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ รายงานผลเป็นค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารต้านเชื้อจุลินทรีย์ที่ยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ หรือ MIC หน่วยไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

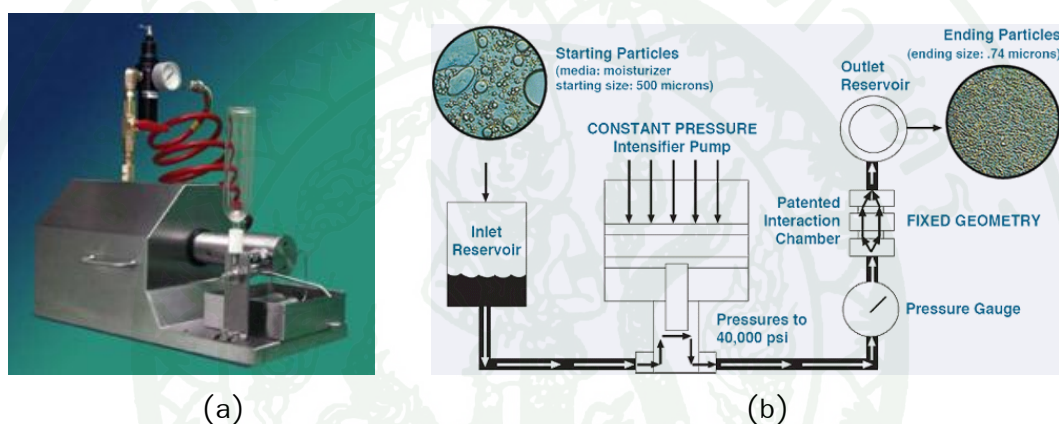
4.3 รายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Laura *et al.* (2011) ได้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยตระกูล Citrus และการประเมินผลของประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อด้วยวิธีต่างกัน ซึ่งวิธี disc diffusion น้ำมันหอมระเหยจากแมนดารินสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ศึกษาได้เกือบทุกชนิด ยกเว้น *P. aeruginosa* ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากส้มและมะนาวไม่สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ศึกษาได้เลย เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่า MIC และ MBC เพื่อยืนยันผลจาก disc diffusion พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากแมนดารินมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ดีที่สุด มีค่า MIC เท่ากับ 5.0 µl/ml และ MBC เท่ากับ 30.0 µl/ml ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากส้มและมะนาวสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีกว่าแกรมลบ ซึ่งมีค่า MIC ในช่วง 0.5-5.0 µl/ml

5. เทคนิคการลดขนาดด้วยใช้เครื่องไมโครฟลูอิดไดเซอร์ (microfluidizer)

เป็นการพัฒนาเครื่องมือมาจากเครื่องมือที่ใช้เตรียมอิมัลชัน และคอลลอยด์ การเตรียมอิมัลชันหรือคอลลอยด์ในอดีตใช้แรงมือหรือเครื่องผสมที่ให้แรงตัด (shear) ที่ไม่สูงมาก ได้แก่ เครื่องปั่นหรือเครื่องบดด้วยมือ เหมาะสำหรับการเตรียมอิมัลชันในรูปครีมหรือซี้ฟิงที่ใช้สำหรับทาภายนอก เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคนิคในการเตรียมโดยใช้เครื่องบดหรือโฮโมจีไนเซอร์ (homogenizer) เช่น เครื่องไมโครฟลูอิดไดเซอร์ ของบริษัท Microfluidizer (ภาพที่ 20a) ข้อดีคือ สามารถเตรียมอิมัลชันหรือคอลลอยด์ที่มีขนาดอนุภาคน้อยกว่า 0.5 ไมครอนได้ แม้ใช้สารลดแรงตึงผิวประเภทไม่มีประจุ (nonionic surfactants) ซึ่ง

มีประสิทธิภาพในการเกิดอิมัลชันค่อนข้างต่ำ ซึ่งใช้หลักการการชนกันของของเหลวที่ไหลใน chamber ที่มีแรงดันสูง (500–20,000 PSI) ซึ่งการชนกันทำให้อิมัลชันแตกเป็นหยดเล็กๆ ที่มีการกระจายขนาดแคบ และอิมัลชันมีเสถียรภาพทางกายภาพดี ดังแสดงในภาพที่ 20b ส่วนข้อเสียคือต้องใช้ปริมาณสารค่อนข้างมาก แม้ในขนาดที่น้อยที่สุดยังต้องใช้ปริมาตรถึง 500 มิลลิลิตร ดังนั้นในการเตรียมไลโปโซมด้วยเครื่องมือนี้จึงเหมาะสำหรับการเตรียมในระดับอุตสาหกรรม นอกจากนี้ในขณะใช้เครื่อง อุณหภูมิของสารที่ผ่านเครื่องอาจสูงถึง 30–50 องศาเซลเซียส สารที่ไม่ทนต่อความร้อนอาจสลายตัวในขณะที่เตรียมได้เช่นกัน (อรัญญา, 2550)



ภาพที่ 20 (a) เครื่องไมโครฟลูอิดิคเซอร์
(b) ขั้นตอนการทำงานของเครื่องไมโครฟลูอิดิคเซอร์

ที่มา: Valeria (nd.)

6. การศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภค

เนื่องจากพฤติกรรมผู้บริโภค เป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาผู้บริโภค ซึ่งต่างก็ต้องจัดหาสิ่งจำเป็นสำหรับความเป็นอยู่ในชีวิตประจำวัน คือ สินค้าและบริการจากระบบเศรษฐกิจ มาตอบสนองความต้องการของตน พฤติกรรมผู้บริโภค หมายถึง การกระทำของบุคคลใดบุคคลหนึ่งซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับการจัดหาให้ได้มาและการใช้สินค้าและบริการ รวมถึง กระบวนการในการตัดสินใจซึ่งมีมาอยู่ก่อนแล้ว ซึ่งสิ่งเหล่านี้มีส่วนในการกำหนดให้มีการกระทำดังกล่าวขึ้น (Engel *et al.*, 2006)

6.1 การวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้บริโภค (analyzing consumer behavior) เป็นการ ค้นหา หรือวิจัยเกี่ยวกับพฤติกรรม การซื้อและการใช้ของผู้บริโภคเพื่อทราบถึงลักษณะความต้องการและพฤติกรรม การซื้อ และการใช้ของผู้บริโภค ซึ่งหากสามารถเข้าใจก็จะทำให้สามารถ จัดกลยุทธ์การตลาด (marketing strategie) ที่สามารถสนองความพึงพอใจของผู้บริโภคได้ อย่างเหมาะสม (Kotler, 1997)

6.2 เพื่อที่จะทราบถึงลักษณะความต้องการของผู้บริโภคทางด้านต่างๆ การศึกษา ลักษณะของผู้ซื้อที่เป็นเป้าหมายจะเป็นประโยชน์ คือ ทราบความต้องการของลูกค้า เพื่อสนอง ความต้องการของผู้ซื้อที่เป็นกลุ่มเป้าหมายได้ถูกต้อง ซึ่งลักษณะของผู้ซื้อที่ได้รับอิทธิพลจาก ปัจจัยทางด้านวัฒนธรรม สังคม ส่วนบุคคล และจิตวิทยา (Kotler, 1997)

- ปัจจัยทางด้านวัฒนธรรม (culture factor) เป็นตัวกำหนดและควบคุม พฤติกรรมของมนุษย์ในสังคมหนึ่ง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาค่านิยมในวัฒนธรรมต่างๆ เพื่อ ช่วยกำหนดกลยุทธ์ทางการตลาดให้สอดคล้องกับค่านิยมในวัฒนธรรมนั้นๆ
- ปัจจัยทางสังคม (social factor) เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน และยังมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการซื้อ ลักษณะทางสังคมประกอบด้วยกลุ่มอ้างอิง ครอบครัว บทบาท และสถานะของผู้ซื้อ
- ปัจจัยส่วนบุคคล (personal factor) การตัดสินใจของผู้ซื้อนั้นได้รับอิทธิพล จากลักษณะส่วนบุคคลของคนทางด้านต่างๆ ได้แก่ อายุ ขั้นตอนวัฏจักรชีวิตครอบครัว อาชีพ โอกาสทางเศรษฐกิจ การศึกษา รูปแบบการดำรงชีวิต บุคลิกภาพ และแนวความคิดส่วนตัว
- ปัจจัยทางจิตวิทยา (psychological factor) อิทธิพลที่ได้รับจากปัจจัย ทางด้านจิตวิทยาถือว่าเป็นปัจจัยภายในตัวผู้บริโภคที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการซื้อ และการใช้ สินค้าเหล่านั้น

จากที่กล่าวมานั้นจะเห็นได้ว่าพฤติกรรมของผู้บริโภคจะเป็นตัวที่มีประโยชน์ในการที่จะ พิจารณาถึงลักษณะความสนใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ โดยนำเอาความรู้ที่ทราบมาเป็น

แนวทางในการปรับปรุงสินค้าและผลิตภัณฑ์ การเลือกตลาดที่จะวางจำหน่าย กลไกราคา ช่องทางการจัดจำหน่าย และแผนในการส่งเสริมทางการตลาดให้เหมาะกับผู้บริโภค

7. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส คือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ความรู้สึทางประสาทสัมผัสของมนุษย์ทั้งการมองเห็น การได้กลิ่น การชิมรส การสัมผัส และการได้ยิน จากการทดสอบผลิตภัณฑ์ สำหรับลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ได้จากการประเมินด้วยวิธีนี้ประกอบด้วยลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ เช่น สี ขนาด รูปร่าง กลิ่นรส และเนื้อสัมผัส เป็นต้น ซึ่งวิธีการที่ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสนี้กำหนดให้มนุษย์เป็นผู้ประเมินคุณภาพ จึงเป็นวิธีการที่มีความแปรปรวนสูง จึงจำเป็นต้องควบคุมวิธีการทดสอบ และสภาพแวดล้อมในการทดสอบให้เข้มงวดที่สุด เพื่อช่วยกำจัดความคลาดเคลื่อนหรือความลำเอียงที่อาจเกิดจากปัจจัยทางจิตวิทยา ทักษะของผู้ทดสอบ และสรีรวิทยา สภาพร่างกายของผู้ทดสอบ ซึ่งมีอิทธิพลต่อการทดสอบ การเตรียมสภาพแวดล้อมของการทดสอบ การออกแบบการทดสอบ การเตรียม และการเสนอตัวอย่าง รวมทั้งวิธีปฏิบัติของผู้ทดสอบ ระหว่างการทดสอบ (จินตนาและธงชัย, 2553)

7.1 การประเมินความชอบและการยอมรับผลิตภัณฑ์

การประเมินความชอบและการยอมรับผลิตภัณฑ์ เพื่อประเมินความชอบโดยรวมของผู้ประเมินที่มีต่อผลิตภัณฑ์ และคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ เช่น ลักษณะที่มองเห็น สี กลิ่นรส และเนื้อสัมผัส เป็นวิธีการที่ใช้ตัวแทนผู้บริโภคเป้าหมายเป็นผู้ประเมิน โดยผู้ทดสอบในการประเมินนี้ คือ ผู้บริโภคทั่วไปหรือกลุ่มคนทั่วไปที่ไม่จำเป็นต้องได้รับการฝึกฝนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส (Untrained panel) สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม (เพ็ญขวัญ, 2550) คือ

7.1.1 การทดสอบหาความชอบ หรือการยอมรับสามารถใช้วิธีการเชิงคุณภาพ (Qualitative test)

การประเมินผู้บริโภคเชิงคุณภาพ คือ การวัดความเชื่อ พฤติกรรมทัศนคติ และความต้องการของตัวแทนผู้บริโภคที่มีต่อการใช้ และการซื้อผลิตภัณฑ์ ด้วยการวัดความรู้สึกที่มีต่อลักษณะทางประสาทสัมผัส และคุณลักษณะอื่นๆ ของผลิตภัณฑ์ โดยวิธีบรรยายเชิงพรรณนา ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้ในหลายขั้นตอน เช่น การสร้างแนวความคิดผลิตภัณฑ์ การศึกษาพฤติกรรม และการใช้ผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค การออกแบบภาชนะบรรจุ และการวิจัยโฆษณา เป็นต้น วิธีการประเมินผู้บริโภคเชิงคุณภาพที่นำมาประยุกต์ใช้กับการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส และการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ได้แก่ วิธีการสนทนากลุ่ม (Focus group discussion) วิธีการสำรวจผู้บริโภค (Consumer survey) วิธีการสัมภาษณ์เป็นกลุ่ม (Group interview) และวิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interview)

7.1.2 การทดสอบความชอบและการยอมรับในเชิงปริมาณ (Quantitative tests)

(1) การประเมินความชอบของผลิตภัณฑ์ ด้วยวิธีเรียงลำดับความชอบ

เพื่อให้ผู้ประเมินเรียงลำดับความชอบที่มีต่อตัวอย่างตั้งแต่ 3 ตัวอย่างขึ้นไป โดยเรียงลำดับความชอบจากชอบน้อยไปชอบมาก วิธีการนี้จึงควรใช้จำนวนตัวอย่างประมาณ 4-6 ตัวอย่าง วิธีการเรียงลำดับความชอบการตัดสินใจของผู้ประเมินอยู่ในขอบเขตที่จำกัดซึ่งผลของลำดับความชอบเป็นเพียงความชอบของกลุ่มตัวอย่างที่ประเมินเท่านั้น วิธีการนี้ไม่สามารถบอกได้ว่าผู้ประเมินชอบหรือไม่ชอบตัวอย่างมากหรือน้อยแค่ไหน

(2) การประเมินการยอมรับของผลิตภัณฑ์

วิธีการประเมินการยอมรับทำให้ทราบว่าผู้ประเมินชอบผลิตภัณฑ์มากน้อยแค่ไหน อีกทั้งสามารถประเมินตัวอย่างหนึ่งตัวอย่างหรือมากกว่าก็ได้ นอกจากนั้นยังสามารถถามผู้ประเมินเรื่องความถี่ในการใช้หรือการซื้อผลิตภัณฑ์ จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมจะนำไปใช้ในการประเมินผู้บริโภคเป้าหมายที่มีจำนวนมากๆ ข้อมูลที่ได้จากการประเมินการยอมรับเป็น

ข้อมูลเชิงปริมาณ วิธีการประเมินที่นิยมใช้ได้แก่ วิธีการให้คะแนนความชอบ (Hedonic scaling) และวิธีการวัดความพอดี (Just About Right)

- วิธีการให้คะแนนความชอบ (Hedonic scaling) เป็นวิธีที่ใช้สเกลความชอบ 9 คะแนน (9-point hedonic scaling) แสดงเป็นตัวเลขมีค่าพูดกำกับ เพื่อประเมินความชอบโดยรวมขององค์รวมทั้งหมด หรือประเมินความชอบที่มีต่อลักษณะต่างๆ ของตัวอย่าง
- วิธีการวัดความพอดี (Just About Right) เป็นวิธีที่จะช่วยในการตัดสินใจว่าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนาแล้วมีความเหมาะสมที่จะทดสอบตลาดหรือไม่ สามารถใช้วัดความพอใจในภาพรวมของผลิตภัณฑ์หรือลักษณะเฉพาะที่กำหนด หากใช้วิธีนี้ในช่วงการพัฒนาสูตรหรือกรรมวิธีการผลิตจะใช้ควบคู่กับการให้คะแนนความชอบ เพื่อจะได้ทราบว่าผู้ประเมินชอบตัวอย่างแค่ไหน และมีความรู้สึกอย่างไรต่อลักษณะที่ประเมิน เช่น น้อยไป พอดี หรือมากเกินไป ทำให้สามารถปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้ตรงตามทิศทางที่ผู้บริโภคต้องการ

(3) การทดสอบการยอมรับผู้บริโภค

การทดสอบผู้บริโภคขั้นสุดท้าย เป็นการทดสอบผลิตภัณฑ์ในสภาพที่ควรจะเป็นปกติ โดยมีตัวแทนประชากรเชิงสถิติที่เลือกจากประชากรทั้งหมดในตลาดจริง เพื่อเป็นเครื่องชี้ที่เหมาะสมในแง่ความคิด และลักษณะผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคในตลาดจริง เช่น การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคแบบ Home use test หรือ อาจจะเรียกว่า Home placement method (เพ็ญขวัญ, 2536) วิธีนี้ผลิตภัณฑ์จะถูกให้กับผู้บริโภค เพื่อประเมินในวิถีทางที่ปกติที่ผู้บริโภคในกลุ่มเป้าหมายใช้ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจริงตามบ้าน โดยเป็นปกติวิสัยของการใช้ ซึ่งอาจอยู่ภายใต้การควบคุม หรือไม่ก็ได้

ข้อดีของวิธี Home use test คือ ผู้บริโภคมีโอกาสสัมผัสกันคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการใช้จริง นอกจากนั้นการชอบหรือการยอมรับผลิตภัณฑ์เกิดขึ้นจากการใช้ซ้ำๆ กันแทนที่จะเกิดจากความรู้สึกครั้งแรกเหมือนวิธี CLT สำหรับผลจากการยอมรับอาจมีผลไปถึงว่าผู้บริโภคกลุ่มใด กลุ่มหนึ่งจะเป็นผู้บริโภคที่จะซื้อผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ซ้ำๆ ได้ และยังทราบถึงเศรษฐกิจของผู้บริโภคแต่ละคนจะเป็นตัวชี้ถึงแหล่งที่จะวางตลาดของผลิตภัณฑ์ต่อไปในอนาคต และได้ทราบถึงทัศนคติของผู้บริโภคเกี่ยวกับรายละเอียดของ

ผลิตภัณฑ์ เช่น ราคา ภาชนะบรรจุ เป็นต้น เนื่องจากผู้ทดสอบมีเวลาในการทดสอบมาก สำหรับข้อเสียของวิธีนี้ คือ ต้องใช้ตัวอย่างเป็นเวลานานและอาจไม่สนใจที่จะทำการทดสอบให้เนื่องจากไม่มีการควบคุมการทดสอบ ค่าใช้จ่ายในการทดสอบแบบ HUT สูงกว่าวิธีอื่นซึ่งมาจากการใช้ตัวอย่างที่ทำการทดสอบในปริมาณมากส่งผลให้มีค่าใช้จ่ายในการขนย้ายตัวอย่างไปถึงบ้านผู้ทดสอบ (เพ็ญขวัญ, 2549)

การทดสอบผู้บริโภคควรมีความเข้าใจถึงความรู้สึกของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ซึ่งผลที่ได้เป็นความรู้สึกของผู้บริโภคจริงๆ โดยไม่สามารถแยกแยะลักษณะเฉพาะของตัวผลิตภัณฑ์ได้ แต่จะเรียนรู้การยอมรับเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่เคยพบเห็นจากประสบการณ์ในอดีต ซึ่งตรงจุดนี้แตกต่างจากผู้ทดสอบที่ได้ผ่านการฝึกฝนมาแล้ว เพราะผู้บริโภคจะไม่มีความรู้เกี่ยวกับคำนิยามต่างๆ ที่เป็นศัพท์ทางด้านการประเมินทางประสาทสัมผัส และจะมีขีดจำกัดของความอดทนเพื่อพยายามทำความเข้าใจที่น้อยกว่า ดังนั้นผู้บริโภคจึงตัดสินใจในเวลาสั้น แต่เพื่อความมั่นใจในคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้พัฒนาแล้วจึงควรมีการทดสอบผู้บริโภค และควรมีความเข้าใจในพฤติกรรมผู้บริโภคในตลาด

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. วัตถุดิบและสารเคมี

1.1 กิ่งและใบที่ทรีสด (*Melaleuca alternifolia*) จากการศึกษาวิจัยของสถาบัน คั้นคว่ำและพัฒนาาระบบนิเวศเกษตร จากแปลงทดลองบ้านทับเบิก สถานีวิจัยเพชรบูรณ์ ตำบลวังบาล อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์ (ที่ระดับความสูง 1,200 เมตรจากระดับน้ำทะเล)

1.2 น้ำมันหอมระเหยที่ทรีทางการค้า 2 ยี่ห้อ

1.3 Sodium sulfate anhydrous

1.4 Dimethyl sulfoxide (DMSO)

1.5 สารละลาย Resazurin ความเข้มข้น 0.02 เปอร์เซ็นต์

1.6 Menthol crystal (Menthol)

1.7 Ethanol (Alcohol denature)

1.8 Deionized water

1.9 Solulan™ 75 Lanolin (PEG-75 lanolin)

1.10 Ethylene Diamine Tetraacetic Acid (EDTA)

1.11 Polysorbate 20 (Tween 20)

1.12 Lecithin

1.13 Polysorbate 80 (Tween 80)

1.14 สารละลายน้ำเกลือ (Normal Saline Solution)

2. เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดสอบ

2.1 *Micrococcus sedentarius* (DMST 9365) จากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

2.2 *Micrococcus sedentarius* (DMST 11017) จากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

2.3 *Staphylococcus aureus* (DMST 8840) จากหน่วยปฏิบัติการเทคโนโลยี

สมุนไพรและความหลากหลายทางชีวภาพ สถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร

2.4 *Serratia marcescens* (TISTR 1354) จากฝ่ายวิทยาศาสตร์ชีวภาพ
กลุ่มวิจัยและพัฒนาด้านอุตสาหกรรมชีวภาพ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่ง
ประเทศไทย

3. อาหารเลี้ยงเชื้อ

3.1 Mueller-Hinton broth (MHB)

3.2 ผงวุ้น (Agar powder)

3.3 Tryptic Soy Agar (TSA)

3.4 Nutrient agar (NA)

3.5 Nutrient broth (NB)

3.6 Plate count agar (PCA)

4. อุปกรณ์ในการกลั่นน้ำมันหอมระเหยที่ทรี

4.1 ชุดเครื่องกลั่น ชนิดกลั่นด้วยน้ำ (Water distillation)

4.2 ชุดเครื่องกลั่น ชนิดกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ (Water and steam distillation)

4.3 ชุดเครื่องกลั่น ชนิดกลั่นด้วยไอน้ำ (Steam distillation)

5. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์

5.1 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง รุ่น BS 224S (Sartorius, Thailand)

5.2 ตู้เขี่ยเชื้อแบบ Laminar flow รุ่น HVBT 120S (Boss Tech, Thailand)

5.3 ตู้ปั๊มเชื้อ รุ่น BD 115(2) (Binder, Germany)

5.4 จานเพาะเชื้อ

5.5 Microtiter plate 96 หลุม

5.6 หลอดทดลอง

5.7 ปิเปตขนาด 1, 2, 5 และ 10 มิลลิลิตร

5.8 ก้านสำลีฆ่าเชื้อ

5.9 paper disc ขนาด 6 มิลลิเมตร ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว

5.10 ไมโครปิเปต พร้อมทิป

5.11 อุปกรณ์เครื่องแก้วที่ผ่านการฆ่าเชื้อ

6. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้า

6.1 เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง (Boeco, Germany)

6.2 อุปกรณ์เครื่องแก้ว

6.3 บรรจุภัณฑ์สำหรับสเปรย์ระงับกลิ่นเท้า

6.4 เครื่องไมโครฟลูอิดไทเซอร์

7. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพ

7.1 ค่าคุณภาพทางกายภาพ

- 7.1.1 เครื่องวัดค่าสี Spectrophotometer รุ่น CM-3500d (MINOLTA, Japan)
- 7.1.2 เครื่องวัดค่าความหนืด Brookfield Viscometer รุ่น DV III-ultra (Brookfield, USA)
- 7.1.3 เครื่อง Low temperature incubator (Eyela, Japan)
- 7.1.4 เครื่อง Density meter รุ่น DA-100M (Mettler-Toledo Inc., USA)
- 7.1.5 เครื่อง Refractometer รุ่น RX-5000 α (Atago Ltd., Tokyo)

7.2 ค่าคุณภาพทางเคมี

- 7.2.1 เครื่อง Gas Chromatograph/Mass Spectrometer (GC-MS) รุ่น QP5050A (Shimazu, Japan)
- 7.2.2 เครื่อง pH meter ultrabasic (Denver instrument, USA)

7.3 ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัส

7.3.1 แบบสอบถาม และตัวอย่างผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้า

7.4 ค่าคุณภาพทางจุลชีววิทยา

- 7.4.1 อุปกรณ์ในการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ
- 7.4.2 อุปกรณ์เครื่องแก้วในการเตรียมและวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์
- 7.4.3 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อความดันสูง (Autoclave) รุ่น 3850 M (Tuttnauer, USA)
- 7.4.4 ตู้บ่มเชื้อ รุ่น BD 115 (2) (Binder, Germany)

วิธีการ

1. สํารวจผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้าในท้องตลาด และศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้า

1.1 สํารวจผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้าในท้องตลาด

ทำการสํารวจผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้า ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดตามซูเปอร์มาร์เก็ต โมเดิร์นเทรด ร้านค้าเพื่อสุขภาพและความงาม และเคาน์เตอร์เครื่องสำอาง ในเซตพญาไท และราชเทวี ของกรุงเทพมหานคร รวมทั้งทำการสํารวจผลิตภัณฑ์ทางอินเทอร์เน็ต และสมาชิกชายตรงสำหรับผลิตภัณฑ์ความงาม ในช่วงเดือนพฤศจิกายน ปี 2554 จำนวน 11 แห่ง ซึ่งสถานที่ที่ทำการสํารวจได้แก่

- ซูเปอร์มาร์เก็ต ได้แก่ ท็อปส์ และgourmet market
- โมเดิร์นเทรด ได้แก่ เทสโก้โลตัส บิ๊กซี และคาร์ฟู
- ร้านค้าเพื่อสุขภาพและความงาม ได้แก่ วัดสัน และบูทซ์
- สมาชิกชายตรง เช่น แอมเวย์ มิสทีน
- เคาน์เตอร์เครื่องสำอาง ได้แก่ The body shop และ Oriental princess
- ทางอินเทอร์เน็ต ตามเว็บไซต์ที่ขายเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์สำหรับระงับกลิ่น

โดยทำการสํารวจลักษณะของผลิตภัณฑ์ รูปแบบการบรรจุ ขนาดบรรจุ ส่วนประกอบ และราคาของผลิตภัณฑ์

1.2 ศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้า

ทำการสํารวจผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายโดยการออกแบบสอบถาม ขั้นตอนแรกทำการออกแบบสอบถาม และทดลองใช้แบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน เพื่อหาข้อบกพร่องของคำถามที่ใช้ในแบบสอบถาม และทำการปรับปรุงแบบสอบถามให้สมบูรณ์ จากนั้นทำการสํารวจผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายโดยใช้แบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้หาสัดส่วนของประชากรที่คาดว่าจะสนใจผลิตภัณฑ์ พบว่ามีผู้สนใจในผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่ทรี จำนวน 28 คน ซึ่งคิด

เป็น $(28/30) \times 100 = 93.33\%$ เพื่อแทนค่าในสูตรคำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (Cooper, 1998) และทำการสุ่มแบบไม่ใช้ความน่าจะเป็น (Non-probability sampling)

$$n = Z^2 pq / E^2 \quad (1)$$

โดยที่ n = ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
 p = สัดส่วนของประชากรที่คาดว่าจะสนใจซื้อผลิตภัณฑ์ (0.933)
 $q = 1 - p$ ($1 - 0.933 = 0.067$)
 E = ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้เกิดขึ้น (0.05)
 Z = ความเชื่อมั่นที่เกิดขึ้น (ร้อยละ 95) = 1.96

แทนค่าในสูตร
$$n = (1.96)^2 (0.933)(0.067) / (0.05)^2$$

$$= 96.06 \text{ คน} \approx 100 \text{ คน}$$

จากนั้นทำการสำรวจพฤติกรรม และความต้องการที่มีต่อผลิตภัณฑ์รังนกกลิ่นเท่า โดยใช้แบบสอบถามที่ทำการปรับข้อบกพร่องแล้ว (แบบสอบถามแสดงในภาคผนวก ก) ตามขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่คำนวณประมาณ 100 คน โดยใช้ช่วงอายุตั้งแต่ 15-50 ปี ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์สำหรับรังนกกลิ่นเท่า ซึ่งให้ผู้บริโภคให้ระดับความสำคัญของปัจจัยต่างๆ 5 ระดับ (1=สำคัญน้อยที่สุด และ 5=สำคัญมากที่สุด) โดยช่วงความกว้างของคะแนนเฉลี่ยในแต่ละชั้น สามารถคำนวณตามวิธีการของ Cooper (1998) ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ช่วงระดับคะแนนเฉลี่ย} &= (\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}) / \text{จำนวนชั้น} \\ \text{แทนค่าในสูตร} &= (5 - 1) / 5 \\ &= 0.8 \end{aligned} \quad (2)$$

คะแนนเฉลี่ยในช่วง

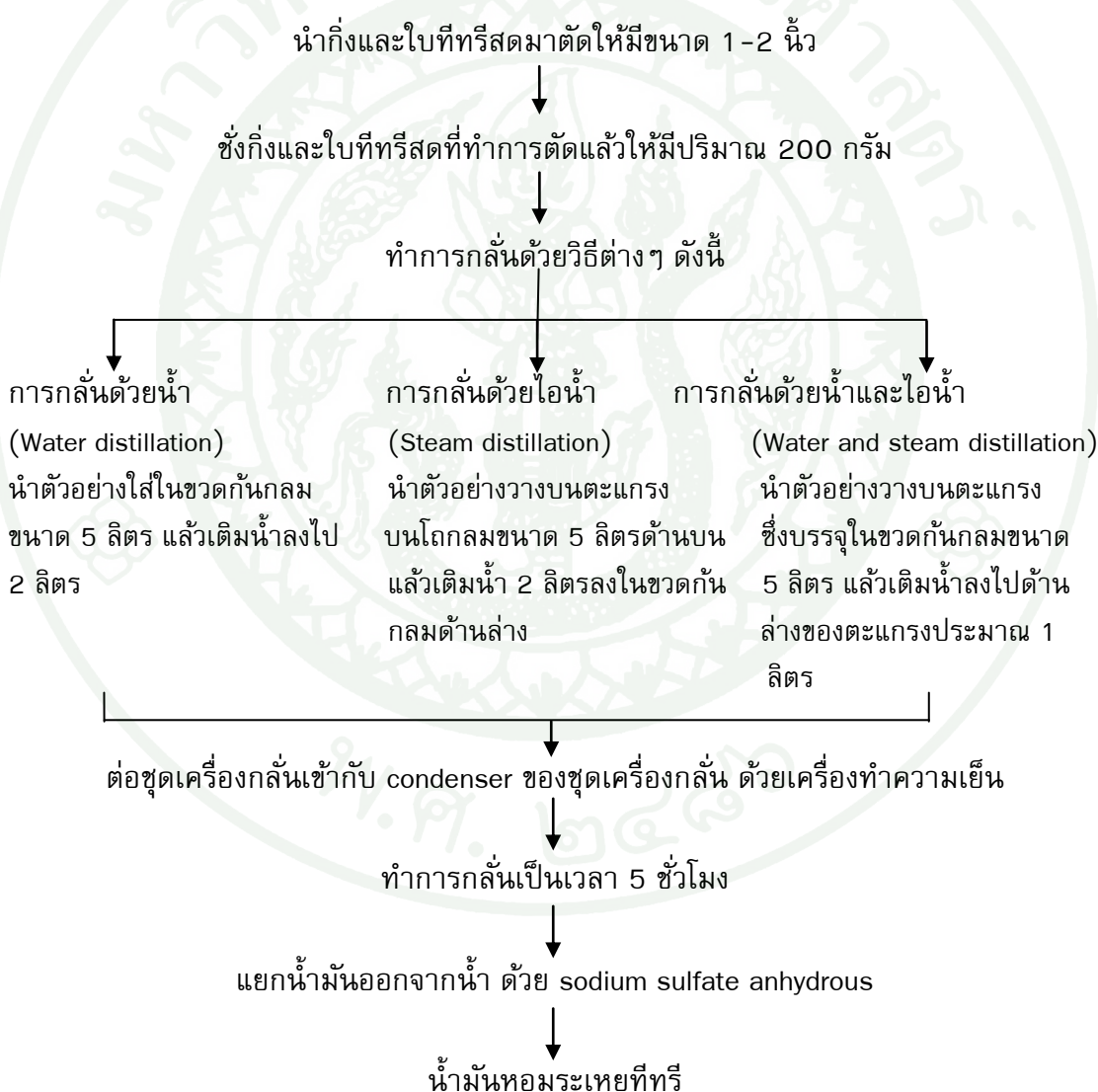
1.00-1.80	หมายถึง มีความสำคัญน้อยที่สุด
1.81-2.60	หมายถึง มีความสำคัญน้อย
2.61-3.40	หมายถึง มีความสำคัญปานกลาง
3.41-4.20	หมายถึง มีความสำคัญมาก
4.21-5.00	หมายถึง มีความสำคัญมากที่สุด

การแปลผลทำโดยนำข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมมาแจกแจงความถี่ของแต่ละรายการ และนำเสนอข้อมูลในรูปแบบตารางเปรียบเทียบร้อยละ

2. ศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี และประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของการเกิดกลิ่นเหม็นของน้ำมันหอมระเหยที่ทรี

2.1 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยที่ทรี

ทำการศึกษากรรมวิธีการกลั่นที่แตกต่างกัน 3 วิธี คือ การกลั่นด้วยน้ำ, การกลั่นด้วยไอน้ำ และการกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ โดยทำการทดลองดังแสดงในภาพที่ 21



ภาพที่ 21 ขั้นตอนในการกลั่นน้ำมันหอมระเหยที่ทรี

ที่มา: Sukatta *et al.* (2010)

จากนั้นนำน้ำมันหอมระเหยที่รีที่ได้จากกรรมวิธีการกลั่นทั้ง 3 วิธี มาทำการวัด ปริมาตรที่สกัดได้แต่ละวิธี เพื่อนำมาคำนวณหาค่าร้อยละของผลผลิตที่ได้เทียบกับน้ำหนักใบที่ใช้ในการกลั่น จากนั้นทำการวิเคราะห์ค่าคุณภาพ โดยเปรียบเทียบกับน้ำมันหอมระเหยที่รีทางการค้า 2 ยี่ห้อ (ยี่ห้อ A และ B) ดังต่อไปนี้

2.1.1 ทางกายภาพ

- ตรวจสอบลักษณะทั่วไป ได้แก่ สี, ความใสและความขุ่น
- ค่าสีในระบบ CIE L*a*b* ด้วยเครื่อง ด้วยเครื่อง Spectrophotometer

จำนวน 3 ซ้ำ

- ค่าความหนาแน่น และความถ่วงจำเพาะของน้ำมันหอมระเหยที่รี ด้วยเครื่อง Density meter รุ่น DA-100M จำนวน 3 ซ้ำ
- ค่าดัชนีหักเหแสงของน้ำมันหอมระเหยที่รี ด้วยเครื่อง Refractometer รุ่น RX-5000α จำนวน 3 ซ้ำ

2.1.2 ทางเคมี

- วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยที่รีที่ได้จากการกลั่นทั้ง 3 วิธี และน้ำมันหอมระเหยที่รีทางการค้า 2 ยี่ห้อ (ยี่ห้อ A และ B) ด้วยเครื่อง Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC-MS) โดยสภาวะการฉีดวิเคราะห์สาร (โอฟาร์ และคณะ, 2547) ดังนี้

Column: DB-5 (60 เมตร x 0.25 มิลลิเมตร x 0.25 ไมโครเมตร)

Sample size: 1.0 ไมโครลิตร

Injector temperature: 250 องศาเซลเซียส

Interface: 250 องศาเซลเซียส

Flow rate: 1.2 มิลลิลิตร/นาที

Sprit ratio: 1:7

Temperature Program: เริ่มต้นที่ 60 องศาเซลเซียส (5 นาที) เพิ่มอุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียสต่อนาที จนถึง 80 องศาเซลเซียส เพิ่มอุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียสต่อนาที จนถึง 120 องศาเซลเซียส และเพิ่มอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสต่อนาที จนถึง 220 องศาเซลเซียส

2.2. ศึกษาประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดกลิ่นเท้าของ น้ำมันหอมระเหยที่ทรี

(1) การเตรียมเชื้อแบคทีเรียสำหรับการทดสอบ

นำเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดกลิ่นเท้า ได้แก่ *M. sedentarius* DMST 9365 และ 11017 และเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคบริเวณผิวหนัง ได้แก่ *S. aureus* DMST 8840 มาทำการถ่ายเชื้อลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient Broth (NB) บ่มที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นถ่ายเชื้อลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient Agar (NA) เพื่อทำให้เชื้อมีความบริสุทธิ์โดยใช้วิธี streak plate ให้ได้เป็นโคโลนีเดี่ยว บ่มที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นคัดเลือกโคโลนีเดี่ยวจากจานอาหาร NA เพื่อถ่ายเชื้อลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar ชนิดเอียง (PCA slant) บ่มที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

(2) วิธี Disc diffusion method (Davidson and Branen, 1993)

เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ Mueller-Hinton agar (MHA) ปริมาตร 20 ml ลงในจานเพาะเชื้อทิ้งไว้จนอาหารแข็งตัว จากนั้นนำเชื้อแบคทีเรียที่เตรียมมาทำการเจือจางในน้ำกลั่นที่ปราศจากเชื้อโดยปรับให้มีความเข้มข้นเท่ากับแมคฟาร์แลนด์มาตรฐานเบอร์ 0.5 (McFarland standard no. 0.5) เพื่อให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 1.6×10^8 CFU/ml หลังจากนั้นนำสำลีที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วจุ่มในสารละลายเชื้อต้องการทดสอบ มา swab ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ MHA ให้ทั่ว จากนั้นนำ paper disc ที่ผ่านการฆ่าเชื้อ หยดน้ำมันที่ทรีที่ใช้ทดสอบปริมาณ 10 μ l และนำมาวางตรงกลางของจานเพาะเชื้อ บ่มที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ หลังจากนั้นทำการตรวจผลโดยการพิจารณาจากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ inhibition of clear zone เนื่องจากความสามารถของสารนั้นจะสัมพันธ์กับขนาดของ

inhibition of clear zone ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพและคัดเลือกน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการยับยั้งเชื้อแบ่งออกเป็น 3 ระดับ (CLSI, 2007) คือ

Susceptibility (S) คือ เชื้อมีความไวต่อสารทดสอบ ความกว้าง clear zone ≥ 23 mm.

Intermediate (I) คือ เชื้อมีความไวต่อสารทดสอบปานกลางความกว้าง clear zone 14–22 mm.

Resistant (R) คือ เชื้อต้านทานสารทดสอบ ความกว้าง clear zone ≤ 13 mm.

(3) วิธี Resazurin microtiter assay plate method

(Rahman *et al.*, 2004)

ทำการปิเปตอาหารเลี้ยงเชื้อ Muller–Hinton broth (MHB) ปริมาตร 100 μ l ลงในแต่ละหลุมของ microtiter plate ทั้ง 96 หลุม โดยใช้ไมโครปิเปต จากนั้นทำการเจือจางน้ำมันที่ทรีด้วยวิธี two-fold dilution โดยปิเปตน้ำมันที่ทรีความเข้มข้น 40960 μ g/ml เจือจางด้วย DMSO (dimethyl sulfoxide) ใส่ลงใน microtiter plate หลุมที่หนึ่ง แล้วผสมสารทดสอบกับอาหารเลี้ยงเชื้อให้เข้ากัน จากนั้นใช้ไมโครปิเปตดูดสารผสมปริมาตร 100 μ l จากหลุมที่หนึ่งใส่ในหลุมที่สอง ผสมให้เข้ากัน ทำเช่นนี้จนกระทั่งถึงหลุมสุดท้าย โดยหลุมสุดท้ายหลังผสมให้ปิเปตทิ้ง 100 μ l และใช้ปริมาณความเข้มข้นของ bacteria suspension เท่ากับ McFarland No. 0.5 (เชื้อเริ่มต้น 1.6×10^8 CFU/ml) เจือจางด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ MHB ในอัตรา 1:200 หลังจากนั้นปิเปตสารละลายเชื้อที่ต้องการทดสอบ ปริมาตร 100 μ l ใส่ลงในแต่ละหลุม โดยหลุมที่มีเฉพาะอาหารเลี้ยงเชื้อ เป็น Positive control และหลุมที่ใส่เฉพาะเชื้อแบคทีเรียที่ต้องการทดสอบ เป็น Negative control บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

การตรวจสอบการยับยั้งของเชื้อแบคทีเรีย โดยทำการเทียบความสูงของสารทดสอบกับหลุมที่เปรียบเทียบ (control) ดูว่าที่ความเข้มข้นใดที่เชื้อแบคทีเรียไม่เจริญ (นับหลุมสุดท้ายที่ยังคงใส ซึ่งนับจากความเข้มข้นของสารทดสอบสูงไปต่ำ) แล้วนำหลุมที่ไม่มีการเจริญของเชื้อมา spot ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ MHA ปริมาตร 10 μ l บ่มที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และตรวจผลโดยดูว่าที่ความเข้มข้นใดเชื้อไม่มีการเจริญถือว่าเป็นค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการฆ่าเชื้อ (MBC : Minimum Bactericidal Concentration) หลังจากนั้นทำการ

ตรวจผลการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ โดยเติมสารละลาย resazurin ความเข้มข้น 0.02 % ปริมาตร 30 μ l ลงในแต่ละหลุม เพื่อหาความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ โดยสังเกตหลุมสุดท้ายที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงสีของสารละลาย resazurin (สีน้ำเงิน) แสดงถึงไม่มีการเจริญเติบโตของเชื้อ และรายงานประสิทธิภาพของน้ำมันที่หรีเป็นค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย (MIC : Minimum Inhibitory Concentration)

เกณฑ์ในการคัดเลือกกรรมวิธีการกลั่นของน้ำมันหอมระเหยที่หรีที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียที่ศึกษาด้วยวิธี disc diffusion และค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ (MIC) และค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการทำลายเชื้อ (MBC) ด้วยวิธี resazurin microtiter assay plate method ร่วมกับค่าอัตราส่วนของร้อยละของผลผลิตที่ได้มากที่สุด

3. พัฒนาผลิตภัณฑ์สูตรผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่หรี

3.1 คัดเลือกสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้า

ทำการผลิตผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าจำนวน 2 สูตร ดังแสดงในตารางที่ 6 และตารางที่ 7 ตามกรรมวิธีการผลิตในภาพที่ 22 และภาพที่ 23 ตามลำดับ

ตารางที่ 6 ผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าสูตรที่ 1

Phase No.	Raw material	Function	Percentage (%)
A	Menthol	ช่วยให้รู้สึกเย็น	0.05
	Propylene glycol (PG)	ให้ความชุ่มชื้นที่ผิว	5.00
	D-panthenol	ลดอาการอักเสบของผิวหนัง และ ปรับสภาพผิวที่เสียหายจาก แสงแดดและมลภาวะ	0.50
B	α -Bisabolol	ลดการระคายเคือง การอักเสบ และมีฤทธิ์ต่อต้านแบคทีเรีย	0.05
	Alcohol denat.	ตัวทำละลาย/ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย	55.00
C	Deionized water	ตัวทำละลาย	39.40

ที่มา: ดัดแปลงจาก ญัฐยา (2552)

Phase A: นำเมนทอลละลายใน propylene glycol จากนั้นเติมสารละลาย D-panthenol ลงไป ทำการผสมให้เข้ากันด้วยแท่งแก้ว

Phase B: ทำการละลาย α -Bisabolol ด้วย alcohol denat. จากนั้นเติมน้ำ deionized ลงไป ทำการผสมให้เข้ากันด้วยแท่งแก้ว

จากนั้นนำ phase A เทลงในสารละลาย phase B ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยแท่งแก้ว

นำสูตรผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปลดขนาดด้วยเครื่องไมโครฟลูอิดิเคชัน

ที่ความดัน 10000 psi จำนวน 2 รอบ

ทำการปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วย 5% lactic acid ให้มีค่า pH ที่ 6.5

บรรจุลงในขวด

ภาพที่ 22 ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าสูตรที่ 1

ตารางที่ 7 ผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าสูตรที่ 2

Phase No.	Raw material	Function	Percentage (%)
A	Deionized water	ตัวทำละลาย	69.52
	Solulan™ 75 Lanolin	ช่วยปรับสภาพผิวหนัง	2.03
	Ethylene Diamine Tetraacetic Acid (EDTA)	สารกันเสีย	0.03
B	Alcohol denat.	ตัวทำละลาย/ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย	28.37
	Menthol crystal	ช่วยทำให้รู้สึกเย็น	0.05

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก พิมพ์ (2532)

Phase A : ทำการละลาย PEG-75 lanolin ในน้ำ Deionized ด้วยการให้ความร้อนเป็นเวลา 15 นาที เพื่อละลายให้เป็นเนื้อเดียวกัน เติมสาร EDTA ลงไป ทำการผสมด้วยแท่งแก้ว

Phase B : ทำการละลายเมนทอลในแอลกอฮอล์ ทำการผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยแท่งแก้ว

จากนั้นนำ phase B เทลงในสารละลาย phase A ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยแท่งแก้ว

นำสารละลายที่ได้ไปลดขนาดด้วยเครื่องไมโครฟลูอิดไดเซอร์ ที่ความดัน 10000 psi จำนวน 2 รอบ

ทำการปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วย 5% lactic acid ให้มีค่า pH ที่ 6.5

บรรจุลงในขวด

ภาพที่ 23 ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าสูตรที่ 2

จากนั้นทำการวิเคราะห์ค่าคุณภาพผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าสูตรพื้นฐานทั้ง
2 สูตร ดังต่อไปนี้

1) คุณภาพทางกายภาพ

- ค่าความคงตัวด้วยวิธี heating and cooling thaw cycle (4°C 24 ชั่วโมง และ 45°C 24 ชั่วโมง) จำนวน 5 รอบ ด้วยเครื่อง Low temperature incubator (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2542) โดยทำการสังเกตการเปลี่ยนแปลง ได้แก่ สี, และความใส

- ค่าสีในระบบ CIE L* a* และ b* ด้วยเครื่อง Spectrophotometer
- ค่าความหนืด ด้วยเครื่อง Brookfield รุ่น DV-III ultra (Small sample)

2) คุณภาพทางเคมี

- ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วยเครื่อง pH meter รุ่น ultrabasic

3) คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสสำหรับผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้า โดยใช้แบบทดสอบ 9-point hedonic scale เพื่อสอบถามความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ในด้านกลิ่นแอลกอฮอล์ การกระจายตัวของสเปรย์ ความรู้สึกเย็น ความชุ่มชื้นหลังการใช้ และความชอบโดยรวม และใช้แบบทดสอบ Just about right เพื่อสอบถามทิศทางในการปรับปรุงคุณลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์กับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน (ใบรายงานแสดงในภาคผนวก ข)

จากนั้นนำข้อมูลจากค่าทางกายภาพ เคมี และค่าทางประสาทสัมผัสมาวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติ และคัดเลือกสูตรพื้นฐานในการผลิต โดยพิจารณาจากค่าคะแนน Just about right ของคุณลักษณะที่น้อยกว่าร้อยละ 70 และค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ Penalty analysis โดยคุณลักษณะนั้นมีค่า mean drop สูง และมี % Respondents เกิน 20% เพื่อนำมาทำการปรับปรุงสูตรพื้นฐานต่อไป

3.2 ศึกษาปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ทรีโนผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่เหมาะสม

นำสูตรพื้นฐานที่มีการปรับปรุงคุณภาพแล้ว มาศึกษาปริมาณที่เหมาะสม โดยคัดเลือกจากน้ำมันหอมระเหยที่ทรีโนที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของการเกิดกลิ่นเท้าสูงที่สุด ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีโนที่ศึกษามี 4 ระดับ คือ 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0% ตามลำดับ ซึ่งพิจารณาจากค่าความเข้มข้นต่ำที่สุดในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย (MBC) และต้องไม่เกินปริมาณของน้ำมันหอมระเหยที่กำหนด คือ 5.0% เพื่อไม่ให้เกิดความระคายเคือง จากนั้นทำการวิเคราะห์ค่าคุณภาพ ดังต่อไปนี้

1) คุณภาพทางกายภาพ

- ค่าความหนืด ด้วยเครื่อง Brookfield รุ่น DV-III ultra (Small sample)
- ค่าสีในระบบ CIE L*a*b* ด้วยเครื่อง Spectrophotometer รุ่น CM-3500d

2) คุณภาพทางเคมี

- ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วยเครื่อง pH meter รุ่น ultrabasic

3) คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้แบบทดสอบ 9-point Hedonic scale เพื่อสอบถามความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ในด้านกลิ่นของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีโน ความรู้สึกเย็น ความชุ่มชื้นหลังการใช้ ระยะเวลาในการแห้ง และความชอบโดยรวม รวมทั้งใช้แบบทดสอบ Just about right เพื่อสอบถามทิศทางการปรับปรุงผลิตภัณฑ์กับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน (แบบสอบถามแสดงในภาคผนวก ข)

4) ศึกษาประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเกิดกลิ่นเหม็น ด้วยวิธี European suspension test หรือ prEN12054

- การเตรียมเชื้อแบคทีเรียสำหรับการทดสอบ

นำเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็น ได้แก่ *M. sedentarius* DMST 9365 และ 11017 และเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคบนผิวเท้า ได้แก่ *S. aureus* DMST 8840 มาทำการถ่ายเชื้อลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient Broth (NB) บ่มที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นถ่ายเชื้อลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient Agar (NA) เพื่อให้เชื้อมีความบริสุทธิ์โดยใช้วิธี streak plate ให้ได้เป็นโคโลนีเดี่ยว บ่มที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นคัดเลือกโคโลนีเดี่ยวจากจานอาหาร NA เพื่อถ่ายเชื้อลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar ชนิดเอียง (PCA slant) บ่มที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

- วิธีการวิเคราะห์

ทำการปิเปตตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ศึกษา ปริมาณ 9 มิลลิลิตร ผสมกับ bacteria suspension ที่ศึกษา โดยทำการปรับ bacteria suspension ให้มีความขุ่นเท่ากับ แมคฟาร์แลนด์มาตรฐานเบอร์ 0.5 (McFarland standard no. 0.5) ปริมาณ 1 มิลลิลิตร ทำการจับเวลา 30 วินาที จากนั้นทำการปิเปตตัวอย่างส่วนผสมระหว่างตัวอย่างผลิตภัณฑ์กับ bacteria suspension ปริมาณ 1 มิลลิลิตร ผสมกับ DFN (Dilution Fluid with Neutralizer) ปริมาณ 8 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำกลั่นปราศจากเชื้อ ปริมาณ 1 มิลลิลิตร ทำการจับเวลา 5 นาที จากนั้นทำการเจือจางสารละลายด้วยวิธี serial dilution จนคาดว่าจะอ่านจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ได้ อยู่ในช่วง 25-250 โคโลนี ทำการปิเปตตัวอย่างปริมาณ 1 มิลลิลิตรของตัวอย่างที่ทำการเจือจางแล้ว ลงในจานเพาะเชื้อ โดยทำ 2 จานเพาะเชื้อต่อ dilution ที่ทำ จากนั้นเทอาหารเลี้ยงเชื้อ Tryptic Soy Agar (TSA) ด้วยวิธี pour plate ผสมให้เข้ากัน แล้วนำไปบ่มที่ 37°C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนำมานับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้น และรายงานผลเป็น CFU/ml (ดัดแปลงมาจาก Kampf and Hollingsworth, 2003)

4. ศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหย ที่หรีที่พัฒนาได้

นำผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ มาวิเคราะห์ค่าคุณภาพ ดังต่อไปนี้

4.1 คุณภาพทางกายภาพ

- ศึกษาความคงตัวด้วยวิธี heating and cooling thaw cycle (4°C 24 ชั่วโมง และ 45°C 24 ชั่วโมง) จำนวน 5 รอบ ด้วยเครื่อง Low temperature incubator (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2542) โดยทำการสังเกตการเปลี่ยนแปลง ได้แก่ สี, และความใส

- ค่าความหนืดโดยใช้เครื่อง Brookfield รุ่น DV III ultra small Sample adapter

- ค่าสีในระบบ CIE L^* a^* และ b^* ด้วยเครื่อง Spectrophotometer

รุ่น CM-3500d

4.2 คุณภาพทางเคมี

- ค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง pH meter รุ่น ultrabasic

4.3 คุณภาพทางจุลชีววิทยา

- Total plate count (AOAC, 2000)
- Coliform bacteria (AOAC, 2000)
- *Clostridium* spp. (AOAC, 2000)
- *Escherichia coli* (AOAC, 2000)
- *Staphylococcus aureus* (AOAC, 2000)
- *Salmonella* spp. (AOAC, 2000)
- *Streptococcus* spp. (AOAC, 2000)
- *Pseudomonas aeruginosa* (AOAC, 2000)

4.4 การทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ *Serratia marcescens* บนเท้าของผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่พัฒนาได้ โดยวิธี swab test (ดัดแปลงจากวิธีของ ญาณี และคณะ, 2546)

(1) การตรวจสอบเชื้อแบคทีเรียที่ใช้ในการทดสอบ

ในการทดสอบจะใช้เชื้อ *Serratia marcescens* ซึ่งเป็นเชื้อตามมาตรฐานของ ASTM (1987) เพื่อเป็นตัวแทนบ่งชี้การปนเปื้อนของแบคทีเรียที่บริเวณเท้า โดยเริ่มจากนำเชื้อ *Serratia marcescens* มาถ่ายเชื้อลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient broth (NB) บ่มที่ 37 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ต่อเนื่องกัน 2 ครั้ง จากนั้นเชยเชื้อด้วยวิธี streak plate ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Tryptic Soy Agar (TSA) บ่มที่ 37 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นเลือกโคโลนีสีแดงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ TSA มา 1 โคโลนี ถ่ายเชื้อลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient agar ชนิดเอียง (NA slant) บ่มที่ 37 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นตรวจสอบความบริสุทธิ์ของเชื้อ *Serratia marcescens* ที่ได้รับมาด้วยวิธีย้อมแกรม จากนั้นเก็บเชื้อจุลินทรีย์ในหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อ NA slant ที่ผ่านการยืนยันผลการย้อมแกรมแล้วในตู้เย็นที่ 10 °C

(2) การเตรียมเชื้อแบคทีเรียสำหรับการทดสอบ

ก่อนการทดลองแต่ละครั้งจะนำหลอดเก็บเชื้อออกมาจากตู้เย็นทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมงก่อนการเชยเชื้อด้วยวิธี streak plate ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ TSA นำไปบ่มที่ 37 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วคัดเลือกโคโลนีเดี่ยวของเชื้อบริสุทธิ์บนอาหารเลี้ยงเชื้อ TSA เชยลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ NB นำไปบ่มที่ 37 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมงต่อเนื่องกัน 2 ครั้ง และถ่ายเชื้อลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ NA slant อีก 1 ครั้ง นำไปบ่มที่ 37 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อใช้เป็นกล้าเชื้อ (inoculum) จากนั้นทำการเจือจางเชื้อที่ทดสอบ *Serratia marcescens* ด้วยน้ำกลั่นปราศจากเชื้อจนมีปริมาณเชื้อเท่ากับ 10^8 CFU/ml โดยเทียบกับแมคฟาร์แลนด์มาตรฐานเบอร์ 0.5 (McFarland standard No.0.5) และปรับปริมาณเชื้อเริ่มต้นที่ใช้ให้เท่ากับ 10^6 CFU/ml โดยทำการเจือจางด้วยสารละลายน้ำเกลือ Normal Saline Solution (NSS) ที่ฆ่าเชื้อแล้ว จากนั้นนำเชื้อที่ได้ไปทำการเจือจางด้วยระดับการเจือจาง (dilution) ที่เหมาะสม และทำการกระจายเชื้อให้ทั่วจานอาหารเลี้ยงเชื้อด้วยวิธี spread plate โดยใช้แท่งแก้วสามเหลี่ยม

จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อตรวจสอบจำนวนเชื้อที่ใช้ในการทดสอบ

(3) การหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ก่อนและหลังการใช้ผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่พัฒนาได้

ทำการทดสอบผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ผ่านการพัฒนาแล้ว โดยทำการทดสอบผลิตภัณฑ์กับผู้ทดสอบจำนวน 5 คน ให้ผู้ทดสอบหยุดการใช้งานผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้าที่มีสารออกฤทธิ์ทำลายเชื้อจุลินทรีย์ก่อนการทดลองอย่างน้อย 1 สัปดาห์ เพื่อเป็นการคงสภาพของจุลินทรีย์ที่อยู่บริเวณเท้าตามปกติ จากนั้นให้ผู้ทดสอบล้างเท้าด้วยสบู่ที่ไม่มีส่วนผสมของสารที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งหรือทำลายเชื้อจุลินทรีย์และเช็ดเท้าให้แห้ง ทิ้งไว้ 5 นาที โดยให้เท้าข้างขวาเป็น control คือ ไม่มีการฉีดสเปรย์ระงับกลิ่นเท้า จากนั้นหยดซัสเพนชันเชื้อ 5 ml ลงบนเท้าทั้งสองข้าง โดยหยดข้างละ 2.5 ml แล้วใช้ก้านสำลีที่ผ่านการฆ่าเชื้อเกลี่ยให้ทั่วทั้งฝ่าเท้า และหลังเท้า จากนั้นทิ้งให้แห้ง 1 นาที ทำการ swab เชื้อเท้าข้างขวาก่อนเพื่อหาปริมาณเชื้อเริ่มต้น จากนั้นฉีดสเปรย์ระงับกลิ่นเท้าบริเวณเท้าข้างซ้าย ระยะห่าง 30 เซนติเมตร โดยทำการฉีดสเปรย์ทั้งก่อน 3 ครั้ง เพื่อให้สารละลายฉีดออกมาปริมาณของน้ำสเปรย์ประมาณ 0.02 กรัม แล้วปล่อยให้แห้งเป็นเวลา 5 นาที ใช้ก้านสำลี swab บริเวณที่ฉีดกลับไปกลับมาเพื่อให้ทั่วพื้นที่ 50 cm² ทั้งหมด 4 พื้นที่ ซึ่งในแต่ละครั้งของการ swab ให้จุ่มสำลีในขวดที่บรรจุสารละลายน้ำเกลือ NSS แล้วทำการ swab ครั้งต่อไป จากนั้นทำการหักก้านสำลีลงในขวดบรรจุสารละลายน้ำเกลือ NSS 5 ml แล้วเขย่าให้เข้ากัน แล้วทำการเก็บตัวอย่างและเพาะเชื้อ โดยทำการปิเปตตัวอย่าง 1 ml จากนั้นเทอาหารเลี้ยงเชื้อ TSA แล้วทำการ pour plate ให้เข้ากัน บ่มที่ 37 °C เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง นำมานับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้น โดยรายงานผลเป็น CFU/cm² ซึ่งคำนวณจาก 1 ml = 40 cm² หลังจากนั้นทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง โดยแต่ละครั้งของการฉีดสเปรย์บริเวณเท้าให้เวลาห่างกัน 15 นาที

5. ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยทีทรี

ทำการทดสอบผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนาแล้วกับกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายที่ได้จากการสำรวจพฤติกรรมผู้บริโภค ด้วยวิธี Home Use Test โดยให้ตัวอย่างผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมจากน้ำมันหอมระเหยทีทรี บรรจุในขวดใสสีเขียวเข้ม ขนาดบรรจุ 50 ml ไปทดลองใช้เป็นเวลา 1 สัปดาห์ และสอบถามข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค พร้อมทดสอบความชอบและการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์โดยใช้แบบสอบถาม 9-point Hedonic scale (แบบสอบถามดังแสดงในภาคผนวก ค) กับผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย ตั้งแต่อายุ 15-50 ปี จำนวน 50 คน โดยวิธีสุ่มแบบไม่ใช้ความน่าจะเป็น (Non probability sampling)

การให้ระดับความชอบของปัจจัยต่างๆ 9 ระดับ (1 = ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 = ชอบมากที่สุด) ในส่วนของความคิดเห็นต่อคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยทีทรี ซึ่งให้ผู้บริโภคให้ระดับความพึงพอใจของสมบัติต่างๆ 5 ระดับ (1 = พึงพอใจน้อยที่สุด และ 5 = พึงพอใจมากที่สุด)

การแปลผลทำโดยนำข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมมาแจกแจงความถี่ของแต่ละรายการ และนำเสนอข้อมูลในรูปแบบตารางเปรียบเทียบร้อยละ

6. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์ผลการทดลองด้วยวิธีการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) ร่วมวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบ Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 12.0 และวิเคราะห์ Just About Right ด้วยวิธี Penalty analysis ด้วยโปรแกรม Xlstat

7. สถานที่ทำการวิจัย

ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตบางเขน

หน่วยปฏิบัติการเทคโนโลยีสมุนไพรและความหลากหลายทางชีวภาพ และหน่วย
ปฏิบัติการเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและเครื่องสำอาง สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผล
ทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8. ระยะเวลาในการทำวิจัย

เริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2555

ผลและวิจารณ์

1. การสำรวจผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้าในท้องตลาด และศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคในการใช้ผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้า

1.1 การสำรวจผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้าที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

จากการสำรวจผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้าที่มีจำหน่ายตามห้างสรรพสินค้า ร้านขายยา ร้านสุขภาพ และความงาม และเคาน์เตอร์เครื่องสำอางในกรุงเทพมหานคร พบว่า ผลิตภัณฑ์สำหรับระงับกลิ่นเท้าที่มีจำหน่ายในท้องตลาดนั้นสามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ ผลิตภัณฑ์ประเภทสเปรย์กระป๋องระงับกลิ่นเท้า ประเภทที่สองคือสเปรย์น้ำระงับกลิ่นเท้า และประเภทที่สามคือผลิตภัณฑ์แป้งฝุ่นโรยเท้า นำมาศึกษารายละเอียดส่วนประกอบของสเปรย์ระงับกลิ่นเท้า ขนาดบรรจุ และราคาของผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้า ผลที่ได้แสดงตามตารางที่ 8 พบว่าผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้าแต่ละยี่ห้อมีส่วนประกอบที่สำคัญ ได้แก่

- สารที่ออกฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย เช่น alcohol, triclosan และ farnesol
- สารที่ใช้ในการระงับเหงื่อ เช่น farnesol
- สารเพื่อเพิ่มความชุ่มชื้น เช่น propylene glycol
- สารให้ความเย็นสดชื่น เช่น menthol

ตารางที่ 8 ผลการสำรวจผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้าที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

รูปแบบผลิตภัณฑ์	ยี่ห้อของผลิตภัณฑ์	ส่วนประกอบที่สำคัญ	ขนาดบรรจุ	ราคา
สเปรย์กระป๋องระงับกลิ่นเท้า	Boots	Butane, Isobutane, Propane, Hexamethyldisiloxane, Aluminium chlorohydrate, Cyclopentasiloxane, Talc, Distearidimonium hectorite, Parfum, Propylene carbonate, Amyl cinnamal, Hydroxycitronellal, Linalool, Coumarin, Limonene, Alpha-isomethylionone และ Oak moss extract	150 ml	190 บาท
	Scholl Odour Control Foot Spray	Butane, Isobutan, Cyclomethicone, Propane, Aluminium chlorohydrate, Distearidimonium hectorite, Parfum, Propylene carbonate, Buthylphenyl Methylpropional, Hexyl Cinnamal, Hydroxyisohexyl 3-Cyclohexene Carboxaldehyde, Limonene และ Linalool	150 ml	190 บาท
	Deo step (Kleen) Sport Deodorant Foot Spray	LPG, Ethanol, Aluminium chlorohydrate, Fragrance, Water, Menthol, Propylene Glycol, Farnesol และ Rose Water Extract	60 ml	48 บาท

ตารางที่ 8 (ต่อ)

รูปแบบผลิตภัณฑ์	ยี่ห้อของผลิตภัณฑ์	ส่วนประกอบที่สำคัญ	ขนาดบรรจุ	ราคา
	Deo step (Kleen)	LPG, Ethanol, Aluminium chlorohydrate, Fragrance, Water,	60 ml	58 บาท
	Comfort Deodorant	Menthol, Propylene Glycol, Farnesol และ Green Tea		
	Foot Spray	Extract		
	Drye	Aluminium chlorohydrate, Fragrance, Water, Menthol, Propylene Glycol และ Farnesol	60 ml	54 บาท
	Kiwi	Aluminium chlorohydrate, Fragrance, Menthol, Propylene Glycol และ Farnesol	75 ml	55 บาท
	Mistine	Aluminium chlorohydrate, Fragrance, Menthol, Propylene Glycol และ Farnesol	65 ml	119 บาท
สเปรย์น้ำระงับกลิ่นเท้า	Oriental Princess	Alcohol denat., Water, Propylene glycol, Ceteth-7/PPG-1-PEG-9 Lauryl glycol ether/PEG-40 hydrodenated castor oil, Fragrance, Mentha arvensis leaf oil (peppermint oil, lavender oil), Farnesol, Triclosan, Menthol และ Blue 1	100 ml	125 บาท

ตารางที่ 8 (ต่อ)

รูปแบบผลิตภัณฑ์	ยี่ห้อของผลิตภัณฑ์	ส่วนประกอบที่สำคัญ	ขนาดบรรจุ	ราคา
	The body shop	Alcohol denat., Aqua, Glycerin, PEG-60 Hydrogenated castor oil, Mentha arvensis (peppermint) oil, C12-15 Alkyl benzoate, Acidophilus/grape ferment, Menthol, Panthenol, Limonene, t-butyl alcohol, Fragrance Linalool, Propyl gallate, Tocopheryl acetate, Butylene glycol, Denatonium benzoate และ Blue 1	100 ml	250 บาท
	Focal	Aqua, Ammonium Alum, Propylene glycol, Allantoin, Diazolidinyl Urea และ Iodopropynyl Butylcarbonate	120 ml	89 บาท
แป้งฝุ่นโรยเท้า	Scholl Odour Control Foot Powder	Talc, ZeaMays, Hydrated Silica, Starch, Acrylates, Acrylamide Copolymer และ Triclosan	75 ml	200 บาท

หมายเหตุ ทำการสำรวจในช่วงเดือนพฤศจิกายน ปี 2554 จำนวน 11 แห่ง

1.2 การศึกษาพฤติกรรมของผู้บริโภคในการใช้ผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้า

1.2.1 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม

จากการการสำรวจผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้แบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปหาสัดส่วนของประชากรที่คาดว่าจะสนใจผลิตภัณฑ์พบว่า มีผู้สนใจในผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่รี จำนวน 28 คน เมื่อนำมาคำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จะได้จำนวนประชากร 96.06 คน หรือโดยประมาณ 100 คน ซึ่งนำไปใช้ในการสำรวจ พบว่า ผู้ตอบแบบถามเป็นเพศชายร้อยละ 60.00 และเพศหญิงร้อยละ 40.00 มีช่วงอายุอยู่ระหว่าง 22-28 ปี (ร้อยละ 53.00) ส่วนใหญ่จบการศึกษาในระดับปริญญาตรี (ร้อยละ 63.00) อาชีพเป็นนักเรียน และนิสิต/นักศึกษา (ร้อยละ 50.00) รองลงมา คือ ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ (ร้อยละ 22.00) รายได้ส่วนตัวต่อเดือนส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 5,001-10,000 บาท (ร้อยละ 31.00) ดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามจากการสำรวจผู้บริโภค

		n=100
	ข้อมูลการสำรวจ	ร้อยละ
เพศ	ชาย	60.00
	หญิง	40.00
อายุ	15-21 ปี	13.00
	22-28 ปี	53.00
	29-35 ปี	14.00
	36-42 ปี	12.00
	43-50 ปี	8.00

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ข้อมูลการสำรวจ	ร้อยละ
การศึกษาสูงสุด	
มัธยมศึกษาตอนต้น	1.00
มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.	12.00
ปริญญาตรี	63.00
สูงกว่าปริญญาตรี	24.00
อาชีพ	
นักเรียน และนิสิต/นักศึกษา	50.00
ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	23.00
พนักงานบริษัทเอกชน	20.00
ธุรกิจส่วนตัว	3.00
รับจ้าง	2.00
แม่บ้าน	2.00
รายได้ส่วนตัวต่อเดือน	
น้อยกว่า 5,000 บาท	10.00
5,001-10,000 บาท	31.00
10,001-15,000 บาท	23.00
15,001-20,000 บาท	17.00
20,001-30,000 บาท	9.00
มากกว่า 30,001 บาท	10.00

1.2.2 การสำรวจพฤติกรรมการใช้ผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้า

จากข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้า ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 10 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เคยมีปัญหากลิ่นอับหรือมีกลิ่นไม่พึงประสงค์จากเท้า (ร้อยละ 57.00) โดยสาเหตุของการเกิดกลิ่นเท้าเกิดมาจากการสวมรองเท้าที่มีลักษณะอับชื้นเป็นประจำ (ร้อยละ 76.00) และเกิดจากเหงื่อออกบริเวณเท้าในปริมาณมาก (ร้อยละ 61.00) สำหรับวิธีป้องกัน หรือขจัดกลิ่นเท้าโดย

ได้เลือกใช้รองเท้าที่โปร่งสบาย (ร้อยละ 69.00) หรือทำการสลับคู่อรองเท้าในการใช้งานเป็นประจำ (ร้อยละ 59.00) ซึ่งผู้บริโภคร้อยละส่วนใหญ่ใช้ผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้า (ร้อยละ 57.00) ซึ่งเป็นสเปรย์น้ำฉีดระงับกลิ่นเท้า (ร้อยละ 67.65) สเปรย์กระป๋องระงับกลิ่นเท้า (ร้อยละ 23.53) และแป้งโรยระงับกลิ่นเท้า (ร้อยละ 8.82) สามารถหาซื้อได้จากร้านความงาม และสุขภาพ เช่น วัตสัน และบูทส์ (ร้อยละ 31.03) หรือซื้อตามซูเปอร์มาร์เก็ต และเคาน์เตอร์เครื่องสำอาง (ร้อยละ 25.29) โดยค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการซื้ออยู่ที่ราคาประมาณ 101-200 บาท (ร้อยละ 63.16) สำหรับปัญหาส่วนใหญ่ที่พบเมื่อใช้ผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้า คือ มีกลิ่นฉุน (ร้อยละ 49.12) เป็นคราบที่เท้า (ร้อยละ 40.35) และเมื่อใช้แล้วผลิตภัณฑ์แห้งช้า (ร้อยละ 28.07) โดยจะใช้สัปดาห์ละครั้ง (ร้อยละ 43.86) หรือใช้นานๆ ครั้ง เมื่อประสบปัญหา (ร้อยละ 31.58) สำหรับปริมาณที่เคยใช้ส่วนใหญ่มีขนาดบรรจุ 75 มิลลิลิตร (ร้อยละ 35.09)

ตารางที่ 10 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรม และความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สำหรับระงับกลิ่นเท้า

n=100	
ข้อมูลการสำรวจ	ร้อยละ
ท่านเคยมีปัญหาจากกลิ่นอับ หรือกลิ่นไม่พึงประสงค์จากเท้าหรือไม่	
เคย	57.00
ไม่เคย	43.00
ท่านคิดว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดกลิ่นเท้าขึ้นเกิดจากปัญหาใด ¹	
สวมรองเท้าที่มีลักษณะอับชื้นเป็นประจำ	76.00
เกิดจากเหงื่อออกบริเวณเท้าในปริมาณมาก	61.00
เกิดจากชนิดของวัสดุที่ใช้ทำรองเท้า	30.00
เกิดจากการดูแลสุขอนามัยเท้าไม่เพียงพอ	29.00
เกิดจากการเล่นกีฬา	29.00
เกิดจากการทำงานในที่อับชื้น	15.00
เกิดจากการติดเชื้อที่ทำให้เกิดโรคที่เท้า	13.00

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ข้อมูลการสำรวจ	ร้อยละ
ท่านใช้วิธีใดในการป้องกันและขจัดกลิ่นเท้า ¹	
เลือกใช้รองเท้าที่โปร่งสบาย	69.00
สลับคูรองเท้าในการใช้งานเป็นประจำ	59.00
ทำความสะอาดเท้าด้วยสบู่บ่อยๆ	48.00
ใช้ผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้า	34.00
ใช้น้ำหอมดับกลิ่นไม่พึงประสงค์	8.00
ปรึกษาแพทย์ทางผิวหนัง	4.00
ท่านเคยใช้ผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้าหรือไม่	
เคย	57.00
ไม่เคย	43.00
ผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้าที่ท่านเคยใช้เป็นผลิตภัณฑ์ลักษณะใด ²	
สเปรย์น้ำฉีดระงับกลิ่นเท้า	80.07
สเปรย์แป้งระงับกลิ่นเท้า	28.07
แป้งโรยระงับกลิ่นเท้า	10.53
ส่วนใหญ่ท่านเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้าจากสถานที่ใด ²	
ร้านความงามและสุขภาพ เช่น วัดสัน บู้ทส์	45.61
ซูเปอร์มาร์เก็ต	38.60
เคาน์เตอร์เครื่องสำอาง	38.60
โมเดิร์นเทรด เช่น บิ๊กซี เทสโก้โลตัส	15.79
ร้านขายยา	12.28
ค่าใช้จ่ายในการซื้อผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้าของท่านต่อครั้ง ประมาณเท่าไร ²	
ต่ำกว่า 100 บาท	24.56
101-200 บาท	63.16
201-300 บาท	7.02
มากกว่า 401 บาท	5.26

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ข้อมูลการสำรวจ	ร้อยละ
ผลิตภัณฑ์สำหรับระงับกลิ่นเท้าที่ท่านใช้หรือเคยใช้ มีปริมาณเท่าใด ²	
50 มิลลิลิตร	19.30
75 มิลลิลิตร	35.09
100 มิลลิลิตร	33.33
125 มิลลิลิตร	12.28
ท่านใช้ผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้าเป็นประจำหรือไม่อย่างไร ²	
ใช้สัปดาห์ละครั้ง	43.86
ใช้เมื่อประสบปัญหากลิ่นเท้า	31.58
ใช้สัปดาห์ละ 3-4 วัน	17.54
ใช้เป็นประจำทุกวัน	7.02
ผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้าที่ท่านเคยใช้ เคยพบปัญหาใดบ้าง ²	
กลิ่นฉุน	49.12
เป็นคราบที่เท้า	40.35
แห้งช้า	28.07
เหนียวเหนอะหนะ	15.79
ไม่พบปัญหา	8.77
ระคายเคืองผิว	5.26

หมายเหตุ ¹ คำถามที่ผู้ตอบแบบสอบถามสามารถตอบได้มากกว่า 1 ข้อ

² คำถามที่ผู้ตอบแบบสอบถามตอบว่าเคยใช้ผลิตภัณฑ์ และตอบมากกว่า 1 ข้อ

สำหรับปัจจัยที่ผู้ตอบแบบสอบถามใช้ในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้า ดังแสดงตามตารางที่ 11 โดยให้คะแนนความสำคัญของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1 ถึง 5 โดย 1 หมายถึงความสำคัญน้อยที่สุด และ 5 มีความสำคัญมากที่สุดพบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์มากที่สุด คือ ช่วยระงับกลิ่นเท้า ใช้แล้วไม่เกิดอาการระคายเคือง ผลิตภัณฑ์แห้งเร็ว และไม่เหนียวเหนอะหนะ และมีมาตรฐานในการรองรับ โดยมีคะแนนความสำคัญเฉลี่ยอยู่ในช่วง 4.39 ถึง 4.69 คะแนน

รองลงมา คือ ความน่าเชื่อถือของตราสินค้า ราคาและปริมาณของผลิตภัณฑ์ ฉลากผลิตภัณฑ์ รูปแบบของผลิตภัณฑ์ บรรจุภัณฑ์สะดวกต่อการใช้งาน หาซื้อผลิตภัณฑ์ได้ง่าย กลิ่นของผลิตภัณฑ์ มีส่วนผสมจากธรรมชาติ จัดเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมาก มีคะแนนความสำคัญเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.51 ถึง 4.05 คะแนน ส่วนปัจจัยที่มีความสำคัญปานกลาง คือ สีของผลิตภัณฑ์ และการโฆษณาหรือมีคณแนะนำ มีคะแนนความสำคัญเฉลี่ย 3.19 และ 3.17 คะแนน ตามลำดับ

ตารางที่ 11 คะแนนความสำคัญเฉลี่ยในแต่ละปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์
ระดับกลิ่นเท้าจากการสำรวจผู้บริโภค

ปัจจัย	ระดับความสำคัญ (ความถี่)					รวม	เฉลี่ย	ความสำคัญ ของปัจจัย
	5	4	3	2	1			
ช่วยระงับกลิ่นเท้าได้	77	16	6	1	0	100	4.69	มากที่สุด
ใช้แล้วไม่เกิดอาการ ระคายเคือง	74	20	6	0	0	100	4.68	มากที่สุด
ผลิตภัณฑ์แห้งเร็ว และไม่เหนียว	68	22	10	0	0	100	4.58	มากที่สุด
เหนอะหนะ								
มีมาตรฐานในการ รองรับผลิตภัณฑ์	54	33	11	2	0	100	4.39	มากที่สุด
มีส่วนผสมจาก ธรรมชาติ	43	30	21	1	5	100	4.05	มาก
ความน่าเชื่อถือของ ตราสินค้า	28	49	21	2	0	100	4.03	มาก
กลิ่นของผลิตภัณฑ์	25	46	27	2	0	100	3.94	มาก
หาซื้อผลิตภัณฑ์ได้ ง่าย	17	51	31	1	0	100	3.84	มาก
บรรจุภัณฑ์สะดวก ต่อการใช้งาน	16	51	33	0	0	100	3.83	มาก

ตารางที่ 11 (ต่อ)

ปัจจัย	ระดับความสำคัญ (ความถี่)					รวม	เฉลี่ย	ความสำคัญ ของปัจจัย
	5	4	3	2	1			
ราคาและปริมาณ ของผลิตภัณฑ์	14	50	35	1	0	100	3.77	มาก
ฉลากผลิตภัณฑ์	12	40	44	4	0	100	3.60	มาก
รูปแบบของ ผลิตภัณฑ์	7	42	46	5	0	100	3.51	มาก
สีของผลิตภัณฑ์	6	23	57	12	2	100	3.19	ปานกลาง
การโฆษณาหรือมี คนแนะนำ	4	29	51	12	4	100	3.17	ปานกลาง

หมายเหตุ * ระดับคะแนน 1 หมายถึง สำคัญน้อยที่สุด, 3 หมายถึง สำคัญปานกลาง และ 5 หมายถึง สำคัญมากที่สุด

จากผลการสำรวจความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรียจากน้ำมันหอมระเหยที่ทรี ผลที่ได้แสดงตามตารางที่ 12 พบว่า หากในปัจจุบันมีการพัฒนาสารจากธรรมชาติเพื่อยับยั้งเชื้อแบคทีเรียมาทดแทนสารเคมีในผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้า ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสนใจถึงร้อยละ 96.00 เพราะคิดว่ามีความปลอดภัยต่อผิวหนัง (ร้อยละ 86.46) และไม่ก่อให้เกิดผลข้างเคียงกับผิวหนัง (ร้อยละ 61.46) คุณสมบัติที่ต้องการ คือ สามารถดกกลิ่นเท้าได้ดี (ร้อยละ 95.00) และปลอดภัยไม่เกิดอาการแพ้ (ร้อยละ 78.00) รูปแบบเป็นสเปรย์น้ำฉีดพ่น (ร้อยละ 91.00) เป็นสีใสเหมือนน้ำ (ร้อยละ 57.00) มีกลิ่นสดชื่นหอมเย็น (ร้อยละ 38.00) ขนาดบรรจุ 75 ml (ร้อยละ 34.00) และราคาขายอยู่ระหว่าง 100 ถึง 200 บาท ทำให้ได้แนวความคิดสำหรับผลิตภัณฑ์ คือ ผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรียจากน้ำมันหอมระเหยที่ทรีมีลักษณะใส และให้กลิ่นหอมเย็น สามารถดกกลิ่นเท้าได้ดี และซึมผ่านเข้าผิวหนัง โดยไม่รู้สึกระคายเคืองบนผิวหนัง

ตารางที่ 12 ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการและการพัฒนาผลิตภัณฑ์สำหรับระงับกลิ่นเท้าที่มี
ส่วนผสมของสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรียจากน้ำมันหอมระเหยที่ทรี

n = 100

ข้อมูลการสำรวจ	ร้อยละ
หากในปัจจุบันมีการพัฒนาสารจากธรรมชาติเพื่อยับยั้งเชื้อแบคทีเรียมาทดแทนสารเคมีใน ผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้า ท่านจะให้ความสนใจหรือไม่	
สนใจ	96.00
ไม่สนใจ	4.00
ท่านคิดว่าสารจากธรรมชาติที่นำมายับยั้งเชื้อแบคทีเรียแทนการใช้สารเคมี น่าสนใจเพราะ เหตุใด ¹	
มีความปลอดภัยต่อผิวหนัง	86.46
ไม่ก่อให้เกิดผลข้างเคียง	61.46
เป็นทางเลือกใหม่สำหรับผู้บริโภค	47.92
ดีต่อสิ่งแวดล้อม	40.63
คุณสมบัติใดบ้างที่ท่านต้องการให้มีในผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของ สารยับยั้งเชื้อแบคทีเรียจากน้ำมันหอมระเหยที่ทรี ²	
ลดกลิ่นเท้าได้ดี	95.00
ปลอดภัย และไม่เกิดอาการแพ้	78.00
สามารถซึมผ่านเข้าผิวหนังได้ดีและเร็ว	69.00
ไม่เหนียวเหนอะหนะ	
ไม่ทิ้งคราบของผลิตภัณฑ์บนเท้า	48.00
ท่านคิดว่าผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรียจากน้ำมันหอม ระเหยที่ทรี ควรมีรูปแบบใด	
สเปรย์น้ำฉีดพ่น	91.00
ครีม	2.00
เจลใส	7.00

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ข้อมูลการสำรวจ	ร้อยละ
หากมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรียจากน้ำมันหอมระเหยที่ทรี ท่านคิดว่าควรมีสีใด	
สีใสเหมือนน้ำ	57.00
สีเหลืองของน้ำมันหอมระเหยที่ทรี	19.00
สีฟ้าแบบแอลกอฮอล์	17.00
สีขาวขุ่น	7.00
ท่านคิดว่าผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรียจากน้ำมันหอมระเหยที่ทรี ควรมีกลิ่นอย่างไร	
กลิ่นสดชื่นหอมเย็นๆ	38.00
กลิ่นที่ให้ความรู้สึกสะอาด	35.00
กลิ่นของน้ำมันหอมระเหยที่ทรี	27.00
ท่านต้องการผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรียจากน้ำมันหอมระเหยที่ทรี ควรมีขนาดบรรจุเท่าใด	
50 มิลลิลิตร	23.00
75 มิลลิลิตร	34.00
100 มิลลิลิตร	29.00
125 มิลลิลิตร	12.00
มากกว่า 200 มิลลิลิตร	2.00
ท่านคิดว่าราคาที่สามารถยอมรับได้สำหรับผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรียจากน้ำมันหอมระเหยที่ทรี ควรมีราคาอยู่ในระดับเท่าใด เมื่อเปรียบเทียบกับราคาของผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด	
100-200 บาท	74.00
201-300 บาท	23.00
301-400 บาท	3.00

หมายเหตุ ¹ คำถามที่ผู้ตอบแบบสอบถามว่าสนใจในผลิตภัณฑ์ มาคำนวณเป็นร้อยละ

² คำถามที่ผู้ตอบแบบสอบถามสามารถตอบได้มากกว่า 1 ข้อ

2. การศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี และประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเกิดกลิ่นทำของน้ำมันหอมระเหยที่ทรี

2.1 การศึกษาคุณภาพทางกายภาพ และเคมีของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากการกลั่นที่แตกต่างกัน

จากการกลั่นน้ำมันหอมระเหยที่ทรีโดยใช้กรรมวิธีการกลั่นแตกต่างกัน 3 วิธี ได้แก่ การกลั่นด้วยน้ำ การกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ และการกลั่นด้วยไอน้ำ พบว่า ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากการกลั่นทั้ง 3 วิธีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้อยู่ในช่วง 1.40–2.75 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งวิธีการกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำจะให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ทรีสูงสุด (2.75 เปอร์เซ็นต์) แต่สำหรับวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำให้ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีน้อยที่สุด (1.40 เปอร์เซ็นต์) แสดงดังตารางที่ 14 ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับการรายงานของ Baker *et al.* (2000)

ตารางที่ 13 ร้อยละของผลผลิตที่ได้ของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากกรรมวิธีการกลั่นที่แตกต่างกัน

กรรมวิธีการกลั่น	ร้อยละของผลผลิตที่ได้ (%v/w)
Water with steam distillation	2.75 ^a ±0.10
Water distillation	2.48 ^a ±0.13
Steam distillation	1.40 ^b ±0.23

หมายเหตุ ^{a-b} ค่าเฉลี่ยข้อมูลในแนวดิ่งมีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

เมื่อพิจารณาค่าคุณภาพทางด้านกายภาพ ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 14 พบว่า น้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากการกลั่นที่แตกต่างกันมีลักษณะเป็นสีใส (ดังภาพที่ 22) ซึ่งค่าความเป็นสีแดงและสีเขียว (a^*), ค่าความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน (b^*) ค่าความหนาแน่น (Density) และค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) ของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่สกัดได้ในแต่ละวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งค่า a^* มีค่าเป็นลบ แสดงว่าน้ำมันหอมระเหยที่ทรีได้มีสีออกเขียว มีค่าอยู่ในช่วง -0.06 ถึง -0.08 ส่วนค่า b^* มีค่าเป็นบวก

แสดงว่าน้ำมันหอมระเหยที่ได้มีสีออกไปทางสีเหลือง มีค่าอยู่ในช่วง 0.20-0.23 สำหรับค่าความหนาแน่นของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากการกลั่นทั้ง 3 วิธี มีค่าเท่ากับ 0.895-0.897 และค่าความถ่วงจำเพาะ มีค่าเท่ากับ 0.898-0.899 แต่สำหรับค่าความสว่าง (L^*) และค่าดัชนีการหักเหของแสง (Refractive index) ของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากการกลั่นทั้ง 3 วิธีนั้นมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยที่น้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากการกลั่นด้วยน้ำ มีค่า L^* สูงสุด เท่ากับ 98.04 ± 0.01 ซึ่งแตกต่างจากน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากการกลั่นด้วยไอน้ำ และน้ำและไอน้ำ สำหรับค่าดัชนีการหักเหของแสงของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากการกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำมีค่ามากที่สุด มีค่าเท่ากับ 1.47762 ซึ่งไม่แตกต่างจากวิธีการกลั่นด้วยน้ำ มีค่าเท่ากับ 1.47759



ภาพที่ 24 ลักษณะปรากฏของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากการกลั่นที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 14 ค่าคุณภาพทางด้านกายภาพของน้ำมันหอมระเหยที่พรีที่ได้จากกรรมวิธีการกลั่นที่แตกต่างกัน

กรรมวิธีการกลั่น	ค่าสี ^{ns}			ค่าความหนาแน่น (Density) ^{ns}	ค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) ^{ns}	ค่าดัชนีหักเหแสง (Refractive index)
	L*	a* ^(ns)	b* ^(ns)			
Steam distillation	97.97 ^b ±0.03	-0.06±0.02	0.20±0.02	0.895±0.002	0.898±0.001	1.47756 ^b ±2.5x10 ⁻⁵
Water with steam distillation	97.96 ^b ±0.02	-0.07±0.02	0.20±0.02	0.896±0.001	0.898±0.001	1.47762 ^a ±2.5x10 ⁻⁵
Water distillation	98.04 ^a ±0.01	-0.08±0.02	0.23±0.01	0.897±0.001	0.899±0.001	1.47759 ^{ab} ±2.6x10 ⁻⁵

หมายเหตุ ^{a-b} ค่าเฉลี่ยข้อมูลในแนวตั้งมีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} ค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละชุดในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากการกลั่นทั้ง 3 วิธี และน้ำมันหอมระเหยที่ทรีทางการค้า (ยี่ห้อ A และ B) พบว่า น้ำมันหอมระเหยที่ทรีทั้ง 5 ชนิดที่ศึกษา มีปริมาณของสารในกลุ่ม monoterpenes และ sesquiterpenes เป็นองค์ประกอบประมาณ 91.09 -97.78 เปอร์เซ็นต์ และ 2.13-8.84 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 15 ผลที่ได้สอดคล้องกับรายงานของ Baker *et al.* (2000) ซึ่งรายงานว่า น้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากการกลั่นจะมีปริมาณของสารในกลุ่ม sesquiterpenes น้อย และมีสาร Terpinen-4-ol ซึ่งเป็นสารในกลุ่ม monoterpenes ปริมาณสูง โดยที่สารในกลุ่ม monoterpenes ที่สำคัญที่พบในน้ำมันหอมระเหยที่ทรี คือ Terpinen-4-ol, γ -Terpinene, α -Terpinene, 1,8-Cineole, α -Terpineol, α -Pinene, Terpinolene และ p -Cymene ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับรายงานของ Brophy *et al.* (1989)

ตารางที่ 15 ปริมาณของสารในกลุ่ม monoterpenes และ sesquiterpenes ของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีทั้ง 5 ชนิดที่ศึกษา

กลุ่มขององค์ประกอบทางเคมี	SD	WD	WSD	A	B
Monoterpenes	97.09 ^{ab}	97.78 ^a	91.09 ^c	94.27 ^b	95.88 ^{ab}
Sesquiterpenes	2.87 ^{bc}	2.13 ^c	8.84 ^a	5.74 ^b	4.15 ^b

หมายเหตุ ^{a-c} ค่าเฉลี่ยข้อมูลมีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

SD คือ steam distillation, WD คือ water distillation,

WSD คือ water with steam distillation,

A และ B คือ น้ำมันหอมระเหยที่ทรีทางการค้า

ตามมาตรฐานของ ISO/FDIS 4730:2004 [ISO] (2004) ระบุให้องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญในน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้ต้องมีปริมาณของสาร Terpinen-4-ol อยู่ในช่วง 30.0-48.0 เปอร์เซ็นต์, 1,8-Cineole $\leq$ 15.0 เปอร์เซ็นต์, γ -Terpinene อยู่ในช่วง 10.0-28.0 เปอร์เซ็นต์, α -Terpinene อยู่ในช่วง 5.0-13.0 เปอร์เซ็นต์ และ p-Cymene อยู่ในช่วง 0.5-8.0 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากการกลั่นทั้ง 3 วิธี กับน้ำมันหอมระเหยที่ทรีทางการค้า (ยี่ห้อ A และ B) พบว่า น้ำมันหอมระเหยที่ทรีทั้ง 5 ชนิดที่ใช้ในการศึกษา มีองค์ประกอบเคมีอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของ ISO/FDIS 4730:2004 (2004) ที่กล่าวมาข้างต้น คือ มีปริมาณสาร Terpinen-4-ol อยู่ในช่วง 38.81-47.68 เปอร์เซ็นต์, 1,8-Cineole อยู่ในช่วง 3.17-6.56 เปอร์เซ็นต์, γ -Terpinene อยู่ในช่วง 17.96-21.44 เปอร์เซ็นต์, α -Terpinene อยู่ในช่วง 7.51-11.63 เปอร์เซ็นต์ และ p-Cymene อยู่ในช่วง 1.53-6.62 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยที่ตรีที่ได้จากการกลั่นทั้ง 3 วิธี เทียบกับน้ำมันหอมระเหยที่ตรีทางการค้า (ยี่ห้อ A และ B)

Possible compounds	SD	WD	WSD	A	B	ISO/FDIS 4730:2004 (min-max%)
1. Monoterpene						
α -Thujene	0.72±0.12	0.93±0.10	0.76±0.05	0.50±0.25	0.62±0.12	-
α -Pinene	2.31±0.27	2.86±0.09	2.68±0.17	1.83±0.46	2.02±0.27	1.00-6.00
β -Pinene	0.81±0.11	0.88±0.10	0.24±0.34	0.44±0.28	0.63±0.11	-
β -Myrcene	1.32±0.14	1.31±0.06	1.11±0.06	0.62±0.16	0.32±0.29	-
α -Phellandrene	0.16±0.23	0.19±0.27	trace	trace	trace	-
α -Terpinene	11.47±0.33	11.63±0.54	10.22±0.46	8.78±1.10	7.51±0.63	5.00-13.00
p -Cymene	2.50±0.06	1.53±0.11	1.92±1.03	3.62±0.42	6.62±0.50	0.50-8.00
D-Limonene	2.06±0.42	2.27±0.12	1.76±0.21	1.63±0.19	1.56±0.12	0.50-1.50
β -Phellandrene	0.20±0.28	trace	trace	trace	trace	-
1,8-Cineole	6.56±0.28	6.16±0.50	5.25±0.52	3.17±0.28	3.85±0.28	Trace-15.00
trans- β -Ocimene	1.18±0.11	1.03±0.15	0.65±0.46	trace	trace	-

ตารางที่ 16 (ต่อ)

Possible compounds	SD	WD	WSD	A	B	ISO/FDIS 4730:2004 (min-max%)
γ -Terpinene	21.44±0.16	20.02±1.00	17.96±1.31	19.79±0.69	18.40±0.72	10.00-28.00
Terpinolene	4.53±0.20	4.10±0.20	3.66±0.11	3.46±0.23	3.30±0.20	1.50-5.00
Terpinene-4-ol	38.81±1.19	41.37±1.07	40.61±0.28	47.07±3.29	47.68±2.46	30.00-48.00
α -Terpineol	3.03±0.05	3.50±1.08	4.26±0.47	3.36±0.17	3.37±0.20	1.50-8.00
2. Sesquiterpene						
α -Gurjunene	0.11±0.08	trace	0.14±0.20	0.36±0.04	0.27±0.04	-
trans-Caryophyllene	trace	trace	trace	0.41±0.04	0.27±0.03	-
Aromadendrene	0.95±0.17	0.49±0.07	1.90±0.44	1.37±0.14	1.08±0.11	Trace-3.00
Alloaromadendrene	0.30±0.06	0.17±0.03	0.65±0.16	0.53±0.07	0.40±0.05	-
β -Cadinene	trace	trace	trace	0.31±0.03	0.18±0.03	-
Ledene	0.84±0.16	0.50±0.19	1.87±0.46	1.40±0.15	0.93±0.14	-
δ -Cadinene	0.35±0.08	0.17±0.05	0.89±0.24	1.13±0.16	0.88±0.12	Trace-3.00

ตารางที่ 16 (ต่อ)

Possible compounds	SD	WD	WSD	A	B	ISO/FDIS 4730:2004 (min-max%)
α -Cadinene	trace	trace	trace	0.23 $\pm$ 0.03	0.14 $\pm$ 0.03	-
Viridiflorol	0.15 $\pm$ 0.10	0.30 $\pm$ 0.20	1.08 $\pm$ 0.39	trace	trace	-
β -Eudesmol	trace	0.08 $\pm$ 0.11	0.49 $\pm$ 0.35	trace	trace	-
δ -Cadinol	trace	trace	0.27 $\pm$ 0.19	trace	trace	-

หมายเหตุ SD คือ steam distillation, WSD คือ water with steam distillation, WD คือ water distillation,
A และ B คือ น้ำมันหอมระเหยที่รีทางการค้า

2.2 การศึกษาประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเกิดกลิ่นเหม็นของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากการกรรมวิธีการกลั่นที่แตกต่างกัน

การทดสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นที่ใช้ในงานวิจัยในครั้งนี้ มี 2 สายพันธุ์ ได้แก่ *M. sedentarius* DMST 9365 และ DMST 11017 และเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคบริเวณผิวหนัง ได้แก่ *S. aureus* DMST 8840 ด้วยวิธี Paper disc diffusion โดยทำการพิจารณาขนาดความกว้างของ clear zone ที่เกิดขึ้น ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 17 พบว่า น้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากการกลั่นทั้ง 3 วิธี และน้ำมันหอมระเหยที่ทรีทางการค้า (ยี่ห้อ A และ B) มีความสามารถในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทั้ง 3 สายพันธุ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยที่น้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากการกลั่นด้วยไอน้ำ และที่ได้จากการกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ มีความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *M. sedentarius* DMST 9365 ไม่แตกต่างกัน คือ อยู่ในระดับ Susceptibility (S) มีความกว้างของ clear zone อยู่ที่ 23.30 ± 2.66 และ 23.03 ± 1.36 mm. ตามลำดับ สำหรับน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากการกลั่นด้วยน้ำ และน้ำมันหอมระเหยที่ทรีทางการค้ายี่ห้อ B มีความสามารถในการยับยั้งเชื้ออยู่ในระดับ Intermediate (I) มีความกว้างของ clear zone อยู่ที่ 19.63 ± 2.66 และ 16.70 ± 3.73 mm. ตามลำดับ แต่น้ำมันหอมระเหยที่ทรีทางการค้ายี่ห้อ A มีความสามารถอยู่ในระดับ Resistant (R) มีความกว้างของ clear zone อยู่ที่ 12.30 ± 0.92 mm.

ความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *M. sedentarius* DMST 11017 ของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากการกลั่นที่แตกต่างกัน พบว่า น้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากการกลั่นด้วยน้ำ และจากการกลั่นด้วยไอน้ำ มีความสามารถในการยับยั้งเชื้อไม่แตกต่างกัน ซึ่งอยู่ในระดับ Intermediate (I) มีความกว้างของ clear zone อยู่ที่ 22.25 ± 8.41 และ 16.10 ± 1.41 mm. ตามลำดับ ส่วนน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากการกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ และน้ำมันหอมระเหยที่ทรีทางการค้าทั้ง 2 ยี่ห้อ มีความสามารถในการยับยั้งเชื้อ อยู่ในระดับ Resistant (R) ซึ่งมีความกว้างของ clear zone อยู่ที่ 13.17 ± 3.72 , 8.07 ± 0.45 และ 8.87 ± 1.25 mm. ตามลำดับ

ส่วนความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* DMST 8840 ของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากการกลั่นแตกต่างกัน พบว่า น้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากการกลั่นทั้ง 3 วิธี มีความสามารถอยู่ในระดับ Intermediate (I) ซึ่งมีความกว้างของ clear zone อยู่ที่

22.53±1.60, 18.07±4.58 และ 15.92±1.70 mm. ตามลำดับ แต่น้ำมันหอมระเหยที่ทรีทางการค้าทั้ง 2 ยี่ห้อ มีความสามารถอยู่ในระดับ Resistant (R) ซึ่งมีความกว้างของ clear zone อยู่ที่ 9.70±0.70 และ 10.60±0.46 mm. ตามลำดับ

ตารางที่ 17 ความกว้างของ Clear Zone ของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากการกรรมวิธีการกลั่นที่แตกต่างกัน ด้วยวิธี Disc diffusion (หน่วย: มิลลิเมตร)

กรรมวิธีการกลั่น	<i>M. sedentarius</i> (DMST 9365)	<i>M. sedentarius</i> (DMST 11017)	<i>S. aureus</i> (DMST 8840)
steam distillation	23.30 ^a ± 2.66	16.10 ^{ab} ± 1.41	22.53 ^a ± 1.60
water with steam distillation	23.03 ^a ± 1.36	13.17 ^b ± 3.72	18.07 ^{ab} ± 4.58
water distillation	19.63 ^{ab} ± 2.66	22.25 ^a ± 8.41	15.92 ^{bc} ± 1.70
A	12.30 ^c ± 0.92	8.07 ^b ± 0.45	9.70 ^c ± 0.70
B	16.70 ^b ± 3.73	8.87 ^b ± 1.25	10.60 ^c ± 0.46

หมายเหตุ ^{a-c} ค่าเฉลี่ยข้อมูลในแนวดิ่งมีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

A และ B คือ น้ำมันหอมระเหยที่ทรีทางการค้า

จากการวิเคราะห์หาความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ (MIC : Minimum Inhibitory Concentration) และความเข้มข้นต่ำสุดในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ (MBC : Minimum Bactericidal Concentration) ด้วยวิธี Resazurin microtiter assay plate method พบว่า น้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากการกลั่นทั้ง 3 วิธี และน้ำมันหอมระเหยที่ทรีทางการค้า (ยี่ห้อ A และ B) สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียทั้ง 3 สายพันธุ์ได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากการกลั่นทั้ง 3 วิธี และน้ำมันหอมระเหยที่ทรีทางการค้า (ยี่ห้อ A และ B) สามารถยับยั้งการเจริญของ *M. sedentarius* DMST 9365 ได้ดีที่สุด เมื่อเทียบกับการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียอีก 2 สายพันธุ์ ซึ่งน้ำมันหอมระเหยที่ทรีทั้ง 5 ตัวอย่างที่ศึกษา มีค่า MIC ในการยับยั้งการเจริญของ *M. sedentarius* DMST 9365 ต่ำที่สุดที่ 0.64 mg/ml ในขณะที่การยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. aureus* และ *M. sedentarius* DMST 11017 พบว่า ค่า MIC ของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีทั้ง

5 ชนิด สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียทั้ง 2 สายพันธุ์อยู่ระหว่าง 1.28-2.56 mg/ml แต่เมื่อนำน้ำมันหอมระเหยที่ทรีทั้ง 5 ตัวอย่างมาศึกษาความเข้มข้นต่ำสุดในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย (MBC) ทั้ง 3 สายพันธุ์ พบว่า น้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากการกลั่นด้วยน้ำ มีค่า MBC ในการฆ่าเชื้อ *S. aureus* DMST 8840 และ *M. sedentarius* DMST 11017 ต่ำที่สุด คือ 2.56 mg/ml และยังสามารถฆ่าเชื้อ *M. sedentarius* DMST 9365 ได้เช่นกัน และเมื่อพิจารณาจากองค์ประกอบทางเคมี พบว่า น้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากการกลั่นด้วยน้ำมีปริมาณสาร Terpinen-4-ol สูงกว่าการกลั่นด้วยวิธีอื่น ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่า น้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่มีความสามารถในการยับยั้งเชื้อนั้นจะต้องมีสารออกฤทธิ์ของ Terpinen-4-ol ในปริมาณที่สูง และมีปริมาณสารของ 1,8-Cineole ต่ำ (ศักดิ์, 2542) จึงทำให้สามารถออกฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ เมื่อพิจารณาความเข้มข้นต่ำสุดของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีทั้ง 5 ตัวอย่าง ในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย แต่ละสายพันธุ์นั้นมีความแตกต่างกัน โดยน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากการกลั่นทั้ง 3 วิธี และน้ำมันหอมระเหยที่ทรีทางการค้า ยี่ห้อ B มีค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ *M. sedentarius* DMST 9365 มีค่าเท่ากับ 1.28 mg/ml ในขณะที่น้ำมันหอมระเหยที่ทรีทางการค้า ยี่ห้อ A ความเข้มข้นต่ำสุดที่ใช้ในการฆ่าเชื้อมีค่าเท่ากับ 2.56 mg/ml แต่ในขณะที่ความสามารถในการฆ่าเชื้อ *S. aureus* และ *M. sedentarius* DMST 11017 พบว่า ความเข้มข้นต่ำสุดของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ใช้ในการทำละลายเชื้อมีค่าอยู่ระหว่าง 2.56-5.12 mg/ml จึงสามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้ ดังแสดงในตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย (MIC) และความเข้มข้นต่ำสุดในการฆ่าเชื้อ (MBC) ของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากกรรมวิธีการกลั่นแตกต่างกัน

กรรมวิธีการกลั่น	<i>M. sedentarius</i> (DMST 9365)		<i>M. sedentarius</i> (DMST 11017)		<i>S. aureus</i> (DMST 8840)	
	MIC(mg/ml)	MBC(mg/ml)	MIC(mg/ml)	MBC(mg/ml)	MIC(mg/ml)	MBC(mg/ml)
steam distillation	0.64	1.28	2.56	5.12	2.56	5.12
water and steam distillation	0.64	1.28	2.56	5.12	2.56	5.12
water distillation	0.64	1.28	1.28	2.56	1.28	2.56
A	0.64	2.56	2.56	5.12	2.56	5.12
B	0.64	1.28	2.56	2.56	2.56	5.12

หมายเหตุ MIC คือ Minimum inhibitory concentrations และ MBC คือ Minimum bactericidal concentration

A และ B คือ น้ำมันหอมระเหยที่ทรีทางการค้า

จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเกิดกลิ่นเหม็นของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดด้วยวิธี Paper disc diffusion และ Resazurin microtiter assay plate method สามารถคัดเลือกน้ำมันหอมระเหยที่ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็น และเชื้อแบคทีเรียก่อโรคได้ดีที่สุด คือ น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากการกลั่นด้วยน้ำ ซึ่งมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 3 สายพันธุ์ได้ดีที่สุด เนื่องจากมีปริมาณสาร Terpinen-4-ol สูงกว่าการกลั่นด้วยวิธีอื่น ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่า น้ำมันหอมระเหยที่ที่มีความสามารถในการยับยั้งเชื้อนั้นจะต้องมีสารออกฤทธิ์ของ Terpinen-4-ol ในปริมาณที่สูง (ศักดิ์, 2542) จึงทำให้สามารถออกฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ดีที่สุด ซึ่งความเข้มข้นต่ำสุดที่น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากการกลั่นด้วยน้ำสามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ (MBC) ได้ คือ 2.56 mg/ml และยังมีร้อยละของผลผลิตที่ได้มากเช่นกัน (2.48%)

3. การพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเหม็นที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่สกัด

3.1 การคัดเลือกสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเหม็น

จากการวิเคราะห์ค่าคุณภาพผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นสูตรพื้นฐานทั้ง 2 สูตร โดยทดสอบความคงตัวในสภาวะเร่งด้วยวิธี Heating and cooling thaw cycle จำนวน 5 รอบ ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 19 โดยที่สูตรพื้นฐานที่ 1 ก่อนการทดสอบมีลักษณะปรากฏเป็นสารละลายใสไม่มีสี ค่าสีในระบบ CIE L*a*b* เท่ากับ 96.97, -0.15 และ 0.23 ตามลำดับ ค่าความหนืด อยู่ที่ 4.57 cP และค่า pH เท่ากับ 8.03 ภายหลังการทดสอบ พบว่า คุณลักษณะทางกายภาพ ด้วยการสังเกตของสูตรพื้นฐานที่ 1 มีความคงตัว ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสี และความใส แต่เมื่อพิจารณาค่าทางกายภาพ และเคมี พบว่า ค่า L* ค่า b* และค่าความหนืดไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่สำหรับค่า a* และค่า pH แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยที่ค่า a* เพิ่มขึ้นเป็น -0.08 และค่า pH เพิ่มขึ้นเป็น 8.24 เนื่องจากส่วนประกอบบางชนิดในสเปรย์สูตรที่ 1 อาจมีการเปลี่ยนแปลง เมื่อถูกความร้อน ทำให้ค่าคุณภาพดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลง

สำหรับสูตรพื้นฐานที่ 2 ก่อนการทดสอบผลิตภัณฑ์เป็นสารละลายใสสีเหลือง มีค่าสีในระบบ CIE L*a*b* เท่ากับ 95.65, -1.48 และ 5.26 ตามลำดับ ค่าความหนืด 6.28 cP

และค่า pH เท่ากับ 9.23 หลังจากทำการทดสอบ พบว่า คุณลักษณะทางกายภาพ ด้วยการสังเกตของสูตรพื้นฐานที่ 1 มีความคงตัว ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสี และความใสเช่นเดียวกับสูตรที่ 1 แต่เมื่อพิจารณาค่าทางกายภาพ และเคมี พบว่า ค่า L^* และค่าความหนืดไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่สำหรับค่า a^* ค่า b^* และค่า pH แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) โดยค่า a^* และค่า b^* ของสูตรที่ 2 เพิ่มขึ้นเป็น -1.47 และ 5.50 ตามลำดับ สำหรับค่า pH ของสูตรที่ 2 มีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงรอบแรก และลดลงเมื่อจำนวนรอบในการทดสอบเพิ่มขึ้น ซึ่งค่า pH สุดท้ายมีค่าเท่ากับ 9.20 (ตารางที่ 19)

จากลักษณะปรากฏที่ได้จากการสังเกตของสูตรพื้นฐานทั้ง 2 สูตร นั้นเป็นไปตามมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ระงับเห็บและกิ้งกือ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์และอุตสาหกรรม, 2542) ที่กล่าวว่า ผลิตภัณฑ์ต้องไม่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านสี และความใสของผลิตภัณฑ์ รวมทั้งยังสอดคล้องกับรายงานของ ญาณี และคณะ (2546) รายงานว่า สเปรย์ระงับกิ้งกือที่ไม่มีการเติมน้ำมันหอมระเหยไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสี กลิ่น และความใสของผลิตภัณฑ์เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 4°C และ 45°C เป็นเวลา 1 เดือน

ตารางที่ 19 ค่าคุณภาพของสูตรพื้นฐานทั้ง 2 สูตรที่ได้จากการทดสอบความคงตัวในสภาวะเร่งด้วยวิธี Heating and cooling thaw cycle จำนวน 5 รอบ

ตัวอย่าง	รอบ	ลักษณะปรากฏ	ค่าสี			ค่าความหนืด ^{ns}	pH
			L* ^(ns)	a*	b*		
สูตรที่ 1	Before	ใส ไม่มีสี	96.97 ± 0.01	-0.15 ^a ± 0.01	0.23 ± 0.01	4.57 ± 0.01	8.03 ^a ± 0.02
	1	ใส ไม่มีสี	96.97 ± 0.02	-0.14 ^a ± 0.04	0.24 ± 0.02	4.61 ± 0.02	8.03 ^a ± 0.04
	3	ใส ไม่มีสี	97.00 ± 0.01	-0.13 ^a ± 0.03	0.19 ± 0.02	4.63 ± 0.02	8.11 ^b ± 0.03
	5	ใส ไม่มีสี	96.94 ± 0.01	-0.08 ^b ± 0.02	0.26 ± 0.01	4.64 ± 0.01	8.24 ^c ± 0.02
สูตรที่ 2	Before	สีเหลืองใส	95.65 ± 0.01	-1.48 ^c ± 0.05	5.26 ^b ± 0.04	6.28 ± 0.01	9.23 ^{ab} ± 0.02
	1	สีเหลืองใส	95.96 ± 0.02	-1.53 ^b ± 0.04	5.05 ^b ± 0.03	6.29 ± 0.02	9.30 ^a ± 0.02
	3	สีเหลืองใส	95.83 ± 0.02	-1.62 ^a ± 0.05	5.49 ^a ± 0.02	6.31 ± 0.01	9.18 ^b ± 0.02
	5	สีเหลืองใส	95.59 ± 0.01	-1.47 ^c ± 0.03	5.50 ^a ± 0.04	6.32 ± 0.01	9.20 ^b ± 0.01

หมายเหตุ ^{a-c} ค่าเฉลี่ยข้อมูลในแนวตั้งมีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} ค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละชุดในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

± SD คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากนั้นนำสูตรพื้นฐานทั้ง 2 สูตร มาทดสอบค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสกับผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน จำนวน 50 คน ด้วยวิธี 9-point hedonic scaling เพื่อทดสอบความชอบ และคะแนนด้านความรู้สึก (Just about right หรือ JAR) เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสม ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือกสูตรพื้นฐาน คือ คะแนนความชอบ โดยเลือกสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ยสูงสุด และนำคะแนนความพอใจ มาเป็นเกณฑ์ในการพัฒนาสูตรพื้นฐาน

ตารางที่ 20 คะแนนความชอบเฉลี่ยของผู้ทดสอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์สเปรย์งับกลิ่นเท้าทั้ง 2 สูตรพื้นฐาน

คุณลักษณะ	สูตรพื้นฐานที่ 1	สูตรพื้นฐานที่ 2
กลิ่นของแอลกอฮอล์	5.1 ^b ± 1.8	6.1 ^a ± 1.5
การกระจายตัวของสเปรย์ ^{ns}	6.1 ± 1.7	6.3 ± 1.5
ความรู้สึกเย็น ^{ns}	6.4 ± 1.3	6.7 ± 1.7
ความชุ่มชื้นหลังการใช้ ^{ns}	6.3 ± 1.5	6.3 ± 1.5
ความชอบโดยรวม	5.9 ^b ± 1.3	6.6 ^a ± 1.3

หมายเหตุ ^{a-b} ค่าเฉลี่ยข้อมูลในแนวนอนที่มีอักษรต่างกันแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

± SD คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากตารางที่ 20 แสดงคะแนนความชอบเฉลี่ยคุณลักษณะต่างๆ ของสูตรพื้นฐานทั้ง 2 สูตร พบว่า คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านกลิ่นของแอลกอฮอล์ และคะแนนความชอบเฉลี่ยโดยรวมของสูตรพื้นฐานที่ 2 มากกว่าสูตรพื้นฐานที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนคะแนนความชอบเฉลี่ยทางด้านการกระจายตัวของสเปรย์ ความรู้สึกเย็น และความชุ่มชื้นหลังการใช้ มีคะแนนความชอบเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยเมื่อพิจารณา ร่วมกับการให้คะแนนด้านความรู้สึกในแต่ละคุณลักษณะด้วยวิธี Just About Right พบว่า คุณลักษณะทางด้านกลิ่นของแอลกอฮอล์ การกระจายตัวของสเปรย์ และความชุ่มชื้นหลังการใช้ของสูตรพื้นฐานที่ 2 มีคะแนนความรู้สึกอยู่ในเกณฑ์พอดีมากกว่าสูตรพื้นฐานที่ 1 แต่ในทุกคุณลักษณะยังมีคะแนนความรู้สึกพอดิต่ำกว่าร้อยละ 70 ดังแสดงในตารางที่ 2

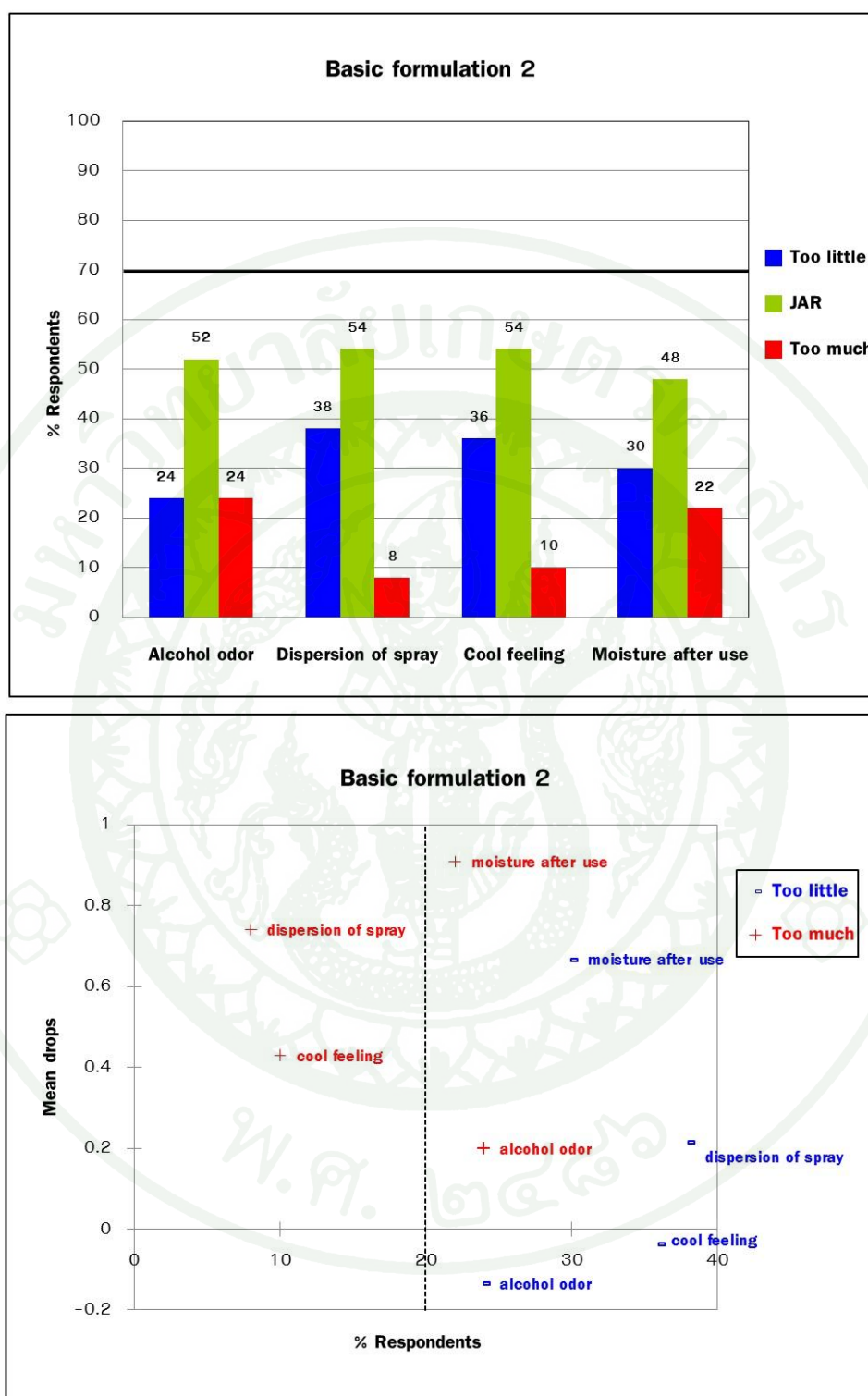
ตารางที่ 21 จำนวนผู้ทดสอบ (ร้อยละ) ที่มีต่อคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าสูตรพื้นฐานทั้ง 2 สูตร ด้วยวิธี Just About Right

สูตรที่	คุณลักษณะ	ความรู้สึก (ร้อยละ)				
		น้อยเกินไป	น้อย	พอดี	มาก	มากเกินไป
1	กลิ่นของแอลกอฮอล์	2.00	20.00	24.00	26.00	28.00
	การกระจายตัวของสเปรย์	12.00	30.00	52.00	6.00	0.00
	ความรู้สึกเย็น	4.00	30.00	60.00	6.00	0.00
	ความชุ่มชื้นหลังการใช้	2.00	32.00	46.00	16.00	4.00
2	กลิ่นของแอลกอฮอล์	4.00	20.00	52.00	20.00	4.00
	การกระจายตัวของสเปรย์	6.00	32.00	54.00	8.00	0.00
	ความรู้สึกเย็น	4.00	32.00	54.00	10.00	0.00
	ความชุ่มชื้นหลังการใช้	4.00	26.00	48.00	18.00	4.00

สำหรับการวิเคราะห์คะแนนทางด้านความรู้สึก (Just About Right) ที่มีต่อคุณลักษณะด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ ด้วยวิธี Penalty analysis เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา คือ คุณลักษณะใดที่มีค่า mean drop สูง และ % Respondents เกิน 20% แสดงว่าคุณลักษณะนั้นมีอิทธิพลต่อความชอบของผู้ทดสอบมาก (Caroline, 2008) จึงนำคุณลักษณะนั้นมาทำการปรับปรุง ซึ่งผลการวิเคราะห์ พบว่า คุณลักษณะของสูตรพื้นฐานที่ 2 ที่ควรปรับปรุง คือ คุณลักษณะด้านความชุ่มชื้นหลังการใช้ และความรู้สึกเย็นภายหลังการทดสอบตัวอย่างให้เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากคุณลักษณะดังกล่าวมีค่า % Respondents เกิน 20% จึงต้องทำการปรับปรุงสูตรในขั้นตอนต่อไป สำหรับการกระจายตัวของสเปรย์นั้นเกิดจากการผิดพลาดของหัวสเปรย์ที่ใช้ ซึ่งแก้ไขโดยการเปลี่ยนหัวสเปรย์ให้มีความเหมาะสม ดังแสดงในตารางที่ 22 และภาพที่ 25

ตารางที่ 22 คะแนนทางด้านความรู้สึกของสูตรพื้นฐานที่ 2 ด้วยวิธี Just About Right วิเคราะห์โดย Penalty analysis

สูตรที่	คุณลักษณะ	ระดับ	เปอร์เซ็นต์	ผลรวมคะแนน	ค่าเฉลี่ยคะแนน	Mean drops	Penalty
				ความชอบ	ความชอบ		
2	กลิ่นของแอลกอฮอล์	น้อยเกินไป	24.00	81.00	6.750	-0.135	0.032
		พอดี	52.00	172.00	6.615	0.000	
		มากเกินไป	24.00	77.00	6.417	0.199	
	การกระจายตัวของสเปรย์	น้อยเกินไป	38.00	124.00	6.526	0.214	0.306
		พอดี	54.00	182.00	6.741	0.000	
		มากเกินไป	8.00	24.00	6.000	0.741	
	ความรู้สึกเย็น	น้อยเกินไป	36.00	120.00	6.667	-0.037	0.064
		พอดี	54.00	179.00	6.630	0.000	
		มากเกินไป	10.00	31.00	6.200	0.430	
	ความชุ่มชื้นหลังการใช้	น้อยเกินไป	30.00	95.00	6.333	0.667	0.769
		พอดี	48.00	168.00	7.000	0.000	
		มากเกินไป	22.00	67.00	6.091	0.909	



ภาพที่ 25 แผนภาพค่าคะแนนทางด้านความรู้สึกของสูตรพื้นฐานที่ 2 ด้วยวิธี Just About Right วิเคราะห์โดย Penalty analysis

ทำการพัฒนาสูตรพื้นฐานที่คัดเลือกได้ นำมาปรับสูตรในด้านความรู้สึกเย็น และความชุ่มชื้นหลังการใช้ โดยศึกษาการเติม Menthol crystal เป็นสารช่วยเพิ่มความรู้สึกเย็น ที่ 3 ระดับ คือ 0.05%, 0.075% และ 0.1% และ Aloe vera extraction เป็นสารที่ช่วยเพิ่มความชุ่มชื้นหลังการใช้ผลิตภัณฑ์ ศึกษาที่ 2 ระดับ คือ 5.0% และ 7.5% โดยวางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD (3x2) ได้ทั้งหมด 6 สิ่งทดลอง ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 23 พบว่า สิ่งทดลองทั้ง 6 สิ่งทดลองมีคุณภาพทางกายภาพ ด้วยการสังเกต มีลักษณะปรากฏไม่แตกต่างกัน คือ เป็นสารละลายสีเหลืองใส แต่เมื่อค่าทางด้านกายภาพ และเคมี พบว่า ค่า L^* ค่าความหนืด และค่า pH ของทั้ง 6 สิ่งทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยที่ค่า L^* อยู่ในช่วง 96.70-96.85 ค่าความหนืด อยู่ในช่วง 7.72-7.88 และค่า pH ใกล้เคียงกันคือ 6.50-6.52 แต่สำหรับค่า a^* และค่า b^* ของทั้ง 6 สิ่งทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p\leq 0.05$) โดยที่ สิ่งทดลองที่มีการเติม Menthol crystal ที่ 0.1% และ Aloe vera extraction ที่ 5.0% มีค่า a^* เท่ากับ -0.98 ± 0.02 แสดงว่าผลิตภัณฑ์มีสีออกสีเขียรมากกว่าสิ่งทดลองอื่น และสิ่งทดลองที่มีการเติม Menthol crystal ที่ 0.05% และ Aloe vera extraction ที่ 5.0% มีค่า b^* เท่ากับ 3.08 ± 0.04 แสดงว่าผลิตภัณฑ์ออกสีเหลืองมากกว่าสิ่งทดลองอื่น

ตารางที่ 23 ค่าคุณภาพทางด้านกายภาพ และเคมีของผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่ระดับต่างๆ

สิ่งทดลอง	ลักษณะปรากฏ	ค่าสี			ความหนืด ^{ns} (cP)	pH ^{ns}
		L* ^(ns)	a*	b*		
Menthol 0.05% + Aloe vera 5.0%	สารละลาย	96.70 ± 0.01	-1.03 ^b ± 0.02	3.08 ^a ± 0.04	7.88 ± 0.28	6.52 ± 0.01
	สีเหลืองใส					
Menthol 0.075%+ Aloe vera 5.0%	สารละลาย	96.74 ± 0.01	-1.00 ^{ab} ± 0.02	3.00 ^b ± 0.02	7.76 ± 0.11	6.52 ± 0.01
	สีเหลืองใส					
Menthol 0.1% + Aloe vera 5.0%	สารละลาย	96.74 ± 0.01	-0.98 ^a ± 0.02	2.96 ^b ± 0.05	7.88 ± 0.11	6.52 ± 0.01
	สีเหลืองใส					
Menthol 0.05% + Aloe vera 7.5%	สารละลาย	96.78 ± 0.02	-1.00 ^{ab} ± 0.02	2.97 ^b ± 0.02	7.80 ± 0.06	6.50 ± 0.01
	สีเหลืองใส					
Menthol 0.075%+ Aloe vera 7.5%	สารละลาย	96.85 ± 0.04	-1.01 ^{ab} ± 0.02	2.87 ^c ± 0.02	7.72 ± 0.06	6.51 ± 0.01
	สีเหลืองใส					
Menthol 0.1% + Aloe vera 7.5%	สารละลาย	96.79 ± 0.02	-1.00 ^{ab} ± 0.01	2.88 ^c ± 0.02	7.88 ± 0.11	6.52 ± 0.01
	สีเหลืองใส					

หมายเหตุ ^{a-b} ค่าเฉลี่ยข้อมูลในแนวตั้งที่มีอักษรต่างกัน แตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} ค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละชุดในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

± SD คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากนั้นทำการทดสอบความชอบที่มีต่อสิ่งทดลองที่ทำการปรับปรุงทั้ง 6 สิ่งทดลอง ในคุณลักษณะทางด้านความรู้สึกเย็น และความชุ่มชื้นหลังการใช้ที่ทำการปรับปรุง รวมทั้งคุณลักษณะทางด้านกลิ่นของแอลกอฮอล์ และระยะเวลาในการแห้งด้วยเช่นกัน โดยใช้แบบทดสอบ 9-point Hedonic scaling กับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 50 คน ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 24 พบว่า คะแนนความชอบเฉลี่ยโดยรวมของสิ่งทดลองที่มีการเติม Menthol crystal และ Aloe vera extraction ที่ระดับ 0.1% และ 5.0% มีคะแนนเฉลี่ยโดยรวมมากกว่าสิ่งทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สำหรับคะแนนความชอบเฉลี่ยในคุณลักษณะทางด้านกลิ่นของแอลกอฮอล์ ความรู้สึกเย็น ความชุ่มชื้นหลังการใช้ และระยะเวลาในการแห้งของสิ่งการทดลองที่ทำการปรับปรุงทั้ง 6 สิ่งทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 24 คะแนนความชอบเฉลี่ยของผู้ทดสอบที่มีต่อคุณลักษณะต่างๆ ของสิ่งทดลองที่ทำการปรับปรุงทั้ง 6 สิ่งทดลอง

สิ่งการทดลอง	กลิ่นของ แอลกอฮอล์ ^{ns}	ความ รู้สึกเย็น ^{ns}	ความชุ่มชื้น หลังการใช้ ^{ns}	ระยะเวลา ในการแห้ง ^{ns}	ความชอบ โดยรวม
M 0.05% + A 5.0%	6.04±1.21	6.36±0.90	6.16±0.89	5.52±1.30	5.98 ^b ±0.77
M 0.075% + A 5.0%	5.98±1.10	6.16±1.11	5.90±0.89	5.28±1.26	6.02 ^b ±0.87
M 0.1% + A 5.0%	6.10±1.28	6.42±0.81	6.16±0.89	5.64±1.45	6.70 ^a ±0.68
M 0.05% + A 7.5%	5.66±1.39	6.28±0.95	6.02±1.15	5.64±1.47	6.24 ^b ±0.90
M 0.075% + A 7.5%	5.90±1.37	6.22±0.97	5.94±1.20	5.48±1.43	6.02 ^b ±1.00
M 0.1% + A 7.5%	5.90±1.16	6.14±0.99	6.00±1.00	5.56±1.28	6.02 ^b ±0.74

หมายเหตุ M คือ Menthol crystal A คือ Aloe vera extraction

^{a-b} ค่าเฉลี่ยข้อมูลในแนวดิ่งที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

^{ns} ค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละชุดในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$)

± SD คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิเคราะห์คะแนนทางด้านความรู้สึกลึกในแต่ละคุณลักษณะของสิ่งทดลองที่ทำการปรับปรุงทั้ง 6 สิ่งทดลอง พบว่า คุณลักษณะทางด้านกลิ่นของแอลกอฮอล์ และระยะเวลาในการแห้งของสิ่งทดลองที่ทำการปรับปรุงด้วย Menthol crystal และ Aloe vera extraction ที่ระดับ 0.1% และ 5.0% มีคะแนนความรู้สึกลึกอยู่ในเกณฑ์พอดีมากกว่าสิ่งทดลองอื่นที่ศึกษา โดยที่คุณลักษณะทางด้านกลิ่นของแอลกอฮอล์มีคะแนนความรู้สึกพอดีเกินกว่าร้อยละ 70 ส่วนระยะเวลาในการแห้งมีคะแนนความรู้สึกพอดีร้อยละ 68 ซึ่งต่ำกว่าร้อยละ 70 ดังแสดงในตารางที่ 25 เมื่อพิจารณาร่วมกับการวิเคราะห์ด้วยวิธี Penalty analysis พบว่า ทุกคุณลักษณะของสิ่งทดลองที่ทำการปรับปรุงด้วย Menthol crystal และ Aloe vera extraction ที่ระดับ 0.1% และ 5.0% มีค่า % Respondents ไม่เกิน 20% จึงไม่ต้องทำการปรับปรุงสูตร ดังแสดงในตารางที่ 26 และภาพที่ 26 ดังนั้นจึงนำสิ่งทดลองนี้มาศึกษาหาปริมาณของน้ำมันหอมระเหยที่หีระดับที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ต่อไป

ตารางที่ 25 จำนวนผู้ทดสอบ (ร้อยละ) ที่มีต่อคุณลักษณะต่างๆ ของสิ่งทดลองที่ทำการปรับปรุงด้วย Menthol crystal และ Aloe vera extraction ที่ระดับต่างๆ ด้วยวิธี Just About Right

สูตรที่ปรับปรุง	คุณลักษณะ	ความรู้สึก (ร้อยละ)				
		น้อยเกินไป	น้อย	พอดี	มาก	มากเกินไป
M 0.05% + A 5.0%	กลิ่นของแอลกอฮอล์	2.00	8.00	60.00	20.00	10.00
	ความรู้สึกเย็น	4.00	6.00	84.00	6.00	0.00
	ความชุ่มชื้นหลังการใช้	0.00	12.00	80.00	6.00	2.00
	ระยะเวลาในการแห้ง	0.00	12.00	44.00	38.00	6.00
M 0.075% + A 5.0%	กลิ่นของแอลกอฮอล์	0.00	2.00	68.00	28.00	2.00
	ความรู้สึกเย็น	0.00	20.00	78.00	2.00	0.00
	ความชุ่มชื้นหลังการใช้	0.00	4.00	80.00	14.00	2.00
	ระยะเวลาในการแห้ง	0.00	10.00	48.00	32.00	10.00

ตารางที่ 25 (ต่อ)

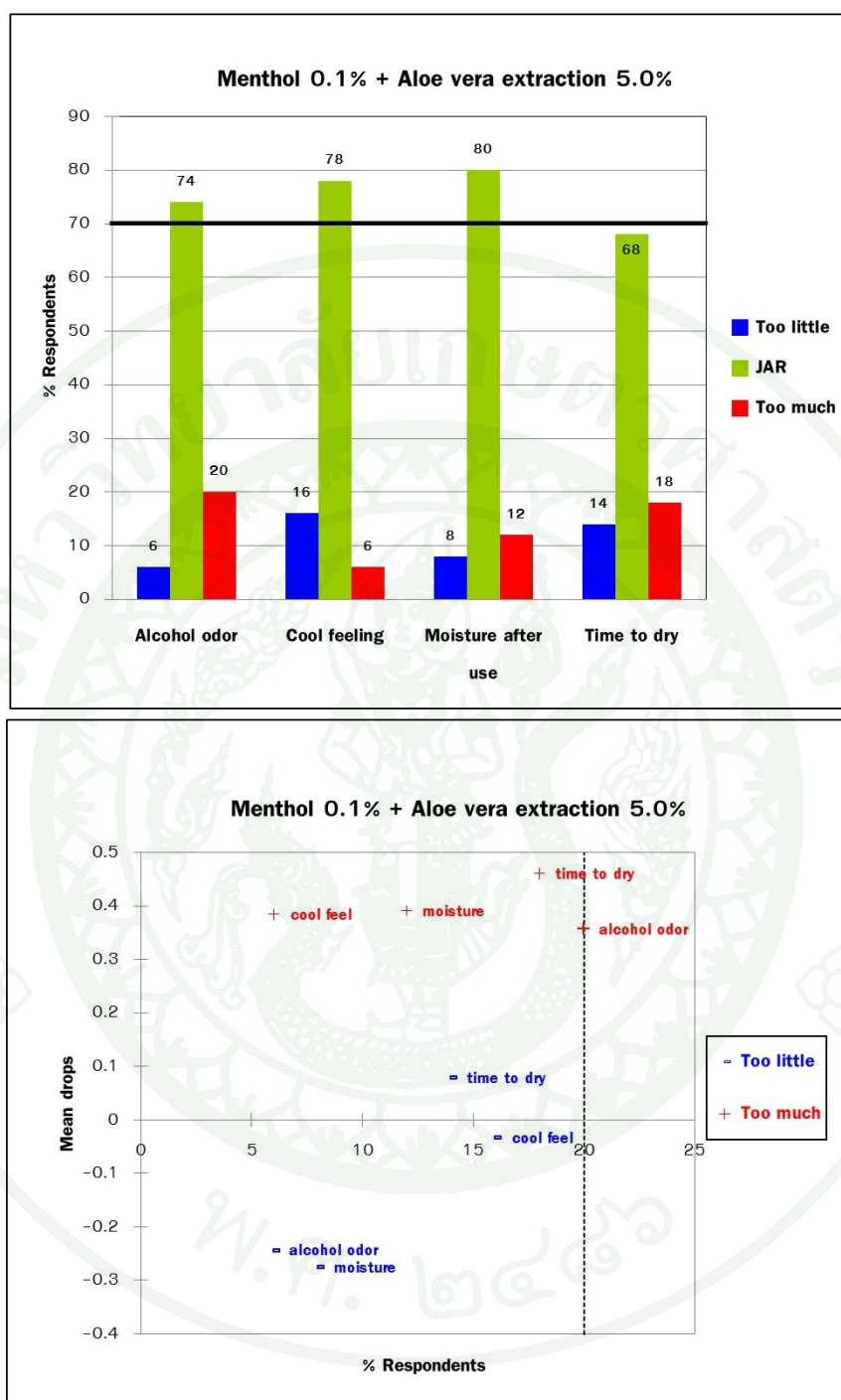
สูตรที่ ปรับปรุง	คุณลักษณะ	ความรู้สึก (ร้อยละ)				
		น้อย เกินไป	น้อย	พอดี	มาก	มาก เกินไป
M 0.1%	กลิ่นของแอลกอฮอล์	2.00	4.00	74.00	16.00	4.00
+ A 5.0%	ความรู้สึกเย็น	0.00	16.00	78.00	6.00	0.00
	ความชุ่มชื้นหลังการใช้	0.00	8.00	80.00	12.00	0.00
	ระยะเวลาในการแห้ง	0.00	14.00	68.00	12.00	6.00
M 0.05%	กลิ่นของแอลกอฮอล์	0.00	6.00	62.00	24.00	8.00
+ A 7.5%	ความรู้สึกเย็น	0.00	18.00	76.00	6.00	0.00
	ความชุ่มชื้นหลังการใช้	0.00	4.00	74.00	22.00	0.00
	ระยะเวลาในการแห้ง	0.00	14.00	54.00	26.00	6.00
M 0.075%	กลิ่นของแอลกอฮอล์	0.00	16.00	58.00	18.00	8.00
+ A 7.5%	ความรู้สึกเย็น	2.00	24.00	70.00	4.00	0.00
	ความชุ่มชื้นหลังการใช้	0.00	8.00	82.00	6.00	4.00
	ระยะเวลาในการแห้ง	0.00	14.00	46.00	32.00	8.00
M 0.1%	กลิ่นของแอลกอฮอล์	0.00	10.00	54.00	34.00	2.00
+ A 7.5%	ความรู้สึกเย็น	0.00	18.00	78.00	4.00	0.00
	ความชุ่มชื้นหลังการใช้	0.00	12.00	76.00	8.00	4.00
	ระยะเวลาในการแห้ง	0.00	10.00	44.00	36.00	10.00

หมายเหตุ M คือ Menthol crystal และ A คือ Aloe Vera extraction

ตารางที่ 26 ค่าคะแนนทางด้านความรู้สึกของสิ่งทดลองที่ทำการปรับปรุงด้วย Menthol crystal และ Aloe vera extraction ที่ระดับ 0.1% และ 5.0% ด้วยวิธี Just About Right วิเคราะห์โดย Penalty analysis

สิ่งการทดลอง	คุณลักษณะ	ระดับ	เปอร์เซ็นต์	ผลรวมคะแนน ความชอบ	ค่าเฉลี่ยคะแนน ความชอบ	Mean drops	Penalty
M 0.1% + A 5.0%	กลิ่นของแอลกอฮอล์	น้อยเกินไป	6.00	21.00	7.000	-0.243	0.218
		พอดี	74.00	250.00	6.757	0.000	
		มากเกินไป	20.00	64.00	6.400	0.357	
	ความรู้สึกเย็น	น้อยเกินไป	16.00	54.00	6.750	-0.032	0.082
		พอดี	78.00	262.00	6.718	0.000	
		มากเกินไป	6.00	19.00	6.333	0.385	
	ความชุ่มชื้นหลังการใช้	น้อยเกินไป	8.00	28.00	7.000	-0.275	0.125
		พอดี	80.00	269.00	6.725	0.000	
		มากเกินไป	12.00	38.00	6.333	0.392	
	ระยะเวลาในการแห้ง	น้อยเกินไป	14.00	47.00	6.714	0.080	0.294
		พอดี	68.00	231.00	6.794	0.000	
		มากเกินไป	38.00	57.00	6.333	0.461	

หมายเหตุ M คือ Menthol crystal A คือ Aloe vera extraction



ภาพที่ 26 แผนภาพค่าคะแนนทางด้านความรู้สึกของสิ่งทดลองที่ทำการปรับปรุงด้วย Menthol crystal และ Aloe vera extraction ที่ระดับ 0.1% และ 5.0% ด้วยวิธี Just About Right วิเคราะห์โดย Penalty analysis

3.2 การศึกษาปริมาณของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่ผ่านการพัฒนาแล้ว

จากค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการฆ่าเชื้อ (MBC) ของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากการกลั่นด้วยน้ำ มีค่า MBC เท่ากับ 2.56 mg/ml หรือ 0.3 % นำมาหาปริมาณการเติมที่เหมาะสม เนื่องจากเมื่อเติมน้ำมันหอมระเหยที่ทรีลงในผลิตภัณฑ์ อาจทำให้ความสามารถในการยับยั้งเชื้อเปลี่ยนแปลง ดังนั้นจึงต้องศึกษาหาปริมาณการเติมที่เหมาะสม โดยปริมาณสูงสุดที่เติมได้ ต้องไม่เกิน 5.0 % เพื่อไม่ให้เกิดอาการระคายเคือง ผลที่ได้แสดงตามตารางที่ 27 พบว่า เมื่อเติมน้ำมันหอมระเหยที่ทรีลงไปในผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้มีความชุ่มชื้นเพิ่มขึ้น อาจเกิดจากน้ำมันหอมระเหยที่ทรีมีผลต่อส่วนประกอบของสเปรย์ เมื่อพิจารณาจากค่าทางกายภาพและเคมี พบว่า ค่าความหนืด และค่า pH ของสเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่พัฒนาไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยที่ค่าความหนืดทั้ง 4 สิ่งทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 7.68-7.83 และค่า pH มีค่าอยู่ที่ 6.52 สำหรับสเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ระดับ 0.5% มีลักษณะปรากฏเป็นสารละลายสีเหลืองใสมากกว่าสเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ระดับต่างกัน 3 ระดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) โดยที่มีค่า L^* , a^* และ b^* เท่ากับ 93.14 ± 0.03 , -0.75 ± 0.02 และ 7.26 ± 0.04 ตามลำดับ

ตารางที่ 27 ค่าคุณภาพทางด้านกายภาพ และเคมีของผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ระดับต่างๆ

สูตรที่พัฒนา	ลักษณะปรากฏ	ค่าสี			Viscosity (cP) ^{ns}	pH ^{ns}
		L*	a*	b*		
0.5 % TTO	สารละลายใส สีเหลือง	93.14 ^a ± 0.03	-0.75 ^a ± 0.02	7.26 ^a ± 0.04	7.68 ± 0.25	6.52 ± 0.01
1.0 % TTO	สารละลายสีขาว ใส	82.29 ^b ± 0.02	-0.05 ^b ± 0.02	8.64 ^b ± 0.02	7.76 ± 0.11	6.52 ± 0.01
1.5 % TTO	สารละลายสีขาวขุ่น	77.11 ^c ± 0.01	1.53 ^c ± 0.02	9.63 ^c ± 0.05	7.81 ± 0.11	6.52 ± 0.01
2.0 % TTO	สารละลายสีขาวขุ่น	75.10 ^c ± 0.02	2.13 ^d ± 0.02	12.20 ^d ± 0.02	7.83 ± 0.06	6.50 ± 0.01

หมายเหตุ TTO คือ คือ Tea tree oil (น้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากการกลั่นด้วยน้ำ)

^{a-d} ค่าเฉลี่ยข้อมูลในแนวดิ่งที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกัน (p≤0.05)

^{ns} ค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละชุดในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกัน (p>0.05)

± SD คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สำหรับการทดสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดกลิ่นเท้าที่ใช้ในงานวิจัยในครั้งนี้ มี 2 สายพันธุ์ ได้แก่ *M. sedentarius* DMST 9365 และ DMST 11017 และเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคบริเวณผิวหนัง ได้แก่ *S. aureus* DMST 8840 ด้วยวิธี European suspension method or prEN12054 (Kampf and Hollingsworth, 2003) ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 28 พบว่า ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ใส่ในผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าทั้ง 4 ระดับ สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ใช้ในการศึกษาได้ทั้งหมด เมื่อเทียบกับสูตรผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีการเติมน้ำมันหอมระเหยที่ทรี ดังนั้นปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ใส่ในผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม มีความเข้มข้นเท่ากับ 0.5% ซึ่งสามารถทำลายเชื้อแบคทีเรียที่อาจปนเปื้อนอยู่บนผิวเท้าได้

ตารางที่ 28 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้น เมื่อทดสอบกับผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ระดับต่างๆ (หน่วย : CFU/ml)

Test organism	10^6	10^5	10^4	10^3	10^2
<i>M. Sedentarius</i> DMST 9365					
0.0% TTO	163	91	35	0	0
0.5% TTO	0	0	0	0	0
1.0% TTO	0	0	0	0	0
1.5% TTO	0	0	0	0	0
2.0% TTO	0	0	0	0	0
<i>M. sedentarius</i> DMST 11017					
0.0% TTO	110	76	10	0	0
0.5% TTO	0	0	0	0	0
1.0% TTO	0	0	0	0	0
1.5% TTO	0	0	0	0	0
2.0% TTO	0	0	0	0	0

ตารางที่ 28 (ต่อ)

Test organism	10^6	10^5	10^4	10^3	10^2
<i>S.aureus</i> DMST 8840					
0.0% TTO	30	17	11	0	0
0.5% TTO	0	0	0	0	0
1.0% TTO	0	0	0	0	0
1.5% TTO	0	0	0	0	0
2.0% TTO	0	0	0	0	0

หมายเหตุ TTO คือ Tea tree essential oil (น้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากการกลั่นด้วยน้ำ)

จากนั้นทำการทดสอบความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ระดับต่างกัน ในคุณลักษณะทางด้านกลิ่นของน้ำมันหอมระเหยที่ทรี ความรู้สึกเย็น ความชุ่มชื้นหลังการใช้ ระยะเวลาในการแห้ง และความชอบโดยรวม โดยใช้แบบทดสอบ 9-point Hedonic scaling กับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 50 คน ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 29 พบว่า คะแนนความชอบเฉลี่ยโดยรวม และคะแนนความชอบเฉลี่ยทางด้านคุณลักษณะกลิ่นของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีของสเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ระดับ 0.5 % มีคะแนนเฉลี่ยมากกว่าสเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีน้ำมันหอมระเหยที่ทรีอีก 3 ระดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สำหรับคะแนนความชอบเฉลี่ยในคุณลักษณะทางด้านความรู้สึกเย็น ความชุ่มชื้นหลังการใช้ และระยะเวลาในการแห้งของสเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีน้ำมันหอมระเหยที่ทรีทั้ง 4 ระดับไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$)

ตารางที่ 29 คะแนนความชอบเฉลี่ยที่มีต่อคุณลักษณะต่างๆ ของสเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มี
น้ำมันหอมระเหยที่ทีรีที่ระดับต่างกัน

น้ำมันหอม ระเหยที่ทีรี	กลิ่นของน้ำมัน หอมระเหยที่ทีรี	ความ รู้สึกเย็น ^{ns}	ความชุ่มชื้น หลังการใช้ ^{ns}	ระยะเวลา ในการแห้ง ^{ns}	ความชอบ โดยรวม
0.5%	6.18 ^a ±0.80	6.52±0.81	6.08±0.83	5.44±1.18	6.38 ^a ±0.83
1.0%	5.20 ^b ±0.99	6.44±0.82	5.96±0.83	5.02±1.24	6.00 ^{ab} ±0.78
1.5%	4.86 ^{bc} ±0.93	6.34±0.80	6.12±0.96	5.42±1.55	5.80 ^b ±0.93
2.0%	4.60 ^c ±1.07	6.36±0.92	5.84±1.15	5.42±1.33	5.02 ^c ±1.36

หมายเหตุ ^{a-c} ค่าเฉลี่ยข้อมูลในแนวตั้งที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)
^{ns} ค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละชุดในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$)
± SD คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

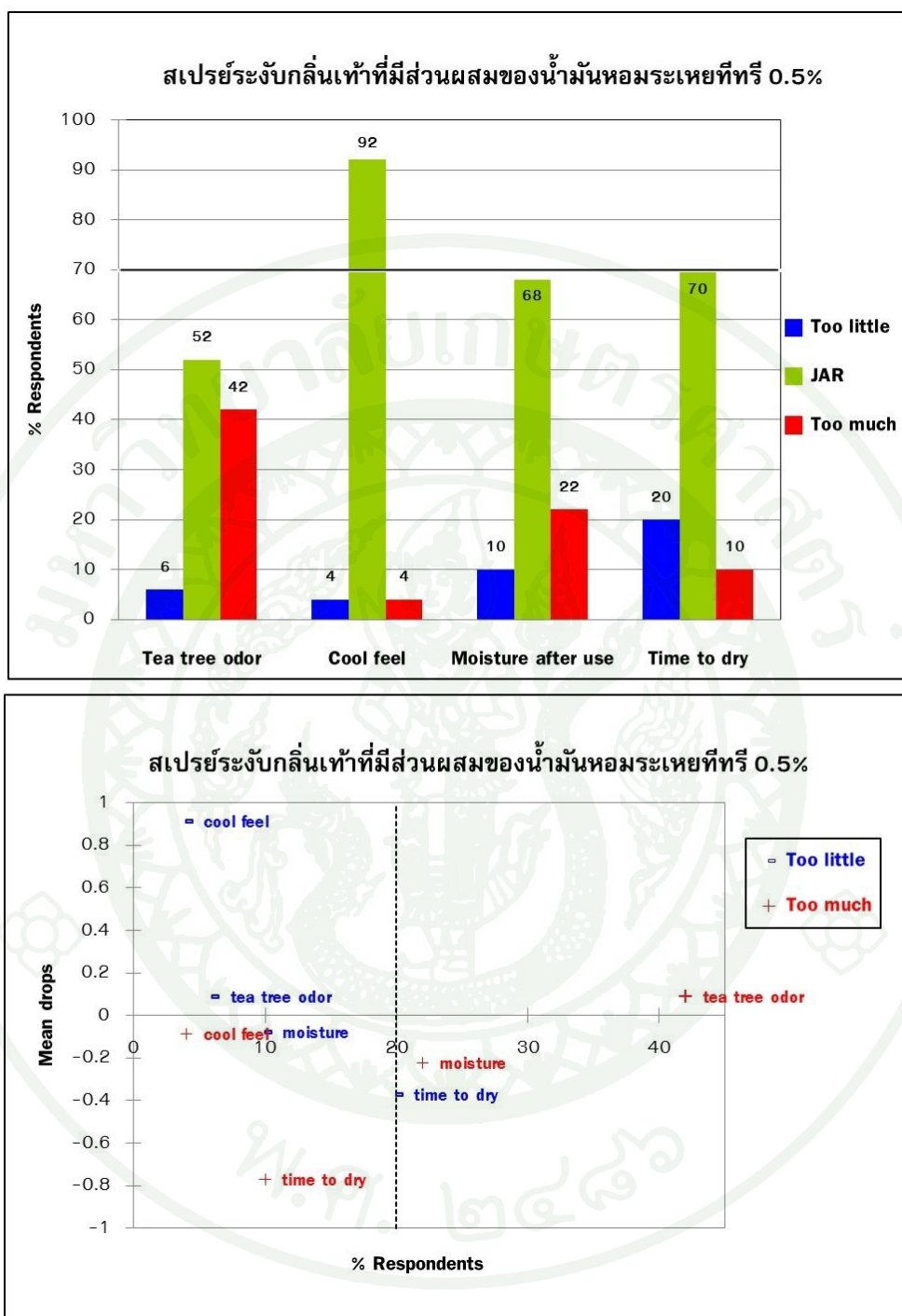
ผลการวิเคราะห์คะแนนทางด้านความรู้สึกในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์
สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่ทีรีที่ระดับแตกต่างกัน ผลที่ได้แสดงดัง
ตารางที่ 30 พบว่า ทุกคุณลักษณะของสเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหย
ที่ทีรีที่ระดับ 0.5% มีคะแนนทางด้านความรู้สึกอยู่ในเกณฑ์พอดีมากกว่าสูตรอื่นที่ศึกษา โดย
คุณลักษณะทางด้านความรู้สึกเย็น และระยะเวลาในการแห้งมีคะแนนทางด้านความรู้สึกพอดี
มากกว่าร้อยละ 70 ส่วนคุณลักษณะทางด้านกลิ่นของน้ำมันหอมระเหยที่ทีรี และความชุ่มชื้นหลัง
การใช้มีคะแนนความรู้สึกพอดีต่ำกว่าร้อยละ 70.00 จึงนำมาพิจารณาร่วมกับการวิเคราะห์
Penalty analysis พบว่า คุณลักษณะทางด้านกลิ่นของน้ำมันหอมระเหยที่ทีรี และความชุ่มชื้น
หลังการใช้มีค่า % Respondents เกิน 20% แต่มีค่า mean drop ต่ำ และคุณลักษณะอื่นมีค่า
% Respondents ต่ำกว่า 20% ดังแสดงในตารางที่ 31 และภาพที่ 27 จึงไม่มีการปรับปรุงสูตร
ในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 30 จำนวนผู้ทดสอบ (ร้อยละ) ที่มีความรู้สึกต่อคุณลักษณะต่างๆ ของสเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ระดับต่างกัน

น้ำมันหอม ระเหยที่ทรี	คุณลักษณะ	ความรู้สึก (ร้อยละ)				
		น้อย เกินไป	น้อย	พอดี	มาก	มาก เกินไป
0.5%	กลิ่นของน้ำมันหอมระเหยที่ทรี	0.00	6.00	68.00	14.00	12.00
	ความรู้สึกเย็น	0.00	4.00	92.00	4.00	0.00
	ความชุ่มชื้นหลังการใช้	0.00	10.00	68.00	20.00	2.00
	ระยะเวลาในการแห้ง	0.00	20.00	70.00	8.00	2.00
1.0%	กลิ่นของน้ำมันหอมระเหยที่ทรี	0.00	4.00	48.00	38.00	10.00
	ความรู้สึกเย็น	0.00	12.00	74.00	2.00	0.00
	ความชุ่มชื้นหลังการใช้	0.00	16.00	58.00	22.00	4.00
	ระยะเวลาในการแห้ง	0.00	14.00	34.00	40.00	12.00
1.5%	กลิ่นของน้ำมันหอมระเหยที่ทรี	0.00	2.00	48.00	36.00	14.00
	ความรู้สึกเย็น	0.00	24.00	70.00	6.00	0.00
	ความชุ่มชื้นหลังการใช้	0.00	14.00	70.00	16.00	0.00
	ระยะเวลาในการแห้ง	0.00	26.00	34.00	34.00	6.00
2.0%	กลิ่นของน้ำมันหอมระเหยที่ทรี	0.00	2.00	40.00	34.00	24.00
	ความรู้สึกเย็น	0.00	0.00	28.00	26.00	46.00
	ความชุ่มชื้นหลังการใช้	0.00	2.00	58.00	40.00	0.00
	ระยะเวลาในการแห้ง	8.00	28.00	38.00	20.00	6.00

ตารางที่ 31 ค่าคะแนนด้านความรู้สึกของผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ระดับ 0.5% ด้วยวิธี Just About Right
วิเคราะห์โดย Penalty analysis

น้ำมันหอม ระเหยที่ทรี	คุณลักษณะ	ระดับ	เปอร์เซ็นต์	ผลรวมคะแนน ความชอบ	ค่าเฉลี่ยคะแนน ความชอบ	Mean drops	Penalty
0.5%	กลิ่นของน้ำมันหอมระเหยที่ทรี	น้อยเกินไป	6.00	19.00	6.333	0.090	0.090
		พอดี	52.00	167.00	6.423	0.000	
		มากเกินไป	42.00	133.00	6.333	0.090	
	ความรู้สึกเย็น	น้อยเกินไป	4.00	11.00	5.500	0.913	0.413
		พอดี	92.00	295.00	6.413	0.000	
		มากเกินไป	4.00	13.00	6.500	-0.087	
	ความชุ่มชื้นหลังการใช้	น้อยเกินไป	10.00	32.00	6.400	-0.076	-0.176
		พอดี	68.00	215.00	6.324	0.000	
		มากเกินไป	22.00	72.00	6.545	-0.222	
	ระยะเวลาในการแห้ง	น้อยเกินไป	20.00	66.00	6.600	-0.126	0.151
		พอดี	38.00	123.00	6.474	0.000	
		มากเกินไป	42.00	130.00	6.190	0.283	



ภาพที่ 27 แผนภาพค่าคะแนนทางด้านความรู้สึกของสเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ระดับ 0.5% ด้วยวิธี Just About Right วิเคราะห์โดย Penalty analysis

ดังนั้นผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่พัฒนาได้ ประกอบด้วยส่วนประกอบต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 32

ตารางที่ 32 ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่พัฒนาได้

Phase No.	Raw material	Percentage (%)
A	Deionized water	65.63
	Solulan™ 75 Lanolin (PEG-75 lanolin)	1.96
	Ethylene Diamine Tetraacetic Acid (EDTA)	0.03
B	Alcohol denat.	26.78
	Menthol crystal	0.10
C	Aloe Vera extraction	5.00
D	Tea tree essential oil	0.50

4. คุณภาพของผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีพัฒนาได้

ค่าคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลชีววิทยา และความคงตัวของผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ผ่านการพัฒนาแล้ว แสดงในตารางที่ 33 พบว่า ผลิตภัณฑ์มี ความหนืด 7.88 cP และค่าสีในระบบ L* a* และ b* มีค่าเท่ากับ 93.05, -0.65 และ 7.85 ตามลำดับ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของผลิตภัณฑ์ เท่ากับ 6.5 ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้มีจำนวนแบคทีเรีย ยีสต์และราทั้งหมด (Total colony count) น้อยกว่า 10 CFU/ml สำหรับ *Staphylococcus aureus* *Streptococcus* spp. *Pseudomonas aeruginosa* และ *Salmonella* spp. ไม่พบในผลิตภัณฑ์ ปริมาณ Coliform bacteria *Escherichia coli* และ *Clostridium* spp. น้อยกว่า 3 MPN/ml ผลที่ได้สอดคล้องกับมาตรฐานของผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับเหงื่อ และระงับกลิ่นตัว (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์และอุตสาหกรรม, 2542) ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้มีความปลอดภัยตามมาตรฐานกฎหมายกำหนด

ตารางที่ 33 ค่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของ
น้ำมันหอมระเหยที่รีที่พัฒนาได้

คุณภาพ	ค่าที่ได้	ค่ามาตรฐาน ¹
- กายภาพ		
ความหนืด (cP)	7.88	-
ค่าสี L*	93.05	-
a*	-0.65	-
b*	7.85	-
- เคมี		
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	6.51	-
- จุลชีววิทยา		
จำนวนแบคทีเรีย ยีสต์ และราทั้งหมด (Total colony count)	<10 CFU/ml est.	<10 ³ โคโลนี/cm ³
<i>Staphylococcus aureus</i>	ไม่พบ	ต้องไม่พบ
<i>Streptococcus</i> spp.	ไม่พบ	ต้องไม่พบ
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	ไม่พบ	ต้องไม่พบ
Coliform bacteria	< 3 MPN/ml	< 10/cm ³
<i>Escherichia coli</i>	< 3 MPN/ml	ต้องไม่พบ
<i>Clostridium</i> spp.	< 3 MPN/ml	ต้องไม่พบ
<i>Salmonella</i> spp.	ไม่พบ	ต้องไม่พบ

หมายเหตุ est. หมายถึง ค่าโดยประมาณ (estimated) เมื่อจำนวนโคโลนีที่นับได้ไม่อยู่ในช่วง 25-250 โคโลนีต่อจานเพาะเชื้อ ที่ระดับความเข้มข้นสูงสุดที่ทดสอบ

¹ คือ ค่ามาตรฐานทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับเหงื่อ และระงับกลิ่นตัว (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์และ อุตสาหกรรม, 2542)

ผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่พัฒนาได้บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิด PE สีเขียวใส ดังแสดงในภาพที่ 28



ภาพที่ 28 ผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่พัฒนาได้ ขนาด 50 ml

สำหรับการทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีสภาวะเร่งแบบ Heating and cooling thaw cycle จำนวน 5 รอบ ผลที่ได้ตามตารางที่ 34 โดยก่อนการทดสอบผลิตภัณฑ์มีลักษณะปรากฏเป็นสารละลายสีเหลืองใส ค่า สีในระบบ CIE L* a* และ b* เท่ากับ 93.33 ± 0.22 , -0.69 ± 0.03 และ 7.51 ± 0.24 ตามลำดับ ค่าความหนืดมีค่าเท่ากับ 7.88 cP และค่า pH เท่ากับ 6.51 หลังจากทดสอบ พบว่า ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงไป เมื่อจำนวนรอบในการทดสอบเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับค่าคุณภาพทางด้านกายภาพ คือ ค่าสี ในระบบ CIE L* a* และ b* และค่า pH ของผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) พบว่า ค่า L* มีค่าลดลงเหลือ 77.83 ค่า a* มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 1.27 และ b* มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 11.73 ตามลำดับ และค่า pH เปลี่ยนจากเดิม 6.51 เป็น 7.11 แต่ค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์นั้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) อยู่ในช่วง 7.88–8.02 เนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีบางชนิดของน้ำมันหอมระเหยที่ทรี หรือส่วนประกอบต่างๆในผลิตภัณฑ์ มีการเสื่อมสภาพไปเมื่อถูกความร้อนหรือเกิดจากการ oxidation ในผลิตภัณฑ์ จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น

ตารางที่ 34 ค่าคุณภาพต่างๆ หลังจากการทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่น
เท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่ที่รีที่พัฒนาได้

รอบ	ลักษณะ ปรากฏ	ค่าสี			ค่าความ หนืด (cP) ^{ns}	pH
		L*	a*	b*		
0	สีเหลืองใส	93.33 ^a ±0.22	-0.69 ^d ±0.03	7.51 ^d ±0.24	7.88±0.05	6.51 ^d ±0.01
1	สีเหลืองใส เริ่มมีความ ขุ่นเล็กน้อย	90.03 ^b ±0.24	-0.19 ^c ±0.04	9.78 ^c ±0.22	7.92±0.12	7.01 ^c ±0.01
3	สีเหลืองขุ่น	87.16 ^c ±0.78	-0.12 ^b ±0.01	8.64 ^b ±0.08	7.95±0.11	7.05 ^b ±0.02
5	สีเหลืองขุ่น	77.38 ^d ±0.04	1.27 ^a ±0.02	11.73 ^a ±0.02	8.02±0.05	7.11 ^a ±0.02

หมายเหตุ ^{a-d} ค่าเฉลี่ยข้อมูลในแนวตั้งที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)
^{ns} ค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละชุดในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$)
± SD คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากการศึกษาประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ *Serratia marcescens* บนเท้าของผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่ที่รี ด้วยวิธี swab test (ดัดแปลงจากวิธีของ ญาณี และคณะ, 2546) โดยใช้เชื้อ *Serratia marcescens* ปฏิบัติตามมาตรฐานของ ASTM (1987) เพื่อใช้เป็นตัวแทนในการบ่งชี้การปนเปื้อนของแบคทีเรียที่เท้า ซึ่งการใช้เชื้อชนิดนี้ในการทดสอบเพื่อหลีกเลี่ยงการใช้เชื้อแบคทีเรียก่อโรค เนื่องจากการทดสอบด้วยวิธีนี้ต้องใช้คนเป็นผู้ทดสอบ ผลที่ได้แสดงตามตารางที่ 35 จะเห็นได้ว่า ค่าเฉลี่ยของจำนวนเชื้อแบคทีเรียที่ทำการศึกษากับผู้ทดสอบทั้ง 5 คน มีค่าลดลง โดยมีเชื้อเริ่มต้นประมาณ 2.4×10^5 CFU/cm² เมื่อทำการฉีดสเปรย์ระงับกลิ่นเท้าซ้ำลงไปบนบริเวณที่มีเชื้อแบคทีเรียที่ทดสอบสามารถลดเชื้อแบคทีเรียที่ทดสอบได้เพิ่มขึ้น เมื่อทำการฉีดสเปรย์ลงบริเวณเดิมซ้ำเป็นจำนวน 3 ครั้ง ทำให้ปริมาณเชื้อของแบคทีเรียที่ทดสอบมีจำนวนลดลงตามลำดับจะสามารถลดเชื้อแบคทีเรียบนเท้าที่ทดสอบได้ 99.74 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 35 ค่าเฉลี่ยของจำนวนเชื้อ *Serratia marcescens* และเปอร์เซ็นต์ของเชื้อแบคทีเรียที่ลดลงหลังจากการใช้สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่พัฒนาได้

Time	CFU/cm ² *	% Reduction
0	2.4×10^5	-
1	3.1×10^4	87.08
2	1.6×10^3	99.33
3	6.2×10^2	99.74

หมายเหตุ * หมายถึง ค่าเฉลี่ยของจำนวนเชื้อที่นับได้จากการทดสอบกับผู้ทดสอบจำนวน 5 คน

5. การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่ทรี

5.1 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคด้วยวิธี Home use test กับผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย คือ ผู้หญิง และผู้ชายอายุ 15-50 ปี จำนวน 50 คน โดยให้ตัวอย่างไปทดลองใช้ในสภาวะที่ใช้จริงในชีวิตประจำวันเป็นเวลา 1 สัปดาห์ โดยผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในช่วง 22-28 ปี คิดเป็นร้อยละ 56.00 ซึ่งแบ่งเป็นเพศหญิงร้อยละ 58.00 และเพศชายร้อยละ 42.00 สำหรับระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถามนั้นส่วนใหญ่อยู่ในระดับปริญญาตรี (ร้อยละ 64.00) รองลงมา คือ สูงกว่าระดับปริญญาตรี (ร้อยละ 24.00) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นนักเรียน นิสิต และนักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 48.00 รองลงมา คือ ข้าราชการหรือรัฐวิสาหกิจ (ร้อยละ 32.00) รายได้ต่อเดือนของผู้ตอบแบบสอบถามพบว่าส่วนใหญ่มีรายได้อยู่ระหว่าง 5,001-10,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 42.00 ดังแสดงในตารางที่ 36

ตารางที่ 36 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามจากการศึกษาการยอมรับ
ของผู้บริโภค

n=50

ข้อมูลการสำรวจ		ร้อยละ
เพศ	ชาย	42.00
	หญิง	58.00
อายุ	15-21 ปี	6.00
	22-28 ปี	56.00
	29-35 ปี	12.00
	36-42 ปี	10.00
	43-50 ปี	16.00
การศึกษาสูงสุด	มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.	8.00
	อนุปริญญา/ปวส.	4.00
	ปริญญาตรี	64.00
	สูงกว่าปริญญาตรี	24.00
อาชีพ	นักเรียน และนิสิต/นักศึกษา	48.00
	ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	32.00
	พนักงานบริษัทเอกชน	14.00
	รับจ้าง	4.00
	แม่บ้าน	2.00

ตารางที่ 36 (ต่อ)

ข้อมูลการสำรวจ	ร้อยละ
รายได้ส่วนตัวต่อเดือน	
น้อยกว่า 5,000 บาท	10.00
5,001-10,000 บาท	42.00
10,001-15,000 บาท	10.00
15,001-20,000 บาท	8.00
20,001-30,000 บาท	12.00
มากกว่า 30,001 บาท	18.00

หลังจากที่ผู้บริโภคมทดสอบผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 37 พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบเฉลี่ยทางด้านคุณลักษณะกลิ่นของกลิ่น, การกระจายตัวของสเปรย์, ระยะเวลาในการแห้ง, ความชุ่มชื้นหลังการใช้ และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยจนถึงชอบปานกลาง สำหรับความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่พัฒนาได้ในด้านประสิทธิภาพในการระงับกลิ่นเท้าหลังการใช้, ความสะดวกในการใช้บรรจุภัณฑ์, กลิ่นของผลิตภัณฑ์ และปริมาณของผลิตภัณฑ์ต่อ 1 หน่วย อยู่ในระดับมาก และความอ่อนโยน และไม่เกิดอาการระคายเคืองอยู่ในระดับมากที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 38

ตารางที่ 37 คะแนนความชอบเฉลี่ยของผู้บริโภคที่มีผลต่อคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่พัฒนาได้

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบเฉลี่ย
กลิ่นของผลิตภัณฑ์	6.82±0.87
การกระจายตัวของสเปรย์	7.00±0.76
ระยะเวลาในการแห้ง	6.48±1.20
ความชุ่มชื้นหลังการใช้	6.84±0.84
ความชอบโดยรวม	7.16±0.65

ตารางที่ 38 ระดับความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่พัฒนาได้ในคุณลักษณะต่างๆ

ปัจจัย	ระดับความพึงพอใจ *(คน)					ค่าเฉลี่ย**	ความหมาย
	1	2	3	4	5		
ความอ่อนโยน และไม่เกิดการระคายเคือง	0	0	3	31	16	4.26±0.56	มากที่สุด
ความสะดวกในการใช้บรรจุภัณฑ์	0	1	9	30	10	4.06±0.68	มาก
ปริมาณผลิตภัณฑ์ต่อ 1 หน่วย	0	0	6	36	8	4.04±0.53	มาก
ประสิทธิภาพในการระงับกลิ่นหลังการใช้	0	0	21	23	6	3.70±0.68	มาก
กลิ่นของผลิตภัณฑ์	0	3	19	24	4	3.58±0.73	มาก

หมายเหตุ * หมายถึง ระดับ 5 คือ ระดับความพึงพอใจมากที่สุด และ
ระดับ 1 คือ ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด
** หมายถึง ค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก

จากตารางที่ 39 พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ (ร้อยละ 98.00) และไม่ยอมรับ (ร้อยละ 2.00) เหตุผลที่ไม่ยอมรับคือ กลิ่นของผลิตภัณฑ์แรงเกินไป ซึ่งผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้ความสนใจที่จะซื้อผลิตภัณฑ์คิดเป็นร้อยละ 92.00 และส่วนใหญ่ผู้บริโภคที่ทดสอบไม่เคยใช้ผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้ามาก่อน คิดเป็นร้อยละ 54.00 รองลงมา คือ ผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันที่คิดว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้อยู่ร้อยละ 24.00 โดยผู้บริโภคส่วนใหญ่จะใช้ผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าเป็นประจำทุกวัน คิดเป็นร้อยละ 30.4 และราคาที่เหมาะสมในการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ คือ 51-100 บาท ต่อ 50 มิลลิลิตร

ตารางที่ 39 ข้อมูลเกี่ยวกับการทดสอบผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 1 สัปดาห์

n=50

ข้อมูลการสำรวจ	ร้อยละ
การยอมรับผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้า	
ยอมรับ	98.00
ไม่ยอมรับ	2.00
ความสนใจที่จะซื้อผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้า	
สนใจ	92.00
ไม่สนใจ	8.00
การเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์	
ดีเท่ากับผลิตภัณฑ์ที่ใช้อยู่	18.00
ดีน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้อยู่	4.00
ดีกว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้อยู่	24.00
ไม่เคยใช้ผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้ามาก่อน	54.00
ราคาที่เหมาะสมในการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ปริมาณ 50 มิลลิลิตร	
ต่ำกว่า 50 บาท	8.00
51-100 บาท	68.00
101-150 บาท	24.00

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. การสำรวจผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้าที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ส่วนใหญ่จะเป็นสเปรย์ กระป๋องระงับกลิ่นเท้า สเปรย์น้ำระงับกลิ่นเท้า และแป้งฝุ่นโรยเท้า และการสำรวจพฤติกรรม และความต้องการของผู้บริโภคที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้า ทำให้ได้แนวความคิดเป็น ผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรียจากน้ำมันหอมระเหย ที่ทรีมีลักษณะใส ใ้กลิ่นหอมเย็น สามารถลดกลิ่นเท้าได้ดี และซึมผ่านเข้าผิวหนังโดยไม่รู้สึก เหนียวเหนอะหนะบนผิวหนังเท้า

2. น้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากการกลั่นด้วยน้ำ มีลักษณะเป็นสีใส และได้ปริมาณ น้ำมันหอมระเหยที่ทรีอยู่ที่ 2.48%(v/w) ซึ่งมีค่าความหนาแน่นเท่ากับ 0.897 ค่าความ ถ่วงจำเพาะเท่ากับ 0.899 และค่าดัชนีการหักเหแสงเท่ากับ 1.47759 ซึ่งมีปริมาณของสารใน กลุ่ม monoterpenes และ sesquiterpene เท่ากับ 97.78% และ 2.13% ตามลำดับ และมี องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด คือ มีปริมาณสาร Terpinen-4-ol เท่ากับ 41.37% 1,8-Cineole เท่ากับ 6.16% γ -Terpinene เท่ากับ 20.02% α -Terpinene เท่ากับ 11.63% และ p-cymene เท่ากับ 1.53% และยังมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ แบคทีเรียได้ดีที่สุด ซึ่งมีค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย (MBC) อยู่ที่ 2.56 mg/ml

3. สูตรผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่พัฒนาได้ประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหยที่ทรี 0.5% และส่วนประกอบอื่นๆ ได้แก่ Deionized water 65.63%, Solulan™ 75 lanolin (PEG-75-lanolin) 1.96%, Ethylene Diamine Tetraacetic Acid (EDTA) 0.03%, Ethanol 26.78%, Menthol crystal 0.10% และ Aloe vera extraction 5.00%

4. ค่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่พัฒนาได้ มีลักษณะปรากฏเป็น สารละลายสีเหลืองใส ซึ่งมีค่าสี L*a* และ b* เท่ากับ 93.05, -0.65 และ 7.85 ตามลำดับ ค่าความหนืด 7.88 cP ค่า pH เท่ากับ 6.5 จำนวนแบคทีเรีย ยีสต์และราทั้งหมด (Total colony count) น้อยกว่า 10 CFU/ml สำหรับ *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus* spp. *Pseudomonas aeruginosa* และ *Salmonella* spp. ไม่พบในผลิตภัณฑ์ ปริมาณ Coliform

bacteria, *Escherichia coli* และ *Clostridium* spp.น้อยกว่า 3 MPN/ml การทดสอบความคงตัวพบว่าผลิตภัณฑ์มีความชุ่มชื้น และความเป็นกรด-ด่างเพิ่มมากขึ้น เมื่อจำนวนรอบในการเก็บเพิ่มมากขึ้น และเปอร์เซ็นต์การลดลงของเชื้อแบคทีเรียหลังการใช้ผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่พัฒนาได้มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ ซึ่งสามารถลดจำนวนเชื้อแบคทีเรียได้ถึง 99.74 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการฉีดสเปรย์ซ้ำ 3 ครั้ง

5. การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่พัฒนาได้ พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 98.00 และให้ความสนใจในผลิตภัณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 92.00 โดยมีความชอบต่อผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง นอกจากนี้ผู้บริโภคให้ความเห็นว่าผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันที่ทรีดีเท่ากับหรือดีมากกว่าที่ใช้อยู่เป็นประจำร้อยละ 42.00 และมีความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่พัฒนาได้อยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันที่ทรี พบว่ามีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ประสิทธิภาพของน้ำมันที่ทรีนอกจากสามารถยับยั้งเชื้อ *S. aureus* และ *M. sedentarius* แล้วยังสามารถยับยั้งเชื้อชนิดอื่นๆ ได้อีกด้วย ซึ่งสามารถนำมาศึกษาและพัฒนาไปใช้ในผลิตภัณฑ์อื่นๆ ต่อไปได้
2. ควรมีการพัฒนาสูตรโดยเพิ่มส่วนผสมอื่นๆ ที่ช่วยให้ระยะเวลาในการแห้งของผลิตภัณฑ์เมื่อฉีดลงไปที่บริเวณเท้าแห้งเร็วขึ้น และบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ควรมีความแข็งแรง เพื่อง่ายต่อการพกพา และหัวสเปรย์ที่ใช้ให้มีความกระจายตัวสม่ำเสมอ
3. การทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย ระหว่างวิธี disc diffusion และวิธี European suspension method หรือ prEN 12054 ที่ใช้ในการศึกษานั้น จะเห็นว่า วิธี disc diffusion จะเป็นการแพร่สารเคมีไปสู่บริเวณอาหารเลี้ยงเชื้อรอบแผ่น paper disc โดย

ความสามารถในการละลายและขนาดของโมเลกุลของสารทดสอบจะมีผลต่อการแทรกซึมของสารทดสอบรอบแผ่น paper disc ซึ่งทำให้เชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญรอบแผ่น paper disc ได้ ส่วน วิธี European suspension method หรือ prEN 12054 เป็นวิธีการดูปริมาณเชื้อที่ศึกษาลดลง 5 log ภายใน 60 วินาที ซึ่งวิธีนี้เป็นการนำสารละลายที่ทดสอบรวมกับสารละลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ศึกษาโดยตรง จึงทำให้เห็นผลการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่ทดสอบได้ดีกว่าการทดสอบด้วยวิธี disc diffusion

4. จากการศึกษาสภาพความคงตัวของผลิตภัณฑ์สเปรย์ระบับกลั่นทำที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่ทำได้ด้วยวิธี Heating and cooling thaw cycle ที่อุณหภูมิ 4°C และ 45°C พบว่า เมื่อผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงและต่ำสลับกัน มีผลต่อความคงตัวของผลิตภัณฑ์ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นควรเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิคงที่ที่อุณหภูมิห้อง

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กนกอร เขียววัฒนชัย. 2547. การพัฒนาแปรงฝุ่นโรยเท้ายับยั้งแบคทีเรียจากสตาร์ชข้าวเจ้า

ผสมกานพลูผง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คมสันต์ หุตะแพทย์. 2549. การสกัดน้ำมันหอมระเหย การใช้ประโยชน์ และการทำ

ผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหย. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์เกษตรกรรมธรรมชาติ, กรุงเทพฯ.

จันทร์เพ็ญ วิวัฒน์. 2543. การทดสอบความไวของเชื้อต่อยาต้านจุลชีพ. จุลชีววิทยาทาง

การแพทย์. สำนักพิมพ์กรุงเทพเวชสาร, กรุงเทพฯ.

จินตนา อุปติสสกุล และธงชัย สุวรรณสิขณห์. 2553. การประเมินค่าทางประสาทสัมผัส

(Sensory Evaluation), น. 299-323. ใน รุ่งนภา พงษ์สวัสดิ์มานิต, บรรณาธิการ.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จุไรรัตน์ แสงสวัสดิ์. 2552. การสกัดน้ำมันหอมระเหย. แหล่งที่มา:

<http://www.keajon.com/essential-oil/>, 15 มิถุนายน 2553.

ญาณี พงษ์ไพบูลย์, กฤษณา ภูตะคาม, ดวงสมร ลิ้มปิติ, ดวงพร เหลี้ยวไชยพันธุ์,

สรศักดิ์ เหลี้ยวไชยพันธุ์ และนภาพร โออริยกุล. 2546. การตั้งสูตรสเปรย์ฉีดเท้า.

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ฐานิย์ หงส์รัตนารกิจ. 2550. น้ำมันหอมระเหยและการใช้ในสุนทรบำบัด.

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, นครนายก.

ณัฐพล ปาลี และวรางคณา หงส์ศรานนท์. 2546. การตั้งตำรับสเปรย์ระงับกลิ่นเท้า.
คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ณัฐยา เปี่ยมพคุณ. 2552. การพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรย์ฉีดเท้าโดยใช้น้ำมันหอมระเหยใน
การยับยั้งการเจริญของ *Micrococcus sedentarius*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ดำรง พฤทธราช. 2521. เชื้อราที่ทำให้เกิดโรคในคนและสัตว์. โครงการตำราภาควิชา
พยาธิวิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ. 2541. จุลชีววิทยาทั่วไป. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

พิมพ์ร ลีลาพรพิสิฐ. 2532. เครื่องสำอางสำหรับผิวหน้า. ภาควิชาเทคโนโลยีเภสัชกรรม
คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

_____. 2545. สுகนธบำบัด. พิมพ์ครั้งที่ 1. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,
เชียงใหม่.

เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. 2536. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส.
ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ.

_____. 2549. การทดสอบผู้บริโภคในกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์, น.88-105.
ใน รุ่งนภา พงษ์สวัสดิมานิต, บรรณาธิการ. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรม
เกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. 2550. **การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของ**

ผู้บริโภค. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เรณู สุเสวี. 2536. **การดูแลรักษาสุขภาพเท้าของไอวอร์ เฟลสไดน์ และไซมอน ฮอริตซ์.**

สำนักพิมพ์เจริญวิทย์การพิมพ์, กรุงเทพฯ.

ศักดิ์ บวร. 2542. **น้ำมันชา. เอ็ดสัน เฟลส โปรดักส์ จำกัด, กรุงเทพฯ.**

สถาบันโรคผิวหนัง. 2552. **ส่วนประกอบของผิวหนัง. แหล่งที่มา:**

<http://healthydent4u.blogspot.com/2009/04/1.html>, 23 มีนาคม 2554.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. ม.ป.ป. **น้ำมันหอมระเหยและพืช**

หอมไทย (Essential Oils and Thai Aromatic Plants). แหล่งที่มา:

<http://www.tistr.or.th/pharma/main.htm#three>, 2 มีนาคม 2556.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2542. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ระงับ**

เหงื่อและกลิ่นตัว. มอก. 1778-2542.

_____. 2548. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ของน้ำมันหอมระเหย. มผช. 668-2548.**

อรัญญา มโนสร้อย. 2550. **ไลโปโซมสำหรับยาผ่านทางผิวหนังและเครื่องสำอาง.**

พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,
เชียงใหม่.

_____ และจิรเดช มโนสร้อย. 2548. **น้ำมันหอมระเหยและสารสกัดจาก**

สมุนไพรไทย การใช้ทางยาและเครื่องสำอาง. โรงพิมพ์ครองช้าง. เชียงใหม่.

อิสริยา เตชะธนะวัฒน์. ม.ป.ป. **มารู้จัก Tea tree oil กันเถอะ**. แหล่งที่มา:

http://202.129.59.198/rdi/html/tea_tree.html, 15 มิถุนายน 2553.

อุบลทิพย์ นิมมานนิตย์. 2534. **การเลือกสูตรตำรับที่เหมาะสมกับชนิดของเครื่องสำอาง**.

วิทยาการเครื่องสำอาง. พิมพ์ครั้งที่ 1. ผ่านการศึกษาต่อเนื่อง และภาควิชาเภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

อุไรวรรณ ดิลกคุณานันท์, อุดมลักษณ์ สุขอิตตะ, ประภัสสร รักถาวร, ยุพา มงคลสุข, สุตประสงค์ สุวรรณเลิศ และนคร เหลืองประเสริฐ. 2541. การออกฤทธิ์ต้านการเจริญของจุลินทรีย์ของน้ำมันพลู น้ำมันทีทรี และน้ำมันเสมีดขาว ใน **รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41 (สาขาวิทยาศาสตร์ และสาขาการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

โอฬาร ตันทวีรุฬห์, อุไรวรรณ ดิลกคุณานันท์, อุดมลักษณ์ สุขอิตตะ, วรวิทย์ ยี่สวัสดิ์, สุตประสงค์ สุวรรณเลิศ, ประภาส ช่างเหล็ก และวีระศรี เมฆตรง. 2547. วิธีการสกัดและองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยทีทรี (*Melaleuca alternifolia*) ในประเทศไทย. ใน **รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47 (สาขาพืช)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

โอฬาร ตันทวีรุฬห์, อุดมลักษณ์ สุขอิตตะ, วรวิทย์ ยี่สวัสดิ์ และวีระศรี เมฆตรง. 2548. ผลของช่วงเวลาเก็บเกี่ยวที่มีต่อปริมาณและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันทีทรีที่ปลูกในพื้นที่สูงของจังหวัดเชียงใหม่. ใน **รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48 (สาขาพืช)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

โอฬาร ตันทวีรุฬห์, อุดมลักษณ์ สุขอิตตะ, ประภาส ช่างเหล็ก, วีระยุทธ แสนยากุล และวีระศรี เมฆตรง. 2549. ความแปรปรวนตามธรรมชาติของปริมาณน้ำมันและองค์ประกอบทางเคมีของทีทรีที่ปลูกในประเทศไทย. ใน **รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49 (สาขาพืช)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- Ana, C.A.X, D. Oliveira, L. F. Ribeiro-Pinto and F.J.R. Paumgartten. 1997. In vitro inhibition of CYP2B1 monooxygenase by β -myrcene and other monoterpenoid compounds. **Toxicology Letters** 92: 39-46.
- Ana F.U.C., V.M.M. Melo, A.A. Craveiro, M.I.L. Machado, M.B. Bantim and E.F. Rabelo. 2003. Larvicidal Activity of the Essential Oil from *Lippia sidoides* Cham. against *Aedes aegypti* Linn. **Mem Inst Oswaldo Cruz** 98(4): 569-571.
- Anonymous. 2010. **Tea Tree Oil**. Available Source : <http://www.bienetrespa.com/kg-ey-active-ingredients/ingredient-love-tea-tree-oil/>. December 18, 2012.
- AOAC. 2000. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 17th ed. Association of official Analytical Chemists. Gaithersburg, Md.
- Baker, G.R., R.F. Lowe and I.A. Southwell. 2000. Comparison of Oil Recovery from Tea Tree Leaf by Ethanol Extraction and Steam Distillation. **J. Agric. FoodChem** 48: 4041-4043.
- Brophy, J.J., N.W. Davies, I.A. Southwell, I.A. Stiff and L.R. Williams, 1989. Gas chromatographic quality control for oil of melaleuca terpinen-4-ol type (Australian tea tree). **J. Agric. FoodChem** 37:1330-5.
- Caroline, L. and J.F. Meullenet. 2009. Comparison of Preference Mapping Techniques for the Optimization of Strawberry Yogurt. **Journal of Sensory Studies**. 24: 457-478.
- Carson, C.F. and T.V. Riley. 1998. **Antimicrobial Activity of Tea Tree Oil**. The Rural Industries Research and Development Corporation.

Clinical and Laboratory Standards Institute. 2009. **Performance standards for antimicrobial susceptibility testing : Nineteenth Information Supplement.**

M100-S19. Vol.29. no.3.

Cooper, D.R. and P.S. Schindler. 1998. **Business Research Methods.** 6th ed. Irwin McGra Hill, Singapore.

Davidson, P.M. and A.L. Branen. 1993. **Antimicrobials in Foods.** 2nd ed. Marcel Dekker, Inc., New York.

Engel, J.A., D.T. Kollat and R.D. Blackwell. 2006, **Consumer Behavior.** Holt, Rinchart and Winston, Inc.

Hammer, K.A., C.F. Carson and T.V. Riley. 2003. **Antifungal activity of Tea tree oil.** The Rural Industries Research and Development Corporation.

International Organization for Standardisation. ISO/FDIS 4730 (2004) Final draft, **International Standard Oil of Meleleuca, terpinen-4-ol type (Tea Tree Oil).**

Jason C., Gallagher. 2005. **Interpreting Microbiology Reports: Tube dilution susceptibility testing.** Available Source:

<http://astro.temple.edu/~jasoncg/ID/microreporting.htm>, December 19, 2012.

Jully. n.d. **Tea tree.** Available Source :

http://addme.net.au/products_info/english/tea_tree.htm,

December 26, 2010.

Kampf, G. and A. Hollingsworth. 2003. Validity of the four European test strains of prEN 12054 for the determination of comprehensive bactericidal activity of an alcohol-based hand rub. **J. Hospital Infection.** 55. 226-231.

Kawakami, M., R.M. Sach and T. Shibamoto. 1990. Volatile constituents of essential oils obtained from newly developed tea tree (*Melaleuca alternifolia*) clones. **J. Agric. Food Chem.**, 38, 1657-1661.

Khoury M., GY. El-Khoury, CL. Saltzman & Brandser EA. Intraarticular foot and ankle injections to identify source of pain before arthrodesis. **American Journal of Reentgenology** 1996; 167: 669-673.

Kirby, W.M., A.W. Bauer, J.C. Sherris and M. Turck. 1966. Antibiotic Susceptibility Testing by a Standardized Single Disk Method. **J.Clin Pathol.** 45(4): 493-496.

Kotler, P. 1997. **Marketing Management.** A Simon and Schuster Company, New York.

Laura, E., M. Somolinos, S. Loran, P. Conchello, D. Garcia and R. Pagan. 2011. Chemical composition of commercial citrus fruit essential oils and evaluation of their antimicrobial activity acting alone or in combined processes. **J. Food Control.** 22:896-902.

Lawless, J. 1994. **Tea tree oil ; the new guide to one of natures most remarkable gifts.** HarperCollins Publishers, London. 130 p.

Lis-Balchin, M. 2006. **Aromatherapy Science: A Guide for Healthcare Professionals.** Pharmaceutical Press. London.

Markham, J. L. 1999. Biological activity of tea tree oil, p. 169–190. *In* I. Southwell and R. Lowe (ed.), **Tea tree : the genus *Melaleuca***, vol. 9. Harwood Academic Publishers, Amsterdam, The Netherlands.

Rahman, M., Kunhn, I., Rahman, M., Olssen–Liljequists, B. and Molby, R. 2004. Evaluation of scanner–assisted colorimetric MIC method for susceptibility testing of Gram–negative fermentative bacteria. **Appl Environ Microbiol** 70, 2398–2403.

Sachs, R. M., C. I. Lee, S. A. Cartwright, M. S. Reid, and C. Smith. 1990. ***Melaleuca alternifolia*: new crop for California?**. California Agriculture 44(4), 27–29.

Sally, R. R. John and L. Larry. 2013. **Eugenol (C₁₀H₁₂O₂)** Available Source: http://www.bmrb.wisc.edu/metabolomics/mol_summary/show_data.php?molName=Eugenol&id=bmse010053. February 17, 2013.

Sukatta, U., P. Rughtaworn, O. Tuntawiroon and W. Meaktrong. 2010. Physico–Chemical Properties, Chemical Composition and In Vitro Antimicrobial and Free Radical–Scavenging Capacity of Tea Tree Essential Oil in Thailand. **Kasetsart Journal (Natural Science)** 45:473–480.

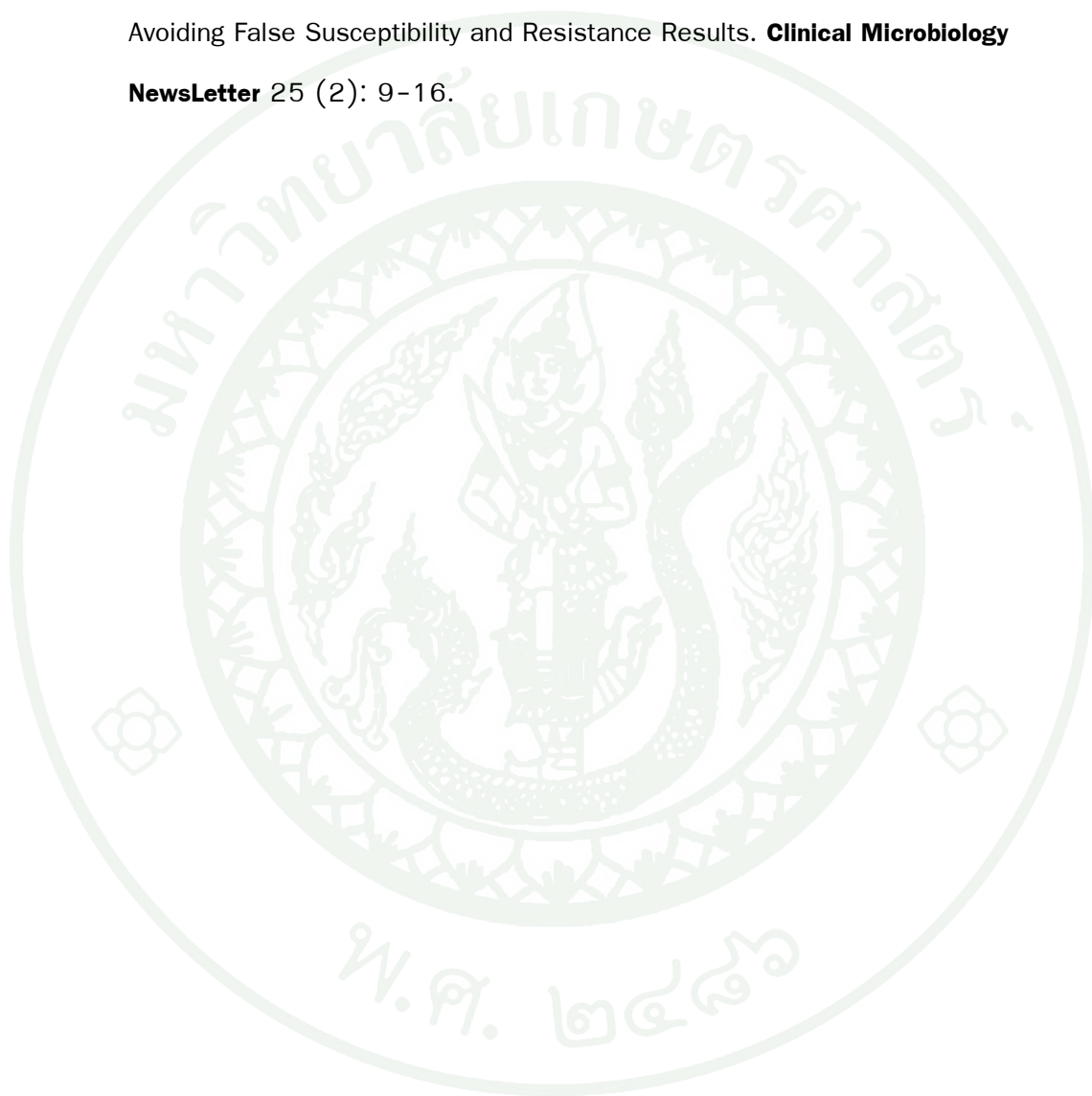
The National Committee for Clinical Laboratory Standards. 2009. **Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing**; 9th Informational Supplement. Watne, Pao.

Valeria Zaitseva. n.d. **Microfluidics–Nanoprocessor**, Available Source: http://www.pharmtech.ru/eng_microfluidics.htm, December 19, 2012.

Wilkinson J.B., R.J. Moore. 1982. **Harry's Cosmeticology**. 7th edition. Chemical publishing New York.

World Health Organization. 1999. Herba Thymi p. 259-267. *In* World Health Organization, **WHO monographs on selected medicinal plants**. Geneva.

Ying, C.Y. 2003. Laboratory Testing of Newer Antibiotics against Gram-Positive Organism: Avoiding False Susceptibility and Resistance Results. **Clinical Microbiology NewsLetter** 25 (2): 9-16.





ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

แบบสอบถามการสำรวจพฤติกรรม และความต้องการของผู้บริโภค

ชุดที่.....

แบบสอบถามการสำรวจพฤติกรรม และความต้องการของผู้บริโภค

เรื่อง การสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันที่ทรี

คำชี้แจง แบบสอบถามชุดนี้เป็นการสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันที่ทรี เพื่อเป็นข้อมูลประกอบในโครงการวิทยานิพนธ์ ระดับปริญญาโทของนางสาววิธิตา ดิษฐ์น้อย ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ภายใต้การดูแลของ ผศ.ดร.วัลย์รัตน์ จันทระพานนท์ ดังนั้นจึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่าน กรุณาตอบแบบสอบถามให้สมบูรณ์ **ข้อมูลทั้งหมดที่ท่านตอบมาจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยนี้ และจะไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อท่านทั้งสิ้น** ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

คำแนะนำ กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในวงเล็บ () หน้าคำตอบที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมและตรงตามความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

() ชาย () หญิง

2. อายุ

() 15-21 ปี () 22-28 ปี () 29-35 ปี
() 36-42 ปี () 43-50 ปี

3. การศึกษาสูงสุดที่ได้รับ

() มัธยมศึกษาตอนต้น () มัธยมศึกษาตอนปลาย / ปวช.
() อนุปริญญา / ปวส. () ปริญญาตรี
() สูงกว่าปริญญาตรี

4. อาชีพ

- | | |
|--|--|
| ☐ นักศึกษา/นิสิต | ☐ ข้าราชการ / รัฐวิสาหกิจ |
| ☐ พนักงานบริษัทเอกชน | ☐ ธุรกิจส่วนตัว |
| ☐ รับจ้าง | ☐ แม่บ้าน |
| ☐ อื่นๆ โปรดระบุ..... | |

5. รายได้ส่วนตัวต่อเดือน

- | | |
|--|--|
| ☐ น้อยกว่า 5,000 บาท | ☐ 5,001 – 10,000 บาท |
| ☐ 10,001 – 15,000 บาท | ☐ 15,001 – 20,000 บาท |
| ☐ 20,001 – 30,000 บาท | ☐ 30,001 บาทขึ้นไป |

ส่วนที่ 2 : ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรม และความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้า

6. ท่านเคยมีปัญหาจากกลิ่นอับ หรือกลิ่นไม่พึงประสงค์จากเท้าหรือไม่

- | | |
|------------------------------|---------------------------------|
| ☐ เคย | ☐ ไม่เคย |
|------------------------------|---------------------------------|

7. ท่านคิดว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดกลิ่นเท้านั้นเกิดจากปัญหาใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ☐ สวมรองเท้าที่มีลักษณะอับชื้นเป็นประจำ
- ☐ เกิดจากชนิดของวัสดุที่ใช้ทำรองเท้า
- ☐ เกิดจากการดูแลสุขอนามัยเท้าไม่เพียงพอ
- ☐ เกิดจากการเล่นกีฬา
- ☐ เกิดจากเหงื่อออกบริเวณเท้าในปริมาณมาก
- ☐ เกิดจากการทำงานในที่อับชื้น
- ☐ เกิดจากการติดเชื้อที่ทำให้เกิดโรคที่เท้า
- ☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

8. ท่านใช้วิธีใดในการป้องกันและขจัดกลิ่นเท้า (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- | | |
|--|---|
| ☐ สลับคูรองเท้าในการใช้งานเป็นประจำ | ☐ เลือกใช้รองเท้าที่โปร่งสบาย |
| ☐ ใช้น้ำหอมดับกลิ่นไม่พึงประสงค์ | ☐ ทำความสะอาดเท้าด้วยสบู่บ่อยๆ |
| ☐ ใช้ผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้า | ☐ ปรึกษาแพทย์ทางผิวหนัง |
| ☐ อื่นๆ โปรดระบุ..... | |

9. ท่านรู้จักหรือเคยใช้ผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้าหรือไม่ ถ้าเคยใช้เป็นยี่ห้อใด

() 9.1 เคยใช้ ยี่ห้อ..... (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- () Boot () Scholl () Kleen
() The body shop () Kiwi () Mistine
() Oriental Princess () dry
() อื่นๆ โปรดระบุ.....

() 9.2 ไม่เคยใช้ (ทำข้อ 17)

10. ผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้าที่ท่านรู้จักหรือเคยใช้เป็นผลิตภัณฑ์ลักษณะใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- () สเปรย์แป้งระงับกลิ่นเท้า () สเปรย์น้ำฉีดระงับกลิ่นเท้า
() ครีมทาระงับกลิ่นเท้า () แผ่นรองรองเท้าที่มีสารป้องกันแบคทีเรีย
() แป้งโรยระงับกลิ่นเท้า () อื่นๆ โปรดระบุ.....

11. ส่วนใหญ่ท่านเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้าจากสถานที่ใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- () ซูเปอร์มาร์เก็ต () สมาชิกขายตรง
() ร้านความงามและสุขภาพ เช่น วัดสัน บู้ทส์ () ร้านขายยา
() โมเดิร์นเทรด เช่น บิ๊กซี เทสโกโลตัส () อินเทอร์เน็ต
() อื่นๆ โปรดระบุ.....

12. ค่าใช้จ่ายในการซื้อผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้าของท่านต่อครั้ง ประมาณเท่าไร

- () ต่ำกว่า 100 บาท () 101-200 บาท () 201-300 บาท
() 301-400 บาท () มากกว่า 401 บาท

13. ท่านซื้อผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้าบ่อยครั้งเพียงใด

- () 1 เดือนต่อครั้ง () 2-3 เดือนต่อครั้ง
() 4-6 เดือนต่อครั้ง () มากกว่า 6 เดือนต่อครั้ง

14. ผลิตภัณฑ์สำหรับระงับกลิ่นเท้าที่ท่านใช้หรือเคยใช้อยู่ มีปริมาณเท่าใด

- () 50 ml () 75 ml () 100 ml () 125 ml
() อื่นๆ โปรดระบุ.....

15. ท่านใช้ผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้าเป็นประจำหรือไม่อย่างไร

- () ใช้เป็นประจำทุกวัน () ใช้สัปดาห์ละ 3-4 วัน () ใช้สัปดาห์ละครั้ง
() อื่นๆ โปรดระบุ

16. ผลิตภัณฑ์ที่ระงับกลิ่นเท้าที่ท่านเคยใช้ เคยพบปัญหาใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- () เป็นคราบที่เท้า () แห้งช้า () เหนียวเหนอะหนะ
() กลิ่นฉุน () ระคายเคืองผิว () อื่นๆ โปรดระบุ.....

17. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่ระงับกลิ่นเท้า (กรุณาให้เครื่องหมาย ✓ ในช่องว่างให้ตรงกับความรู้สึกของท่าน)

ปัจจัย	ระดับความสำคัญ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
17.1 ความน่าเชื่อถือของตราสินค้า					
17.2 ราคาและปริมาณของผลิตภัณฑ์					
17.3 ฉลากผลิตภัณฑ์					
17.4 ช่วยระงับกลิ่นเท้าได้					
17.5 รูปแบบของผลิตภัณฑ์					
17.6 บรรจุภัณฑ์สะดวกต่อการใช้งาน					
17.7 หาซื้อผลิตภัณฑ์ได้ง่าย					
17.8 สีของผลิตภัณฑ์					
17.9 กลิ่นของผลิตภัณฑ์					
17.10 มีส่วนผสมจากธรรมชาติ					
17.11 ใช้แล้วไม่เกิดอาการระคายเคือง					
17.12 ผลิตภัณฑ์แห้งเร็ว และไม่เหนียวเหนอะหนะ					
17.13 การโฆษณาหรือมีคำแนะนำ					
17.14 มีมาตรฐานในการรองรับผลิตภัณฑ์					
17.15 อื่น ๆ โปรดระบุ					

ส่วนที่ 3 : ข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่ทรี

18. หากในปัจจุบันมีการพัฒนาสารจากธรรมชาติเพื่อยับยั้งเชื้อแบคทีเรียมาทดแทนสารเคมีในผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้า ท่านจะให้ความสนใจหรือไม่

() สนใจ

() ไม่สนใจ (ข้ามไปข้อ 20)

19. ท่านคิดว่าสารจากธรรมชาติที่นำมายับยั้งเชื้อแบคทีเรียแทนการใช้สารเคมี น่าสนใจเพราะเหตุใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

() มีความปลอดภัยต่อผิวหนัง

() ดีต่อสิ่งแวดล้อม

() ไม่ก่อให้เกิดผลข้างเคียง

() เป็นทางเลือกใหม่สำหรับผู้บริโภค

() อื่นๆ โปรดระบุ.....

20. คุณสมบัติใดบ้างที่ท่านต้องการให้มีในผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรียจากน้ำมันหอมระเหยที่ทรี (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

() สามารถซึมผ่านเข้าผิวหนังได้ดีและเร็ว

() ไม่เหนียวเหนอะหนะ

() ลดกลิ่นเท้าได้ดี

() ไม่ทิ้งคราบของผลิตภัณฑ์บนเท้า

() ปลอดภัย และไม่เกิดอาการแพ้

() อื่นๆ โปรดระบุ.....

21. ท่านคิดว่าผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรียจากน้ำมันหอมระเหยที่ทรี ควรมีรูปแบบใด (ตอบได้เพียง 1 ข้อ)

() แบบสเปรย์น้ำฉีดพ่น

() แบบครีม

() แบบเจลใส



22. คุณสมบัติเสริมใดบ้างที่ท่านต้องการให้มีในผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรียจากน้ำมันหอมระเหยที่ทรี (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

() มีส่วนผสมของวิตามินซี หรืออี

() มีส่วนผสมของเมดิปปิหรือสครับ

() มีส่วนผสมของ cheabutter

() อื่นๆ โปรดระบุ.....

23. หากมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ระดับกลิ่นเท่าที่มีส่วนผสมสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรียจากน้ำมันที่ทรี ท่านคิดว่าควรมีสีใด (ตอบได้เพียง 1 ข้อ ในกรณีที่เป็นสเปรย์น้ำ)

- () สีฟ้าแบบแอลกอฮอล์ () สีเหลืองอ่อนของน้ำมันที่ทรี
 () สีใสเหมือนน้ำ () สีขาวขุ่นเหมือนครีม
 () อื่น ๆ โปรดระบุ

24. ท่านคิดว่าผลิตภัณฑ์ระดับกลิ่นเท่าที่มีส่วนผสมสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรียจากน้ำมันที่ทรี ควรมีกลิ่นอย่างไร (ตอบได้เพียง 1 ข้อ)

- () กลิ่นสดชื่นหอมเย็นๆ () กลิ่นดอกไม้ โปรดระบุ.....
 () กลิ่นที่ทำให้ความรู้สึกสะอาด () กลิ่นของน้ำมันที่ทรี
 () อื่นๆ โปรดระบุ.....

25. ท่านต้องการผลิตภัณฑ์ระดับกลิ่นเท่าที่มีส่วนผสมสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรียจากน้ำมันที่ทรี ควรมีขนาดบรรจุเท่าใด

- () 50 ml () 75 ml () 100 ml () 125 ml
 () อื่นๆ โปรดระบุ.....

26. ท่านคิดว่าราคาที่สามารยยอมรับได้สำหรับผลิตภัณฑ์ระดับกลิ่นเท่าที่มีส่วนผสมสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรียจากน้ำมันที่ทรี ควรมีราคาอยู่ในระดับเท่าใด เมื่อเปรียบเทียบกับราคาของผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด

- () 100-200 บาท () 201-300 บาท () 301-400 บาท
 () 401-500 บาท () 501 บาทขึ้นไป.

27. ข้อเสนอแนะ

.....

ขอขอบคุณค่ะที่ให้ความร่วมมือ

ผู้วิจัย



ภาคผนวก ข

ใบรายงานผลการทดสอบความชอบและความรู้สึกที่มีต่อสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับ
กลิ่นทำโดยวิธี Hedonic scaling test และ Just about right

**ใบรายงานผลการทดสอบความชอบและความรู้สึกที่มีต่อสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์
สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าโดยวิธี Hedonic scaling test และ Just about right**

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่.....

ตัวอย่าง ผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้า

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่าง โดยการใช้ผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าบริเวณเท้าหรือ
ท้องแขน โดยฉีดห่างจากบริเวณเท้าหรือท้องแขน ประมาณ 6 นิ้ว จากนั้นทำการ x ลงในช่อง
คะแนนความชอบและคะแนนความรู้สึกของคุณลักษณะต่าง ๆ ตามความรู้สึกของท่าน

ระดับคะแนนความชอบ

- | | | |
|---------------------|-------------------------------|-------------------|
| 1 = ไม่ชอบมากที่สุด | 2 = ไม่ชอบมาก | 3 = ไม่ชอบปานกลาง |
| 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย | 5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ | 6 = ชอบเล็กน้อย |
| 7 = ชอบปานกลาง | 8 = ชอบมาก | 9 = ชอบมากที่สุด |

ระดับคะแนนความรู้สึก

- | | | | | |
|--------------|--------|--------|-------|-------------|
| 1=น้อยเกินไป | 2=น้อย | 3=พอดี | 4=มาก | 5=มากเกินไป |
|--------------|--------|--------|-------|-------------|

คุณลักษณะ	รหัส.....	
	ความชอบ	ความรู้สึก
กลิ่นของแอลกอฮอล์		
การกระจายตัวของสเปรย์		
ความรู้สึกเย็น		
ความชุ่มชื้นหลังการใช้		
ความชอบโดยรวม		

ข้อเสนอแนะ.....

**ใบรายงานผลการทดสอบความชอบและความรู้สึกที่มีต่อสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์
สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าโดยวิธี Hedonic scaling test และ Just about right**

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่.....

ตัวอย่าง ผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้า

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่าง โดยการใช้ผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าบริเวณเท้าหรือ
ท้องแขน โดยฉีดห่างจากบริเวณเท้าหรือท้องแขน ประมาณ 6 นิ้ว จากนั้นทำการ x ลงในช่อง
คะแนนความชอบและคะแนนความรู้สึกของคุณลักษณะต่าง ๆ ตามความรู้สึกของท่าน

ระดับคะแนนความชอบ

- | | | |
|---------------------|-------------------------------|-------------------|
| 1 = ไม่ชอบมากที่สุด | 2 = ไม่ชอบมาก | 3 = ไม่ชอบปานกลาง |
| 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย | 5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ | 6 = ชอบเล็กน้อย |
| 7 = ชอบปานกลาง | 8 = ชอบมาก | 9 = ชอบมากที่สุด |

ระดับคะแนนความรู้สึก

- | | | | | |
|--------------|--------|--------|-------|-------------|
| 1=น้อยเกินไป | 2=น้อย | 3=พอดี | 4=มาก | 5=มากเกินไป |
|--------------|--------|--------|-------|-------------|

คุณลักษณะ	รหัส.....	
	ความชอบ	ความรู้สึก
กลิ่นของแอลกอฮอล์		
ความรู้สึกเย็น		
ความชุ่มชื้นหลังการใช้		
ระยะเวลาในการแห้ง		
ความชอบโดยรวม		

ข้อเสนอแนะ.....

**ใบรายงานผลการทดสอบความชอบและความรู้สึกที่มีต่อสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์
สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าโดยวิธี Hedonic scaling test และ Just about right**

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่.....

ตัวอย่าง ผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้า

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่าง โดยการใช้ผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าบริเวณเท้าหรือ
ท้องแขน โดยฉีดห่างจากบริเวณเท้าหรือท้องแขน ประมาณ 6 นิ้ว จากนั้นทำการ x ลงในช่อง
คะแนนความชอบและคะแนนความรู้สึกของคุณลักษณะต่าง ๆ ตามความรู้สึกของท่าน

ระดับคะแนนความชอบ

- | | | |
|---------------------|-------------------------------|-------------------|
| 1 = ไม่ชอบมากที่สุด | 2 = ไม่ชอบมาก | 3 = ไม่ชอบปานกลาง |
| 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย | 5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ | 6 = ชอบเล็กน้อย |
| 7 = ชอบปานกลาง | 8 = ชอบมาก | 9 = ชอบมากที่สุด |

ระดับคะแนนความรู้สึก

- 1=น้อยเกินไป 2=น้อย 3=พอดี 4=มาก 5=มากเกินไป

คุณลักษณะ	รหัส.....	
	ความชอบ	ความรู้สึก
กลิ่นของน้ำมันหอมระเหยที่ตรี		
ความรู้สึกเย็น		
ความชุ่มชื้นหลังการใช้		
ระยะเวลาในการแห้ง		
ความชอบโดยรวม		

ข้อเสนอแนะ.....



ภาคผนวก ค

แบบสอบถามการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคแบบ Home Use Test

แบบสอบถามการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคแบบ Home Use Test

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีเพื่อยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเกิดกลิ่นเท้า

คำชี้แจง แบบสอบถามชุดนี้เป็นการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่ทรี เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ของ **นางสาวริสสา ดิษฐ์น้อย** นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่าน กรุณาตอบแบบสอบถามให้สมบูรณ์ และชัดเจน เพราะข้อมูลทั้งหมดที่ท่านตอบมา **จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัย และไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อท่านทั้งสิ้น** ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

คำอธิบาย ผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีเพื่อยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเกิดกลิ่นเท้า คือ

“ผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าบรรจุอยู่ในขวดสีเขียวใสสามารถพกพาได้สะดวก มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่ทรี ซึ่งมีองค์ประกอบทางเคมีที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเกิดกลิ่นเท้าได้ ใช้ทดแทนผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีวางขายในท้องตลาดซึ่งมีสารเคมีที่ออกฤทธิ์ต่อเชื้อแบคทีเรีย ผลิตภัณฑ์นี้มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 6.5 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่าความเป็นกรด-ด่างของผิวหนัง พร้อมทั้งช่วยถนอมรักษาผิวได้อีกด้วย”

ในการทดสอบครั้งนี้ต้องการทราบถึงการยอมรับของผู้บริโภคทั้งเพศชายและเพศหญิง ที่มีอายุตั้งแต่ 15-50 ปี ที่มีต่อผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่พัฒนาได้

ตัวอย่าง ผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีปริมาณ 50 ml
จำนวน 1 ขวด

คำแนะนำในการใช้ ทดสอบตัวอย่างผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าโดยทำการฉีดให้ห่างจากบริเวณเท้าประมาณ 6 นิ้วก่อนสเปรย์ให้ทั่วเท้า หลังจากนั้นทิ้งไว้ให้แห้ง ก่อนสวมรองเท้า ทำการทดสอบผลิตภัณฑ์อย่างน้อยวันละ 1 ครั้ง ต่อเนื่องกันทุกวันเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ในกรณีที่ใช้ผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าอื่นอยู่ให้ใช้แทนผลิตภัณฑ์เดิมที่ท่านใช้อยู่ แล้วตอบแบบสอบถามให้สมบูรณ์

หมายเหตุ หากมีอาการระคายเคืองใดๆ กรุณาหยุดใช้ทันที

ขอขอบพระคุณที่ท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

ผู้วิจัย

คำแนะนำ กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงใน () หน้าคำตอบที่เห็นว่าเหมาะสมและตรงตาม
ความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. อายุ

- | | |
|--------------|--------------|
| () 15-21 ปี | () 22-28 ปี |
| () 29-35 ปี | () 36-42 ปี |
| () 43-50 ปี | |

2. เพศ

- | | |
|---------|----------|
| () ชาย | () หญิง |
|---------|----------|

3. การศึกษาสูงสุดที่ได้รับ

- | | |
|----------------------|------------------------------|
| () มัธยมศึกษาตอนต้น | () มัธยมศึกษาตอนปลาย / ปวช. |
| () อนุปริญญา / ปวส. | () ปริญญาตรี |
| () สูงกว่าปริญญาตรี | |

4. อาชีพ

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| () นักเรียน/นักศึกษา/นิสิต | () ข้าราชการ / รัฐวิสาหกิจ |
| () พนักงานบริษัทเอกชน | () ธุรกิจส่วนตัว |
| () รับจ้าง | () อื่นๆ โปรดระบุ..... |

5. รายได้ต่อเดือน

- | | |
|-------------------------|------------------------------|
| () น้อยกว่า 5,000 บาท | () 5,001 – 10,000 บาท |
| () 10,001 – 15,000 บาท | () 15,001 – 20,000 บาท |
| () 20,001 – 30,000 บาท | () มากกว่า 30,001 บาทขึ้นไป |

**ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับการทดสอบผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมัน
ที่ทรีหลังจากใช้ผลิตภัณฑ์แล้ว 1 สัปดาห์**

6. กรุณาให้คะแนนความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าในด้านต่างๆ (ใส่
เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างให้ตรงตามความรู้สึกของท่าน)

คุณลักษณะ	ไม่ ชอบ มาก ที่สุด	ไม่ ชอบ มาก	ไม่ ชอบ ปาน กลาง	ไม่ชอบ เล็กน้อย	บอก ไม่ได้ว่า ชอบ หรือไม่ ชอบ	ชอบ เล็กน้อย	ชอบ ปาน กลาง	ชอบ มาก	ชอบ มาก ที่สุด
กลิ่นของ ผลิตภัณฑ์									
การกระจายตัว ของสเปรย์									
ระยะเวลาใน การแห้ง									
ความชุ่มชื้น หลังการใช้									
ความชอบ โดยรวม									

7. กรุณาระบุระดับความพึงพอใจต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าในด้านต่างๆ
(ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างให้ตรงตามความรู้สึกของท่าน)

ลักษณะของผลิตภัณฑ์	ระดับความพึงพอใจ				
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
ประสิทธิภาพในการระงับกลิ่นหลังการใช้					
ความสะดวกในการใช้บรรจุภัณฑ์					
ความอ่อนโยน และไม่เกิดอาการระคายเคือง					
กลิ่นของผลิตภัณฑ์					
ปริมาณผลิตภัณฑ์ต่อ 1 หน่วย					

8. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้านี้หรือไม่

() ยอมรับ (ข้ามไปตอบข้อ 10)

() ไม่ยอมรับ (ตอบข้อ 9)

9. โปรดระบุเหตุผลที่ท่านไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์นี้

.....

.....

10. ถ้าให้ท่านเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่ท่านใช้อยู่เป็นประจำกับผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันทีทรี ท่านมีความคิดเห็นอย่างไร

() ผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันทีทรีดีมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้อยู่

() ผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันทีทรีดีเท่ากับผลิตภัณฑ์ที่ใช้อยู่

() ผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันทีทรีดีน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้อยู่

() ไม่เคยใช้ผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้ามาก่อน (ข้ามไปตอบข้อ 12)

11. หากมีผลิตภัณฑ์นี้วางจำหน่ายในท้องตลาด ท่านจะซื้อหรือไม่

() ซื้อ

() ไม่ซื้อ เพราะ.....

12. ราคาที่เหมาะสมในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ปริมาณ 50 ml

() ต่ำกว่า 50 บาท

() 51-100 บาท

() 101-150 บาท

() 151-200 บาท

() มากกว่า 201 บาท

13. ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์

.....

.....

.....

.....

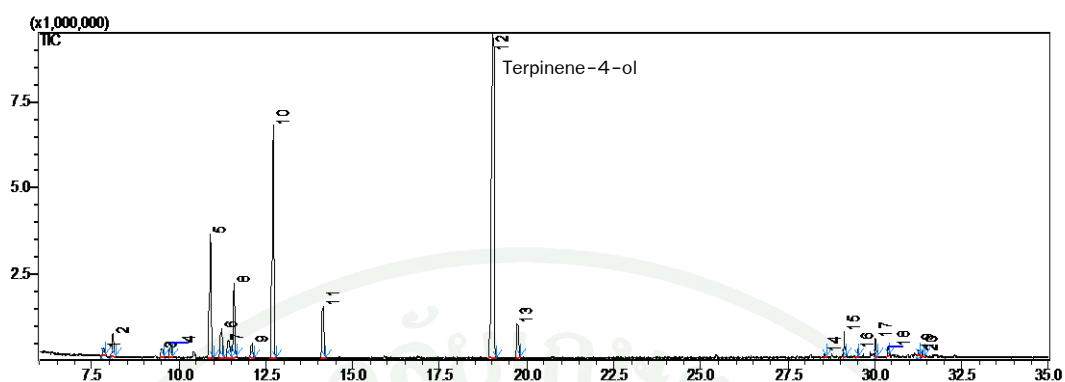
ขอบคุณค่ะ



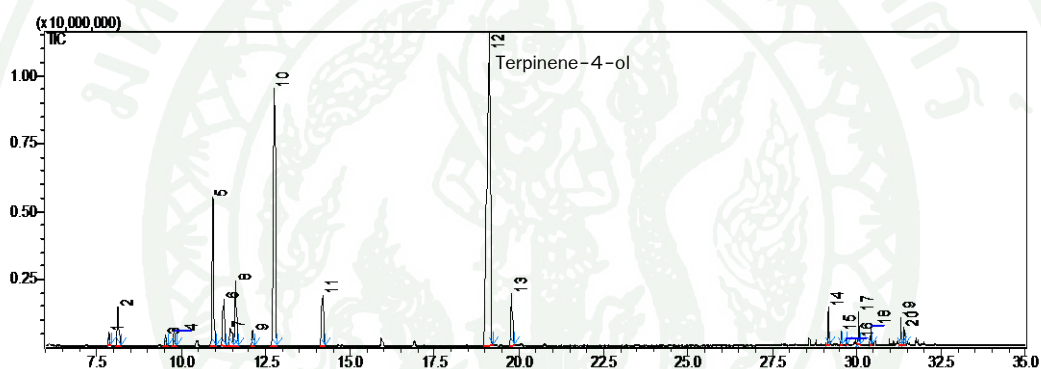


ภาคผนวก ง

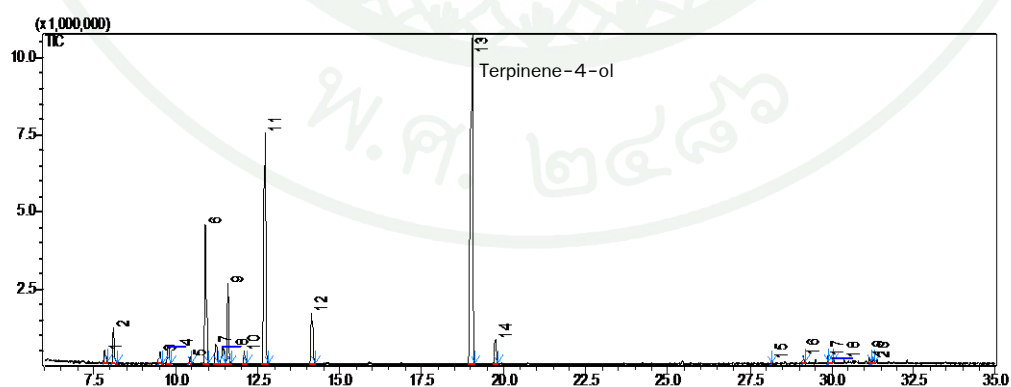
โครมาโตแกรมขององค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยที่หรีที่ได้จากการกลั่นแตกต่างกัน



ภาพผนวกที่ ๑1 โครมาโตแกรมของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากการกลั่นด้วยไอน้ำ



ภาพผนวกที่ ๑2 โครมาโตแกรมของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากการกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ



ภาพผนวกที่ ๑3 โครมาโตแกรมของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีที่ได้จากการกลั่นด้วยน้ำ



ภาคผนวก จ

จำนวนเชื้อจุลินทรีย์เฉลี่ยที่ลดลงหลังจากการใช้สเปรย์ระบับกลิ่นเท้าที่มี
ส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่ทรี

ตารางผนวกที่ จ1 จำนวนจุลินทรีย์เฉลี่ยที่ลดลงหลังจากการใช้สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มี
ส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่ทรี จากการทดสอบกับผู้ทดสอบ
จำนวน 5 คน

Time	CFU/ml				
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5
0	2.8×10^5	4.4×10^5	1.0×10^5	1.3×10^5	2.6×10^5
1	2.5×10^4	3.1×10^4	2.8×10^4	4.1×10^4	3.0×10^4
2	1.2×10^3	2.2×10^3	1.4×10^3	1.9×10^3	1.3×10^3
3	1.2×10^2	1.5×10^2	1.1×10^2	1.1×10^2	1.3×10^2



ภาคผนวก จ

การคำนวณต้นทุนวัตถุดิบสำหรับการผลิตสเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของ
น้ำมันหอมระเหยทีทรี

การคำนวณต้นทุนในการผลิตผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของ น้ำมันหอมระเหยทีทรี

การผลิตผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยทีทรี ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ การกลั่นน้ำมันหอมระเหยทีทรี และการผลิตสเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยทีทรี ซึ่งการคำนวณต้นทุนของแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

1. ต้นทุนวัตถุดิบการกลั่นน้ำมันหอมระเหยทีทรี

ต้นทุนวัตถุดิบการกลั่นน้ำมันหอมระเหย ปริมาณ 150 มิลลิลิตร มีราคาเท่ากับ 1136.25 บาท หรือประมาณ 1150 บาท รายละเอียดแสดงดังตารางผนวกที่ ฉ1

ตารางผนวกที่ ฉ1 ต้นทุนวัตถุดิบสำหรับการกลั่นน้ำมันหอมระเหยทีทรี
จำนวน 150 มิลลิลิตร

วัตถุดิบ	ปริมาณที่ใช้ (กิโลกรัม)	ราคาต่อหน่วย (บาทต่อกิโลกรัม)	ต้นทุน (บาท)
กิ่งและใบทีทรี	6.000	20	120.00
น้ำกลั่น	100.000	10	1000.00
Sodium sulfate anhydrous	0.025	650	16.25
รวม	-	-	1136.25

2. ต้นทุนวัตถุดิบการผลิตสเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยทีทรี

การผลิตสเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยทีทรี ประกอบด้วย Deionized water 656.3 g, Alcohol denature 267.8 g, 19.2 g, Versene (EDTA) 0.3 g Menthol 1 g, Aloe vera extraction 50 g และน้ำมันหอมระเหยทีทรี 5 g จะได้ผลิตสเปรย์ระงับกลิ่นเท้าปริมาณ 1000 g โดยราคาของวัตถุดิบต่อ 1000 g แสดงดังตารางผนวกที่ ฉ2

ตารางผนวกที่ ๑2 ต้นทุนวัตถุดิบในการผลิตสเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมัน
หอมระเหยที่ทรีจำนวน 1000 กรัม

Raw material	ราคาต่อหน่วย (บาท/กิโลกรัม)	ปริมาณที่ใช้ (g/1000g)	ต้นทุน (บาท)
Deionized water	10	656.3	6.60
Solulan™ 75 Lanolin (PEG-75 lanolin)	320	19.2	6.10
Ethylene Diamine	300	0.3	0.09
Tetreacetic Acid (EDTA)			
Alcohol denat.	66	267.8	17.70
Menthol crystal	2500	1.0	2.50
Aloe Vera extraction	400	50.0	20.00
Tea tree essential oil	1150	5.0	5.75
รวม		1000.0 g	58.74

ผลจากการคำนวณต้นทุนวัตถุดิบการผลิตสเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันที่ทรีจำนวน 1000 กรัม พบว่ามีราคาเท่ากับ 58.74 บาท หรือประมาณ 59 บาท ในการคำนวณต้นทุนการผลิตสเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันที่ทรี ต่อ 1 หน่วยการผลิต การคำนวณต้นทุนการดำเนินการในอุตสาหกรรมเกษตร คิดเป็นสัดส่วน ดังนี้ ต้นทุนทั้งหมด 100 คิดเป็น วัตถุดิบร้อยละ 52.00 แรงงานร้อยละ 32.00 และค่าใช้จ่ายอื่นๆ ร้อยละ 16.00 โดยใช้หลักเกณฑ์การคำนวณดังต่อไปนี้

1. ต้นทุนค่าวัตถุดิบในการผลิตสเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันที่ทรีจำนวน 1000 กรัม มีราคาประมาณ 59 บาท ดังนั้นต้นทุนวัตถุดิบต่อ 1 หน่วย (50 ml/ขวด) จึงมีราคาเท่ากับ $(58.74 \times 50)/1000 = 2.94$

ในการผลิตสเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่ทรี 1 ขวด (50 มิลลิลิตร) มีต้นทุนในส่วนของบริษัท (ขวดพลาสติกใสพร้อมหัวสเปรย์) เท่ากับ 12 บาท และฉลากบริษัท 2 แผ่น เท่ากับ 4 บาท ดังนั้นต้นทุนค่าวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันที่ทรี ต่อ 1 ขวด (50 มิลลิลิตร) จึงมีราคาเท่ากับ $2.94 + 12 + 4 = 18.94$ บาท

2. ต้นทุนด้านแรงงาน คิดเป็นร้อยละ 32 จากต้นทุนทั้งหมด คิดเป็นจำนวนเงินดังนี้ จากต้นทุนค่าวัตถุดิบ 18.95 บาท คิดเป็นร้อยละ 52 ดังนั้นต้นทุนค่าแรงคิดเป็น $(0.32 \times 18.94) / 0.52 = 11.65$ บาท

3. ต้นทุนด้านค่าใช้จ่ายอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 16 จากต้นทุนทั้งหมด คิดเป็นจำนวนเงินดังนี้ จากต้นทุนค่าวัตถุดิบ 18.95 บาท คิดเป็นร้อยละ 52 ดังนั้นต้นทุนค่าแรงงานคิดเป็น $(0.16 \times 18.94) / 0.52 = 5.83$ บาท

4. ต้นทุนทั้งหมด = ต้นทุนวัตถุดิบ + ต้นทุนด้านแรงงาน + ต้นทุนค่าใช้จ่ายอื่นๆ
 $= 18.94 + 11.65 + 5.83$
 $= 36.42$ บาท

ดังนั้นต้นทุนทั้งหมดของผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นเท้าที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่ทรีต่อ 50 มิลลิลิตร หรือ 1 หน่วยการผลิต มีราคาเท่ากับ 36.42 บาท หรือประมาณ 40 บาท ซึ่งราคาผลิตภัณฑ์นี้ยังไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม และช่วงเวลาวิเคราะห์ต้นทุนอยู่ในช่วงเดือน มกราคม พ.ศ. 2556

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	ริสสา ดิษฐ์น้อย
วัน เดือน ปีที่เกิด	10 สิงหาคม พ.ศ. 2529
สถานที่เกิด	จังหวัดนครสวรรค์
ประวัติการศึกษา	ระดับมัธยมศึกษาโรงเรียนสตรีนครสวรรค์ (พ.ศ. 2547) ระดับปริญญาตรี วท.บ. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร) มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี (พ.ศ. 2551)
ผลงานทางวิชาการ	ริสสา ดิษฐ์น้อย อุดมลักษณ์ สุขอัตตะ สุพินดา วิจิณัย และวลัยรัตน์ จันทรพานนท์. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i> และ <i>Micrococcus sedentarius</i> ของน้ำมันที่หรีที่ได้จากการวิธีการกลั่นที่แตกต่างกัน. รายงานการประชุมวิชาการ ครั้งที่ 50 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาอุตสาหกรรมเกษตร.