ผลของน้ำมันหอมระเหยในพืชวงศ์ขิงต่อการต้านจุลินทรีย์และการใช้ประโยชน์ในอาหาร

Antimicrobial Effect of Zingiberaceae Essential Oils and Application in Foods

ผศ.วันทนี โชติสกุล
รศ.ดร. ปิ่นมณี ขวัญเมือง

รายงานการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากเงินรายได้
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีงบประมาณ พ.ศ. 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของน้ำมันหอมระเหยในพืชวงศ์ขิงต่อการต้านจุลินทรีย์และการใช้ประโยชน์ในอาหาร

Antimicrobial Effect of Zingiberaceae Essential Oils and Application in Foods

ผศ.วันทนี โชติสกุล
รศ.ดร. ปิ่นมณี ขวัญเมือง

12772392

รายงานการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากเงินรายได้
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีงบประมาณ พ.ศ. 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการวิจัย ผลของน้ำมันหอมระเหยในพืชวงศ์ขิงต่อการต้านจุลินทรีย์และการใช้ประโยชน์ในอาหาร

ผู้ดำเนินการวิจัย ผศ. วันทนี โชติสกุล
รศ.ดร. ปิ่นมณี ขวัญเมือง

หน่วยงาน สาขาวิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีงบประมาณ 2550

บทคัดย่อ

การศึกษาถึงผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชวงศ์ขิงต่อการต้านจุลินทรีย์และการใช้ประโยชน์ในอาหาร ขั้นตอนแรกเป็นการสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยใช้เอทธานอลและการสกัดโดยวิธีการต้มกลั่น และศึกษาลักษณะของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ ขั้นตอนที่สองเป็นการศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยต่อการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย 4 สายพันธุ์ คือ *Bacillus cereus* TISTR 687, *Staphylococcus aureus* TISTR 118, *Enterococcus faecium* TISTR 1283 และ *Lactobacillus pentosus* และขั้นตอนที่สามการประยุกต์ใช้ในอาหารเบื้องต้น โดยศึกษากับเครื่องดื่มโดยใช้น้ำนมและน้ำแครอท และศึกษาในเนื้อไก่บดต้มสุก ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้

1. น้ำมันหอมระเหยที่สกัดด้วยเอทธานอล ลักษณะของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้มีสีตามชนิดของพืชวงศ์ขิงที่ใช้เป็นวัตถุดิบ โดยเฉพาะกระชายดำและขมิ้น น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้มีสีม่วงและสีเหลือง ส่วนน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการกลั่นส่วนใหญ่มีลักษณะใส มีสีอ่อนๆ ตามชนิดของพืชวงศ์ขิงและมีกลิ่นฉุน ผลผลิตของน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการกลั่นมีความแตกต่างกันตามชนิดของพืช โดยที่น้ำมันหอมระเหยจากกระชายดำมีผลิตผลต่ำสุดคือ 0.01 เปอร์เซ็นต์

2. ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชวงศ์ขิงต่อการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่ใช้ทดสอบโดยวัดจากขนาดของเคลียร์โซน พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากขิงและกระชายมีผลต่อการยับยั้งเชื้อ *Bacillus cereus* และ *Stapyhlococcs aureus* มากที่สุด

3. การประยุกต์ใช้ขิงและกระชายในอาหาร ในน้ำนมและน้ำแครอทใช้น้ำขิงและน้ำกระชายเป็นส่วนผสม น้ำขิงและน้ำกระชายมีผลในการส่งเสริมเจริญของจุลินทรีย์มากกว่ายับยั้ง ซึ่งส่วนนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการแปรรูปอาหารโดยการหมัก ส่วนการใช้ประโยชน์ในการเก็บรักษาเนื้อไก่บดต้มสุก พบว่าการใช้ในรูปของขิงและกระชายหั่นมีผลส่งเสริมการเจริญของแบคทีเรีย แต่เมื่อใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปของน้ำมันหอมระเหยพบว่ามีผลในการควบคุมการเจริญของแบคทีเรีย โดยจำนวนเซลล์แบคทีเรียคงที่ตลอดการทดลอง แต่เนื้อไก่บดต้มสุกมีกลิ่นฉุน

4. ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งนี้ ขิงและกระชายมีผลต่อแบคทีเรียที่ใช้ทดสอบต่างกัน ซึ่งมีทั้งส่งเสริมการเจริญและควบคุมการเจริญ ดังนั้นควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงรูปแบบที่เหมาะสมในการใช้ประโยชน์ของขิงและกระชายทางอาหารประเภทต่างๆ ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title Antimicrobial Effect of Zingiberaceae Essential Oils and Application in Foods

Researcher 1. Assistance Prof. Wantanee Chotisakul
2. Associate Prof. Pinmanee Kwanmuang

Department Agricultural Education
Faculty of Industrial Education
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Year 2007

ABSTRACT

Studying on effect of Zingiberaceae essential oils in microbial resistance and application in foods. The first step, extraction of essential oil with ethanol and water distillation, studied character of extracted essential oil. The second step, studied on effect of essential oil toward growth inhibition 4 strains of bacteria, *Bacillus cereus* TISTR 687, *Staphylococcus aureus* TISTR 118, *Enterococcus faecium* TISTR 1283 and *Lactobacillus pentosus*, and the third step, preliminary application in food storage such as milk and carrot juice and cooked ground chicken, the result found that.

1. The character of extracted essential oil with ethanol, color extracted had agree with color Zingeberaceae species, Especially, krachai dam and Turmeric curcuma essential oil had light purple and light yellow. Extracted Essential oil with distillation water, had light color agree with Zingiberaceae species and fragrant odor, yield of essential oil from distillation water had difference, the yield of krachai dam had lowest, was 0.01 percent.

2. The effect of essential oil toward bacterial growth, measurement of clear zone found that, essential oil from ginger and krachai had effect inhibit on *Bacillus cereus* and *Staphylococcus aureus* growth.

3. Application of ginger and krachai in food storage, for milk and carrot juice used ginger and krachai juice and mixed together. The result found that, ginger and krachai juice had more supported of bacterial growth than inhibited growth, which can utilization in fermentation of milk and carrot juice. In cooked ground chicken, used of ginger and krachai in minced form, had supported bacterial growth, but used of essential oil had control bacterial growth constantly, but the odor of cooked ground chicken had fragrant.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. The suggestion from research, effect of ginger and krachai on bacteria growth were difference, both were supported and inhibited growth, so that should do study more in appropriate method for utilization of ginger and krachai in difference foods continue.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง ผลของน้ำมันหอมระเหยในพืชวงศ์ขิงต่อการต้านจุลินทรีย์และการใช้ประโยชน์ในอาหาร เป็นงานวิจัยที่ได้รับการสนับสนุนจากเงินรายได้คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประจำปีงบประมาณ 2550 โดยใช้ห้องปฏิบัติการ ค 140 ค 141 และ ค 143 สาขาวิชาครุศาสตร์เกษตร เป็นสถานที่ทำการวิจัย

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีโดยได้รับความช่วยเหลือจากบุคคลหลายฝ่ายด้วยกัน คือ บุคลากรในสาขาวิชาครุศาสตร์เกษตร นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร-การผลิตพืช และนักศึกษาสาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ที่มีส่วนช่วยในการกลั่นน้ำมันหอมระเหย ในเรื่องของการเตรียมการทดลองในขั้นตอนต่างๆ ซึ่งทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยดี และผู้ที่มีส่วนช่วยที่ไม่ได้กล่าวนาม ซึ่งผู้ทำการวิจัยขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

ผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ช

สารบัญภาพ ..... ช

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.5 หน่วยงานที่นำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ 2

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 พืชวงศ์ขิง 4

2.2 น้ำมันหอมระเหย 7

2.3 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย 14

2.4 ผลของน้ำมันหอมระเหยต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ 22

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 27

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัยและผลการวิจัย

3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย 30

3.2 วิธีดำเนินการวิจัย 30

3.3 ผลการวิจัย 33

บทที่ 4 อภิปรายผลการวิจัย

4.1 ลักษณะของน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการสกัดด้วยเอทธานอลและการกลั่น 44

4.2 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชวงศ์ขิงต่อการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่ใช้ทดสอบ 45

4.3 การประยุกต์ใช้น้ำมันหอมระเหยในอาหาร 46

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย 48

เอกสารอ้างอิง 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ตัวอย่างของพืชวงศ์ขิงบางชนิดและการใช้ประโยชน์	7
2	ข้อมูลจากการทดลองกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากพืชชนิดต่างๆ	12
3	องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยและคุณสมบัติในการบำบัดรักษา	20
4	กลุ่มของน้ำมันหอมระเหยที่พบในน้ำมันขิง	22
5	ผลผลิตของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้และลักษณะของน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิด	34
6	ขนาดของเคลียร์โซนเมื่อทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยที่สกัดโดยใช้เอทธานอล	37
7	ขนาดของเคลียร์โซนเมื่อทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยที่สกัดโดยการกลั่น	37
8	การเปรียบเทียบผลการยับยั้งของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดด้วยเอทธานอล และการกลั่นต่อการเจริญของแบคทีเรีย	38
9	ผลของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดด้วยวิธีการกลั่นจากขิงและกระชายต่อการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย	39
10	จำนวนเซลล์ของเชื้อ *Bacillus cereus* และ *Staphylococcus aureus* ในน้ำนมที่มีส่วนผสมของน้ำขิง 0, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ในระหว่างการเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	40
11	จำนวนเซลล์ของเชื้อ *Bacillus cereus* ในน้ำแครอทที่มีส่วนผสมของน้ำขิง 0 10 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ในระหว่างการเก็บรักษาในตู้เย็น ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	41
12	จำนวนเซลล์ของเชื้อ *Bacillus cereus* ในไก่บดต้มสุก ที่ทดสอบโดยใช้ขิงและกระชายด้วยวิธีการต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษาในตู้เย็น ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของขิงและขมิ้นชัน	5
2	วิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหย	9
3	เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหย	12
4	ตัวอย่างโครงสร้างทางเคมีของสารในกลุ่มโมโนเทอร์ปีนบางชนิด	16
5	โครงสร้างทางเคมีของสารในกลุ่มฟีนอล	18
6	การเตรียมพืชวงศ์ขิงแต่ละชนิดเพื่อสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยวิธีการกลั่น	35
7	การสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยการกลั่น	35
8	ตัวอย่างน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้และเก็บไว้ในขวดสีชาสำหรับนำไปทดลองต่อไป	36
9	แสดงการเกิดเคลียร์โซนของน้ำมันหอมระเหยในการยับยั้งการเจริญของ *Bacillus cereus*	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

น้ำมันหอมระเหย (Essential oils) **เป็นผลิตผลจากการสกัดพืชสมุนไพรนานาชนิด ซึ่งอาจ** สกัดมาจากส่วนใดส่วนหนึ่งของพืชนั้นๆ เช่น สกัดมาจากผล ดอก ใบ เมล็ด เปลือก ก้าน หรือส่วน อื่นๆ ฯลฯ วิธีการสกัดที่นิยมใช้ในปัจจุบัน คือ การกลั่นด้วยไอน้ำ และการใช้สารเคมีเป็นตัวทำ ละลาย หลังจากการสกัดแล้วน้ำมันหอมระเหยที่ได้จะถูกนำมาสังเคราะห์เพื่อกลั่นแยกหาสารต่างๆ ที่ มีกลิ่นหอม สารเหล่านี้เองที่จะถูกนำมาคัดเลือกและนำไปใช้ประโยชน์ ผสมผสานและสร้างขึ้นมาเป็น กลิ่นใหม่ๆ (http://www.lightandscent.com/pureessential.htm)

น้ำมันหอมระเหย เป็นสารอินทรีย์ที่มีองค์ประกอบสลับซับซ้อน ได้จากการสกัดน้ำมันที่พืช สมุนไพรสร้างขึ้น โดยเก็บไว้ในส่วนต่างๆ ของพืช เช่น เมล็ด ดอก ใบ ผล เปลือก ลำต้น หรือราก และเหง้า เป็นต้น ลักษณะโดยทั่วไปของน้ำมันหอมระเหยเป็นของเหลวใส ไม่มีสี หรือมีสีอ่อนๆ มีกลิ่น หอมเฉพาะตัว ระเหยได้ง่ายที่อุณหภูมิปกติ เมื่อได้รับความร้อนน้ำมันจะระเหยได้ดียิ่งขึ้น กลิ่นของ น้ำมันหอมระเหยมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไปในพืชแต่ละชนิด ทั้งนี้ขึ้นกับองค์ประกอบทางเคมี ของน้ำมันหอมระเหยที่อยู่ในพืชสมุนไพรแต่ละชนิด พืชสมุนไพรหลายชนิดที่นำมาสกัดน้ำมันหอม ระเหยนั้นสามารถนำน้ำมันหอมระเหยไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น ใช้ในการบำบัดโรค ซึ่งมีผล ช่วยในการผ่อนคลาย ช่วยให้การไหลเวียนของโลหิตดีขึ้น ช่วยในการเสริมสร้างพลานามัย ช่วยใน การต้านจุลินทรีย์ เป็นต้น พืชสมุนไพรและเครื่องเทศหลายชนิดที่นิยมนำมาสกัดน้ำมันหอมระเหย และนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ได้แก่ พืชในวงศ์ RUTACEAE (ส้ม) เช่น มะกรูด ส้ม พืชในวงศ์ LABIATAE (มินต์) เช่น กะเพรา โหระพา และพืชในวงศ์ ZINGIBERRACEAE เช่น ขิง ข่า ขมิ้น ไพล กระวาน และกระชาย (http://www.rspg.thaigov.net/plants_data/use/perfume1-1.htm) เป็นต้น

พืชวงศ์ขิง (ZINGIBERRACEAE) **เป็นพืชที่มีเหง้า มีด้วยกัน** 47 สกุล ประมาณ 1,000 **ชนิด พืชตระกูลขิงหลายชนิดมีความสำคัญในฐานะเป็นไม้ดอกไม้ประดับ** เช่น ดาหลา บางชนิดมี ความสำคัญใช้เป็นสมุนไพรและเครื่องเทศ หรือยาสมุนไพร ที่สำคัญได้แก่ ขิง ข่า กระชาย (http://th.wikipedia.org/wiki/Zingiberaceae) **พืชวงศ์ขิง เป็นวงศ์ของพืชสมุนไพรที่มีอายุหลาย** ปี (Perennial herbs) ลักษณะส่วนใหญ่เป็นลำต้นใต้ดินขนานไปกับพื้นดิน เรียกว่า เหง้า บาง ตำรารายงานว่ามีอยู่ประมาณ 50 สกุล ประมาณ 1,000 สปีชีส์ ลำต้นเป็นส่วนของลำต้นที่เกิด จากเหง้า ดอกออกเป็นช่อโดยแทงขึ้นจากเหง้า พืชกลุ่มนี้มีประโยชน์ต่อมนุษย์หลายด้าน เช่น ใช้ เป็นยารักษาโรค ใช้เป็นสมุนไพรช่วยขับลม ใช้ประกอบอาหารหลายประเภท และยังได้มีการศึกษา ถึงการสกัดสารและผลต่อการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ ได้แก่ เชื้อแบคทีเรีย และยีสต์ เป็นต้น ซึ่งผลการ ยับยั้งส่วนใหญ่พบว่าเกิดจากน้ำมันหอมระเหยในพืชวงศ์ขิงที่มีความแตกต่างกันตามองค์ประกอบทาง เคมี และชนิดของจุลินทรีย์ที่ใช้ทดสอบ ซึ่งประโยชน์ในส่วนนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการแปรรูป การประกอบอาหาร และการเก็บรักษาอาหาร ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์อาหารที่มีความปลอดภัยมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อมูลดังกล่าวคณะผู้วิจัยเห็นว่าพืชวงศ์ขิง เป็นพืชที่พบเห็นทั่วไปในประเทศไทย ซึ่งเป็นทั้งพืชที่นิยมปลูกเป็นการค้า และบางชนิดยังเป็นพืชสมุนไพรป่า ดังนั้นการศึกษาถึงการใช้น้ำมันหอมระเหยเพื่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับอาหาร โดยเฉพาะจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคและทำให้อาหารเน่าเสีย จะเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์และเป็นการเพิ่มมูลค่าต่อการใช้ประโยชน์ของพืชวงศ์ขิงมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการสกัดสารเบื้องต้นจากพืชวงศ์ขิง 5 ชนิด ได้แก่ ขิง ข่า ขมิ้น กระชาย และกระชายดำ โดยใช้ตัวเอทธานอลเป็นตัวทำละลาย

2. เพื่อศึกษาผลการยับยั้งเบื้องต้นของสารสกัดจากพืชวงศ์ขิงต่อเชื้อแบคทีเรียชนิดต่างๆ

3. เพื่อศึกษาการสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยการกลั่น และการทดสอบกิจกรรมของน้ำมันหอมระเหยต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียชนิดต่างๆ

3. เพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้น้ำมันหอมระเหยในการแปรรูปผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ และการเก็บรักษาน้ำผัก น้ำนม

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. การสกัดน้ำมันหอมระเหยเบื้องต้นจากพืชวงศ์ขิงทั้ง 5 ชนิด โดยใช้เอทธานอล 95 เปอร์เซ็นต์

2. ทดสอบการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียเบื้องต้นโดยใช้สารสกัดจากพืชวงศ์ขิง

3. สกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชวงศ์ขิงโดยการต้มกลั่น และนำมาทดสอบการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย

4. คัดเลือกน้ำมันหอมระเหยที่มีผลต่อการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย และนำมาทดสอบกับตัวอย่างอาหารโดยเปรียบเทียบการใช้ในรูปของน้ำสมุนไพรและจากน้ำมันหอมระเหยที่ผ่านการกลั่น

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลการศึกษาครั้งนี้เป็นแนวทางหนึ่งของการใช้ประโยชน์จากพืชวงศ์ขิงเพื่อยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดความเสียหายกับอาหาร ผลการศึกษาทำให้ทราบว่าพืชวงศ์ขิงที่ใช้ในการศึกษามีความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียชนิดใดบ้าง และใช้ในรูปแบบใด การใช้ประโยชน์จากน้ำมันหอมระเหยอาจใช้ในรูปของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดโดยการกลั่น ซึ่งมีความเข้มข้นสูง แต่อาจมีข้อจำกัดในด้านกลิ่นฉุน อีกรูปแบบหนึ่งคือใช้ในรูปของน้ำสมุนไพร ซึ่งสามารถผสมลงไปในอาหารได้ แต่อาจจะให้ผลในการยับยั้งไม่ดีเท่าที่ควร

1.5 หน่วยงานที่นำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. สาขาวิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนรายวิชาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้พืชสมุนไพร เช่น วิชาพืชสมุนไพร วิชาเทคโนโลยีการหมัก และวิชาการแปรรูปผักและผลไม้ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สถานศึกษาในระดับต่างๆ ตั้งแต่มหาวิทยาลัย วิทยาลัยอาชีวศึกษา วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยี แหล่งความรู้ที่จัดการศึกษาด้านการเกษตร สามารถนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน การพัฒนาหลักสูตร หรือการจัดอบรมเพื่อเผยแพร่ความรู้แก่ผู้สนใจ เป็นต้น

3. หน่วยงานภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้องกับการจัดอบรมความรู้เพื่อพัฒนาอาชีพ โดยนำผลการศึกษาไปประยุกต์ปรับใช้ให้เหมาะสมกับท้องถิ่นนั้นๆ เช่น การผลิตผลิตภัณฑ์ชุมชนทั้งชนิดที่เป็นอาหารและไม่ใช้อาหาร ตลอดจนผู้สนใจทั่วไปสามารถนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 พืชวงศ์ขิง

พืชในวงศ์ขิง เป็นพืชที่พบได้ทั่วไปในเขตร้อนโดยเฉพาะในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และเจริญเติบโตได้ดีในหลายพื้นที่ ลักษณะที่สำคัญของพืชวงศ์นี้คือใบ ลำต้นและส่วนที่นำมาใช้มีกลิ่นที่ทำให้จดจำได้ง่าย พืชตระกูลขิงเจริญได้ทั่วไปในพื้นที่ชื้น ที่ร่ม พื้นที่ต่ำหรือพื้นที่เนินเขาที่ถูกไม้ใหญ่ปกคลุม ลักษณะของพืชตระกูลขิงส่วนใหญ่ง่ายต่อการจดจำ โดยลักษณะของใบสดและส่วนของไรโซมมีกลิ่นหอม ในแถบเอเชียตะวันตกเฉียงใต้ พืชตระกูลขิงหลายสปีชีส์ได้ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องเทศ (Spices) ใช้เป็นยา (Medicine) ใช้เป็นสารให้กลิ่นรส (Flavoring agent) และใช้เป็นสีย้อมผ้า (Dyes) (Burkill, 1966)

พืชตระกูลขิงมีสารที่มีประโยชน์หลายชนิด และน้ำมันหอมระเหยก็เป็นสารกลุ่มหนึ่งที่พบคุณสมบัติของน้ำมันหอมระเหยที่สำคัญประการหนึ่งคือ สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ ทั้งเชื้อรา ยีสต์และแบคทีเรียได้ การสกัดน้ำมันหอมระเหยที่มีคุณสมบัติดังกล่าวสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการถนอมอาหารและการเก็บรักษาผักและผลไม้ได้ ซึ่งจะช่วยทำให้อาหารมีความปลอดภัยมากกว่าการใช้สารเคมี

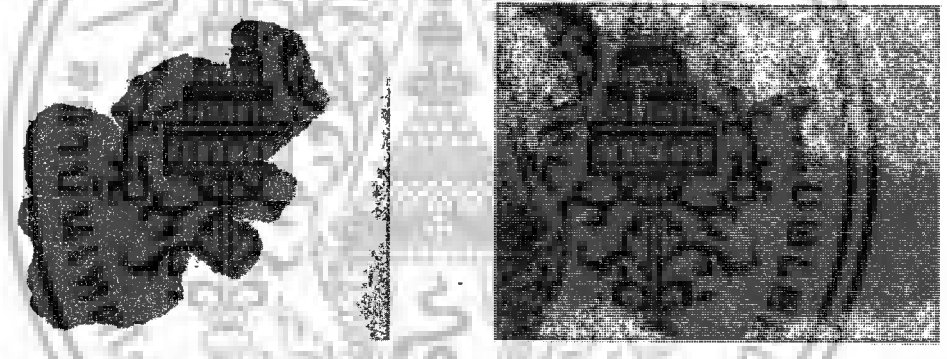
ตัวอย่างพืชวงศ์ขิง

ขิงมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zingiber officinale* Roscoe. อยู่ในวงศ์ ZINGIBERACEAE เป็นพืชล้มลุกมีเหง้าใต้ดิน (Rhizome) สูงประมาณ 1 เมตร ใบเป็นรูปพายกาบใบยาวหุ้มลำต้น ดอกเล็กๆ เป็นช่อทรงกระบอกตั้ง ออกจากเหง้าใต้ดิน กาบสีแดง กลีบสีเหลืองอมเขียว ผลกลมนิยมปลูกไว้ปรุงอาหาร ขยายพันธุ์โดยการแยกหน่อ เหง้าแก่มีสารจำพวก oleo-resin ซึ่งเป็นสารที่ทำให้มีรสเผ็ดกลิ่นหอม นำมากลั่นได้น้ำมันหอมระเหย 1-3 เปอร์เซ็นต์ และแป้งกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำมันหอมระเหย ประกอบด้วย sasquiterpene, bisabolene, zingiberene และ zingiberol ใน oleo-resin มี aromatic keytone, zingerone และ shogaol ซึ่งสารเหล่านี้ช่วยลดระดับไขมันคอเลสเตอรอล โดยการลดดูดซึมคอเลสเตอรอลจากอาหารในลำไส้ แล้วปล่อยให้ร่างกายกำจัดออกทางอุจจาระ ช่วยลดความอยากของคนติดยาเสพติดได้ มีฤทธิ์ต่อระบบประสาทส่วนกลาง เช่น ช่วยระงับการชักในสัตว์ทดลอง เสริมฤทธิ์ของยานอนหลับ กลุ่ม BARBITURATE บรรเทาปวด ลดไข้ ลดอาการเวียนศีรษะ ออกฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย ป้องกันฟันผุ ออกฤทธิ์ยับยั้งการเกาะกลุ่มของเกร็ดเลือด ช่วยบรรเทาอาการไอ ป้องกันและบำบัดอาการปวดศีรษะจากไมเกรนได้ ลดการหลั่งกรดของกระเพาะอาหาร

ขิงเป็นยาสมุนไพรที่ใช้กันมาแต่โบราณ ซึ่งเป็นที่รู้จักกันทั่วไปไม่ว่าจะทางตะวันออกหรือตะวันตก และรู้กันว่าเป็นยาขับลมและช่วยย่อย ชาขิงก็เป็นของที่หาไม่ยาก คนจีนนอกจากจะใช้ประกอบอาหารหลายชนิดทั้งคาวหวานแล้ว ยังใช้ขิงเป็นยาสารพัด ใช้แก้ไข้ แก้หวัด แก้ท้องเสีย แก้ปวดรูมาติสซึม ถ้าคนคลอดลูกออกมาใหม่ๆ จะต้องกินขิงทุกมื้อ ก็จะช่วยให้ฟื้นตัวได้เร็ว ขับลม และสุขภาพก็จะแข็งแรง คนไทยเองก็มีการนำขิงมาใช้เป็นยาอยู่หลายตำรับ นอกจากใช้ขับลมแล้วยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้แก้หวัดได้อีกด้วย คือ การนำเอาขิงแก่ ตะไคร้บ้าน หัวหอม มาทุบต้มน้ำให้เด็กอาบน้ำ แก้หวัด หรือผู้ใหญ่จะนำมาใช้ก็ได้ผลเช่นกัน น้ำมันหอมขิงจะสกัดจากเหง้าสด หากทิ้งให้ถูกอากาศและแสงนานจะมีสารที่ไม่ระเหยเพิ่มขึ้น และสาร zingiberene ซึ่งเป็นสารระเหยจะน้อยลง บางครั้งก็มีการนำผงขิงแห้งไปหมักสกัดได้น้ำมันเหนียวข้น ในทางการค้าจะเรียกว่า gingerin ขิงเป็นยากันบูดหืน ใส่ในน้ำมันหรือไขมัน Note top เข้ากันได้ดีกับเสม็ดขาว (Cajeput) เทียนตากบ (Caraway) กระวานเทศ (Cardamom) อบเชย กานพลู ยูคาลิปตัสแฟรงคินเซนส์ เจอเรเนียม โรสเมรี่สเปียร์มินต์ แพ็ทชูลี่ ไม้จันทร์ แฝกหอม ซีดาวูด โรสวูด กุหลาบ กลิ่นตระกูลส้ม การออกฤทธิ์ บรรเทาปวด แก้อาเจียน แก้ไอ ระงับเชื้อป้องกันโรคลักปิดลักเปิด ช่วยทำให้เจริญอาหาร กระตุ้นกำหนัด ขับลม ขับเหงื่อ ช่วยให้ระบาย ทำให้ผิวแดงและร้อน เป็นตัวช่วยกระตุ้นพลังงาน ช่วยปรับธาตุ ช่วยบำรุงร่างกาย และยังมีคุณสมบัติในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (http://www.buytropicalife.com/product_info.php?products_id=551)



ภาพที่ 1 ลักษณะทางสันฐานวิทยาของขิงและขมิ้นชัน

สารเคมีและสารอาหารที่สำคัญ

ในเหง้าขิงมี น้ำมันหอมระเหยอยู่ประมาณ 1-3 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับวิธีปลูกและช่วงการเก็บรักษา ในน้ำมันหอมระเหยประกอบด้วยสารเคมีที่สำคัญคือ ชิงจิเบอรีน (zingiberene) ชิงจิเบอรอล (zingiberol) ไบซาโบลีน (bisabolene) และแคมฟีน (camphene) มีน้ำมัน (oleo-resin) ในปริมาณสูง ซึ่งเป็นส่วนที่ทำให้ขิงมีกลิ่นฉุน และมีรสเผ็ด ส่วนประกอบสำคัญ ได้แก่ จินเจอรอล (gingerol) โวกาออล (vogaol) ชิงเจอโรน (zingerone) มีคุณสมบัติเป็นยากันบูด กันหืน ใช้ใส่ในน้ำมันหรือไขมันเพื่อป้องกันการบูดหืน สารที่ทำให้ขิงมีคุณสมบัติเป็นยากันบูด กันหืนได้คือ สารจำพวกฟีนอลิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขมิ้นชัน

ข้อมูลจาก http://www.gpo.or.th/herbal/curcuma/curcuma.htm ได้กล่าวถึงขมิ้นชันไว้ดังนี้

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Curcuma longa* Linn.

วงศ์ ZINGIBERACEAE

ชื่อท้องถิ่น ขมิ้น (ทั่วไป) ขมิ้นแกง ขมิ้นหยวก ขมิ้นหัว (เชียงใหม่) และหมิ้น (ภาคใต้)

ลักษณะ เป็นพืชล้มลุกมีเหง้าอยู่ใต้ดินเนื้อในของเหง้า ขมิ้นชันสีเหลืองเข้มจนถึงสีแสดจัด มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว ใบรูปเรียวยาว ปลายแหลมคล้ายใบพุทธรักษา ดอกออกเป็นช่อ มีก้านช่อแทงจากเหง้าโดยตรง ออกตรงกลางระหว่างใบคู่ในสุด ดอกสีขาว มีแถบสีเหลืองคาด มีกลีบประดับสีขาวหรือเขียว

การปลูก ขมิ้นชันชอบอากาศค่อนข้างร้อน และมีความชุ่มชื้นในเวลากลางคืน ชอบดินร่วนซุยที่ระบายน้ำได้ดี วิธีปลูกใช้เหง้าแก่ ที่อายุ 11-12 เดือน เป็นท่อนพันธุ์ เก็บใช้ในช่วงอายุ 9-10 เดือน

ส่วนที่ใช้เป็นยา เหง้าสดและแห้ง

สรรพคุณยาไทย เหง้าของขมิ้นชันมีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อ แบคทีเรีย เชื้อรา ลดการอักเสบและมีฤทธิ์ในการขับน้ำดี น้ำมันหอมระเหยในขมิ้นชันมีสรรพคุณบรรเทาอาการปวดท้อง ท้องอืด แน่นจุกเสียด

ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ กองวิจัยและพัฒนาสมุนไพร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ได้ศึกษาว่า ขมิ้นชันไม่มีพิษที่รุนแรง ทั้งในการใช้ระยะสั้นและระยะยาว นอกจากนี้ ยังวิเคราะห์พบว่า น้ำมันหอมระเหย เป็นสารสำคัญในการออกฤทธิ์รักษาอาการท้องอืด ท้องเฟ้อ โดยได้ทำการศึกษาทดลองในโรงพยาบาลชุมชน 5 แห่ง และโรงพยาบาล ทั่วไป 1 แห่ง ในผู้ป่วยที่มีอาการต่างๆ ได้แก่ ปวดแสบท้องเวลาหิว จุกแน่นบริเวณลิ้นปี่ เนื่องจากมีลมในกระเพาะอาหาร จุกเสียดท้อง เนื่องจากมีลมในกระเพาะอาหารและลำไส้ ผลจากการศึกษาเป็นที่น่าพอใจ ผู้ป่วยที่ได้รับขมิ้นชันมีอาการดีขึ้น และไม่พบผลแทรกซ้อนในการใช้ จากการศึกษานี้พอสรุปได้ว่าขมิ้นชันมีประสิทธิภาพดีในการใช้ จึงสมควรที่จะเผยแพร่ และพัฒนาเป็นยาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ตัวอย่างของพืชในวงศ์ขิงบางชนิดและการใช้ประโยชน์

ชื่อภาษาไทย	ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	สารที่พบ
ขมิ้นชัน	Turmeric Curcuma	*Curcuma longa* Linn	ในเหง้ามีสารสีเหลืองเรียกว่า curcumin และ resin และมีน้ำมันหอมระเหยประมาณ 5 % ซึ่งประกอบด้วย borneol,camphene, zingerene, 1,-4-cineol, sabinene และ phellandrene
กระชาย	Krachai	*Boesenbergia rotunda (L.)* Mansf.	ในรากพบสาร pinocembrin chalone, cardamonin และ pinostrobin มีฤทธิ์ต้านการก่อกลายพันธุ์
กระชายดำ	Krachai dam	*Kaempferia pariflora* Wall. ExBaker	สาร borneol, sylvestrene มีฤทธิ์ต้านจุลชีพ และสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ 9 ชนิด
ขิง	Ginger	*Zingiber officinale*	ในเหง้าจะมีน้ำมันหอมระเหยประมาณ 0.25-3 % ซึ่งประกอบด้วย camphene, cineol, pellandrane, linalool, zingiberene, borneol
ข่า (ข่าใหญ่)	Galanga	*Alpinia galanga* Linn	เหง้ามีน้ำมันหอมระเหยประมาณ 0.5-5 % ประกอบด้วย cadinene, cineol, pinene,eugenol, methyl cinnamate, sesquiterpene, dioxyflavonol

ที่มา : วิทย์ เที่ยงบูรณธรรม (2531)

2.2 น้ำมันหอมระเหย

2.2.1 น้ำมันหอมระเหย (Essential oil)

น้ำมันหอมระเหย เป็นสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในเซลล์ของพืช ลักษณะเด่นของน้ำมันหอมระเหยคือมีกลิ่น น้ำมันหอมระเหยจะสะสมอยู่ในผนังเซลล์ เป็นผลพลอยได้จากกระบวนการเจริญเติบโตของพืช ทำหน้าที่ป้องกันตัว รักษาแผลและกันการระเหยของน้ำ รวมทั้งใช้ไล่แมลงที่เป็นศัตรูและล่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แมลงเพื่อช่วยในการผสมพันธุ์ น้ำมันหอมระเหยอาจจะอยู่ในส่วนใดส่วนหนึ่งของพืช เช่น ราก ใบ ดอก เปลือก หรือ เมล็ด เป็นต้น ซึ่งน้ำมันหอมระเหยทุกชนิดจะไม่ละลายในน้ำ

น้ำมันหอมระเหยที่มีอยู่ตามธรรมชาตินี้เป็นสิ่งที่มีคุณค่าต่อการบำบัดรักษามาก น้ำมันจากพืชนี้ถือว่าเป็นอินทรีย์สาร และบางชนิดประกอบด้วยสารประกอบต่างๆถึง 500 ประเภท จะแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ได้เป็น ฟีนอล (Phenol) แอลกอฮอล์ เอสเตอร์ (Ester) คีโตนส์ (Ketones) แอลดีไฮล์ (Aldehydes) และเทอร์เพนส์ (Terpenes) แม้ว่าสารต่างๆเหล่านี้จะมีอยู่ในพืชแล้ว คนก็สามารถสังเคราะห์ในห้องทดลองได้เช่นกันแต่จะเกิดผลข้างเคียง และเมื่อนำสารสกัดมาผสมกันแล้ว การรวมตัวและการใช้งานก็จะด้อยกว่า ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า สิ่งที่ได้จากธรรมชาตินั้นดีที่สุด

2.2.2 การสกัดน้ำมันหอมระเหย (Essential oil extraction)

น้ำมันหอมระเหยที่มีอยู่ตามส่วนต่างๆ ของพืชนั้น การนำน้ำมันหอมระเหยไปใช้ประโยชน์จะต้องผ่านการสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธีการต่างๆ ข้อมูลของ คมสัน หุตะแพทย์ (2549) ได้กล่าวถึงการสกัดน้ำมันหอมระเหยไว้ดังนี้

การสกัดน้ำมันหอมระเหยมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน ซึ่งแต่ละวิธีมีความยากง่ายแตกต่างกันไป วิธีการสกัดแต่ละวิธีจะมีความสอดคล้องเหมาะสมกับพืชแต่ละชนิด หรือแต่ละส่วนของพืชที่มีน้ำมันหอมระเหย นอกจากนั้นวิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหยยังมีผลโดยตรงต่อปริมาณ และคุณภาพของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้

วิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหย การสกัดน้ำมันหอมระเหยมีหลายวิธี ดังนี้

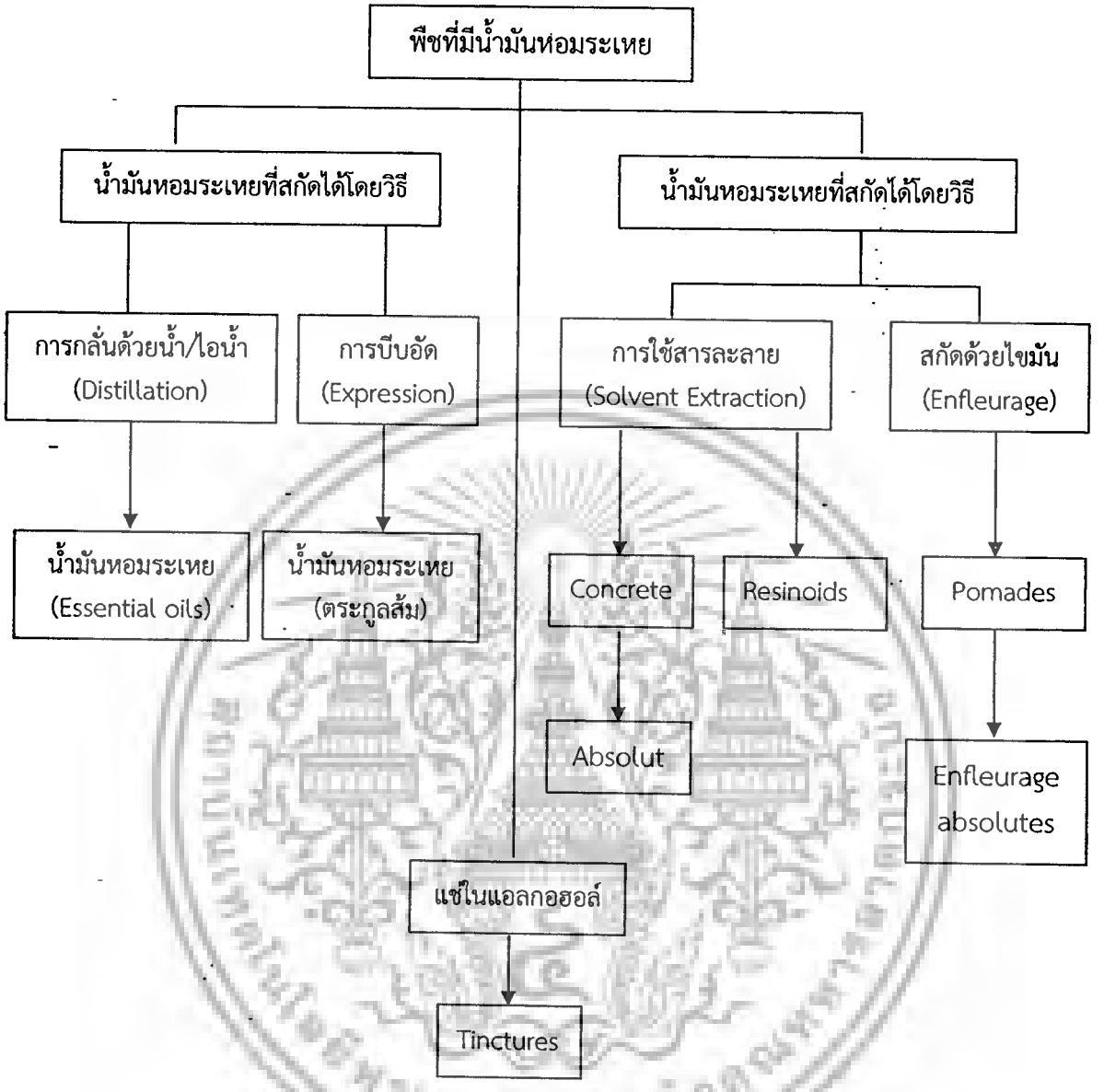
1. วิธีการกลั่น (Distillation) เป็นวิธีการที่นิยมทำกันมากที่สุดทั้งในระดับบ้านเรือน ชุมชน และอุตสาหกรรม เพราะทำได้ง่ายและประหยัด การสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธีนี้ต้องอาศัยเครื่องกลั่น ซึ่งจะกลั่นได้น้ำมันหอมระเหยปนออกมากับน้ำแยกตัวเป็นสองชั้น ชั้นบนเป็นน้ำมันหอมระเหย ชั้นล่างเป็นน้ำสมุนไพรที่มีกลิ่นหอม ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ การกลั่นยังแบ่งย่อยได้เป็น 3 วิธีการ คือ

1.1 การกลั่นด้วยน้ำ (Water distillation) เป็นการกลั่นที่พืชจะจุ่มแช่อยู่ในน้ำขณะต้ม เป็นวิธีที่มักใช้กับพืชแห้ง เพราะสารในพืชทนต่อความร้อน ไม่สลายไปเมื่อถูกความร้อน

1.2 การกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ (Water and steam distillation) เป็นการกลั่นที่พืชจะไม่จุ่มแช่อยู่ในน้ำขณะต้ม น้ำต้มเดือดจะต้มอยู่ด้านล่าง พืชจะอยู่บนตระแกรงลอยอยู่เหนือน้ำขณะต้ม ใช้กับพืชสดหรือพืชแห้งที่มีสารไม่คงทนต่อความร้อน และอาจสลายไปเมื่อถูกความร้อนสูงๆ

1.3 การกลั่นด้วยไอน้ำ (Steam distillation) เป็นการกลั่นที่หม้อต้มจะแยกออกไปต่างหาก ไอน้ำจะถูกส่งผ่านทางท่อมายังพืช เป็นวิธีการที่ใช้กับพืชสดที่สารไม่คงทนต่อความร้อน จะสลายไปได้ง่ายเมื่อถูกความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 วิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหย
ที่มา : คมสัน หุตะแพทย์ (2549)

2. การสกัดด้วยการบีบ (Expression) เป็นวิธีการสกัดที่ใช้กับพืชตระกูลส้ม เช่น ส้ม มะนาว เบอร์กามอท ที่น้ำมันหอมระเหยจะถูกสะสมอยู่ในต่อมใต้ผิวเปลือก ซึ่งจะแตกออกได้ง่ายเมื่อถูกบีบ และสารสำคัญมักจะสลายตัวได้ง่ายเมื่อถูกความร้อน ในการบีบจะต้องใช้เครื่องบีบ

3. การแช่ในไขมันเย็น (Enfleurage) เป็นวิธีการสกัดเก่าแก่ที่ใช้สกัดน้ำมันหอมระเหยในอดีต มักใช้กับดอกไม้ซึ่งมักจะมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยน้อยที่ไม่สามารถสกัด หรือสกัดได้ยากด้วยวิธีการกลั่น เช่น มะลิ ช่อนกลิ่น วิธีการนี้จะนำดอกไม้หรือกลีบดอกไม้สดที่ต้องการสกัดไปวางไว้บนไขมันเย็นที่ไม่มีกลิ่นซึ่งถูกแผ่เป็นแผ่นฟิล์มบนกระจก ตั้งทิ้งไว้นานหลายชั่วโมงหรือเป็นวัน ไขมันจะดูดซับน้ำมันหอมระเหยสะสมไว้ จากนั้นก็เปลี่ยนเอาดอกไม้ใหม่มาวางแทน ทำเช่นนี้หลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้งจนมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่มากพอ หรืออิ่มตัว ไขมันที่ดูดซับเอาน้ำมันหอมระเหยนี้เรียกว่า pomade แล้วจึงนำไปสกัดอีกทีด้วยแอลกอฮอล์ เพื่อแยกน้ำมันหอมระเหยออกจากน้ำมัน น้ำมันหอมระเหยที่ได้ถูกเรียกว่า absolute

4. การสกัดด้วยไขมันร้อน (Maceration) เป็นวิธีการสกัดที่ใช้กับดอกไม้ที่กลิ่นหอมไม่นาน เมื่อถูกเด็ดออกจากต้นแล้วจึงต้องใช้ความร้อนกระตุ้นให้ได้น้ำมันหอมระเหย ทำโดยการนำดอกไม้ไปแช่ในน้ำมันพืชที่ถูกอุ่นให้ร้อนประมาณ 80 องศาเซลเซียส แล้วจึงกรองดอกไม้ออก นำดอกไม้ใหม่มาใส่แล้วอุ่นใหม่ ทำเช่นนี้หลายๆ ครั้ง จนน้ำมันมีปริมาณมากพอหรืออิ่มตัว น้ำมันพืชที่มีหอมระเหยนี้เรียกว่า pomade แล้วจึงนำไปสกัดอีกครั้งด้วยแอลกอฮอล์ก็จะได้น้ำมันหอมระเหยเรียกว่า absolute

5. การสกัดโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์เหลวภายใต้ความดันสูง (Hypercritical Carbon dioxide extraction) เป็นวิธีการสกัดที่ใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายใต้ความดันสูง (200 เท่า ของความดันบรรยากาศ) ที่อุณหภูมิ 33 องศาเซลเซียส ซึ่งจะมีสภาพกึ่งเหลวกึ่งก๊าซ มีคุณสมบัติในการละลายสูง สามารถสกัดน้ำมันหอมระเหยออกมาได้มาก ข้อดีคือไม่ใช้ความร้อน สารสำคัญในน้ำมันหอมระเหยจึงไม่สลายตัว ยังคงสภาพเหมือนสภาวะธรรมชาติ น้ำมันหอมระเหยที่ได้จะมีกลิ่นหอมมาก

6. การสกัดโดยใช้สารละลาย (Solvent extraction) เป็นการสกัดที่ใช้ตัวทำละลาย เช่น hexane หรือ benzene หรือ petroleum ether สกัดเอาน้ำมันหอมระเหยออกมาจากพืชแล้วจึงสกัดเอาน้ำมันหอมระเหยออกมาอีกทีหนึ่ง วิธีนี้จะได้น้ำมันหอมระเหยในปริมาณมาก มักเป็นวิธีที่ใช้ในโรงงานเพราะต้องลงทุนสูง น้ำมันหอมระเหยที่ได้เรียกว่า concrete เมื่อนำไปทำให้บริสุทธิ์จะได้ absolute

2.2.3 การสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยการกลั่น

การสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธีการกลั่น เป็นวิธีการสกัดที่นิยมทำกันอย่างแพร่หลาย เพราะทำได้ง่าย ประหยัด สามารถใช้สกัดกลิ่นจากส่วนต่างๆ ของพืชได้หลายส่วน เช่น ราก ลำต้น ใบ เปลือกของผล หรือดอกได้ดีและมีคุณภาพ

หลักการเบื้องต้นของการสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธีการกลั่น คือ การใช้ความร้อนจากน้ำต้ม หรือไอน้ำไปกระตุ้นต่อมน้ำมันในชิ้นส่วนของพืชให้แตกออก ความร้อนจะทำให้น้ำมันหอมระเหยกลายเป็นไอปนออกมาพร้อมกับไอน้ำ แล้วจะถูกส่งไปยังส่วนที่เป็นเครื่องควบแน่น เมื่อไอน้ำกระทบกับความเย็นก็จะกลั่นตัวกลายเป็นของเหลวไหลออกสู่ภาชนะรองรับ ของเหลวที่กลั่นตัวนี้เป็นส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยและน้ำ เมื่อทิ้งไว้ก็จะแยกตัวออกจากกัน น้ำมันหอมระเหยส่วนใหญ่ซึ่งเบากว่าน้ำก็จะลอยอยู่ส่วนด้านบนของน้ำ แต่ก็มีน้ำมันหอมระเหยบางชนิดที่หนักกว่าน้ำก็จะจมอยู่ด้านล่างของน้ำ สามารถแยกเอาน้ำมันหอมระเหยออกมาใช้ประโยชน์ได้

การกลั่นน้ำมันหอมระเหย

สิ่งที่จำเป็นในการกลั่นน้ำมันหอมระเหยคือ ชุดกลั่น ซึ่งมีส่วนประกอบพื้นฐาน 2 ส่วน คือ หม้อต้ม เพื่อใช้ในการให้ความร้อนแก่ส่วนที่นำมากลั่น และเครื่องควบแน่น เพื่อให้ไอของน้ำมันหอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระเหยกลั่นตัวเป็นของเหลว ชุดกลั่นน้ำมันหอมระเหยโดยทั่วไปมีลักษณะที่คล้ายกัน แต่จะแตกต่างกันที่วิธีการให้ความร้อน วิธีการกลั่นน้ำมันหอมระเหยทำได้ 3 วิธี คือ

1. การกลั่นด้วยน้ำร้อน (Water distillation) วิธีการกลั่น พืชทั้งหมดจะถูกแช่อยู่ในน้ำในหม้อต้ม และจะถูกต้มไปพร้อมๆ กับน้ำ ถึงแม้วิธีนี้จะเป็นวิธีการที่ง่าย แต่มีข้อควรระวังคือ พืชจะได้รับความร้อนไม่สม่ำเสมอ บริเวณตรงกลางมักจะได้รับความร้อนมากกว่าด้านข้าง ซึ่งอาจจะทำให้พืชไหม้ กลิ่นไหม้ก็จะปนออกมากับน้ำมันหอมระเหย อาจแก้ไขได้ด้วยการใช้เตาให้ความร้อนรูปทรงกลม

2. การกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ (Water and steam distillation) พืชจะไม่โดนน้ำในขณะต้ม พืชจะถูกแยกส่วนจากน้ำด้วยตะแกรงรองให้อยู่เหนือระดับน้ำในหม้อ เมื่อน้ำถูกต้มจนเดือดไอน้ำจะลอยผ่านพืชที่ถูกสกัด วิธีการนี้จะทำให้ได้น้ำมันคุณภาพดีกว่าวิธีการแรก เป็นวิธีการที่สะดวกและใช้กันอย่างกว้างขวาง

3. การกลั่นด้วยไอน้ำ (Steam distillation) วิธีการนี้พืชจะถูกวางอยู่บนตะแกรงในหม้อต้มเหมือนกับวิธีที่สอง แต่น้ำจะถูกต้มให้เดือดในหม้อต้มอีกใบหนึ่งแยกต่างหาก ไอน้ำจากหม้อต้มเดือดจะถูกส่งผ่านมาตามท่อที่ต่อกับด้านล่างของหม้อบรรจุพืช เพื่อให้ไอน้ำลอยผ่านตะแกรงไปยังพืชที่ถูกสกัดน้ำมันหอมระเหย วิธีการนี้เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพดีกว่า ได้น้ำมันปริมาณมากกว่า แต่อาจจะไม่ค่อยสะดวกเพราะมีชิ้นส่วนเพิ่มขึ้น

เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหย (Portable steam distillation unit)

สุรัตน์วดี จิวะจินดา (http://clgc.rdi.ku.ac.th/product/distiller/distiller.html) ได้ศึกษาเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหย มีรายละเอียดของข้อมูลดังนี้

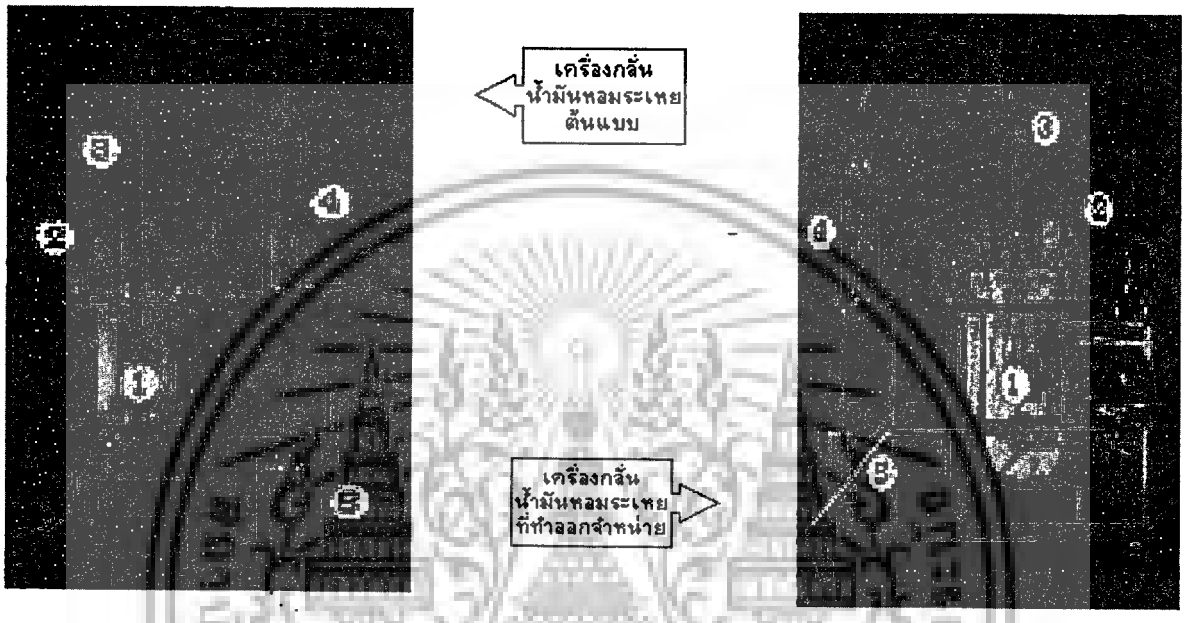
เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยนี้ เป็นเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยที่ออกแบบขึ้นเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมครัวเรือน หรืออุตสาหกรรมขนาดเล็ก เนื่องจากเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยในระบบอุตสาหกรรมโดยทั่วไปมักจะมีขนาดใหญ่ ยากต่อการติดตั้งหรือขนย้าย และมีราคาแพง ส่วนชุดเครื่องกลั่นที่ใช้ในห้องปฏิบัติการมักจะมีส่วนประกอบที่เป็นแก้ว ซึ่งชำรุดเสียหายได้ง่าย ไม่เหมาะกับการใช้งานในลักษณะของอุตสาหกรรมในครัวเรือนหรือโดยกลุ่มเกษตรกร

เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยที่ประดิษฐ์ขึ้นนี้ ใช้กลั่นเพื่อสกัดแยกเอาน้ำมันชนิดน้ำมันหอมระเหย (Volatile oil) ไม่ใช่น้ำมันพืชทั่วไป (Fixed oil) จากส่วนที่มีน้ำมันหอมระเหยสะสมอยู่ของพืช เช่น ใบ ราก ดอก หรือเนื้อไม้ ออกแบบให้เป็นถังกลั่นชนิดเบ็ดเสร็จถังเดียวขนาดเล็กโดยใช้ระบบการกลั่นด้วยน้ำ (Hydro distillation) มีระบบควบคุมอุณหภูมิ และความดัน โดยมีส่วนที่ทำการควบแน่น (Condenser) แยกต่างหาก สามารถประกอบ หรือถอดชิ้นส่วนออกได้ง่าย และขนย้ายได้สะดวก ทำจากเหล็กปลอดสนิมชนิดที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร (Stainless steel, Food grade) สามารถทนแรงดันจากภายในได้ไม่ต่ำกว่า 3 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร มีส่วนประกอบทั้งหมด 5 ส่วน ได้แก่ 1. ถังกลั่น (Retort) 2. ฝาของถังกลั่น (Retort cover) 3. ท่อนำไอน้ำ (Vapour conduct tube) 4. ตัวควบแน่น (Condenser) 5. ถังรองรับน้ำมันและแยกน้ำมัน (Receiver and separator) ส่วนต่างๆ เมื่อนำมาประกอบกันแล้วจะได้เครื่องกลั่นตามรูปที่ 3

เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยนี้ ได้ยื่นจดอนุสิทธิบัตรต่อกรมทรัพย์สินทางปัญญาแล้ว และได้รับอนุสิทธิบัตรเลขที่ 534 เมื่อวันที่ 24 กรกฎาคม 2543 ได้ผลิตออกจำหน่ายแก่ผู้สนใจแล้วจำนวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนึ่งและได้รับรางวัลที่ 1 ในการประกวดสิ่งประดิษฐ์คิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประจำปี 2546 ของมูลนิธิธนาคารกรุงเทพ ร่วมกับกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



ภาพที่ 3 เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหย
ที่มา : http://clgc.rdi.ku.ac.th/product/distiller/distiller.html

ตารางที่ 2 ข้อมูลจากการทดลองกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากพืชชนิดต่างๆ

ชนิดของพืช	ปริมาณผลผลิตน้ำมัน (% w/w)*	ชนิดของพืช	ปริมาณผลผลิตน้ำมัน (% w/w)*	ชนิดของพืช	ปริมาณผลผลิตน้ำมัน (% w/w)*
เปลือกผลมะนาว	1.97	ใบพลู	0.10	เหง้าไพล	1.20
เปลือกผลมะกรูด	4.60	ใบฝรั่ง	0.20	แฝกหอม (ราก)	0.11
กะเพรา	0.10	ใบตะไคร้หอม	0.60	ดอกมะนาว	0.18
โหระพา	0.30	ใบตะไคร้บ้าน	0.60	รากผักชี	0.03
รากหญ้าแพรกหอม	1.47	ใบยี่หร่า	0.06	รากผักชี (แก่)	0.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ชนิดของพืช	ปริมาณผลผลิตน้ำมัน (% w/w)*	ชนิดของพืช	ปริมาณผลผลิตน้ำมัน (% w/w)*	ชนิดของพืช	ปริมาณผลผลิตน้ำมัน (% w/w)*
รากกระชาย	0.24	ดอกจำปี	0.13	ใบผักชี	0.08
ขิง	0.20	เมล็ดพริกไทยสด	0.50	ใบแมงลัก	0.07
ใบยูคาลิปตัส	0.3-0.5	ใบแปรงล้างขวด	0.27	กานพลู	10.43
เหง้าขมิ้น	0.40	เร่ว	1.20	เทียนข้าวเปลือก	1.00

* ข้อมูลได้จากการทดลองกลั่นวัตถุดิบที่หาซื้อได้จากท้องตลาด ไม่ได้ควบคุมคุณภาพเพื่อผลิตน้ำมันหอมระเหย

วิธีการเก็บรักษาน้ำมันหอมระเหย

ขวดบรรจุควรเป็นขวดสีน้ำเงิน หรือสีเหลืองเข้ม (สีชา) เพื่อป้องกันรังสีอุลตร้าไวโอเลต อย่าเปลี่ยนใส่ขวดใส ควรเก็บให้พ้นแสงแดด ความร้อน และความชื้น ปิดจุกขวดนั้นให้แน่นอยู่เสมอ อย่าเปลี่ยนจุกขวดเป็นแบบที่หยดน้ำมันออกมาได้ เช่น จุกขวดยาหยอดตา แม้จุกขวดนั้นจะมีรูเล็กเท่าใดก็ตาม น้ำมันหอมก็จะระเหยออกมาได้ อย่าใช้จุกยาง เนื่องจากว่าถ้ายางนั้นเสื่อมก็จะตกลงไปในน้ำมันหอมระเหยนั้น

การทำงานของน้ำมันหอมระเหย

เมื่อสูดดม หรือนวดด้วยน้ำมันหอมระเหย หรืออาบน้ำด้วยน้ำมันหอมระเหย กลิ่นจะถูกส่งไปยังสมองในส่วนที่เรียกว่า ลิมบิคซิสเต็ม ซึ่งเป็นส่วนที่ควบคุมการเรียนรู้ ความจำ อารมณ์ ความหิว และอารมณ์ทางเพศ ต่อจากนั้นร่างกายก็จะแปลความหมายจะกลิ่นนั้น และมีปฏิกริยาโต้ตอบ เช่น กลิ่นนั้นเป็นกลิ่นที่ชอบก็จะสูดดมมากขึ้น หรือกระตุ้นความรู้สึกทางเพศ เป็นต้น บางกลิ่นจะกระตุ้นให้สมองหลั่งสารเอ็นโดฟิน ที่ช่วยลดความเจ็บปวด หลั่งสารเอนเซปฟาลีนทำให้อารมณ์ดี และสารเซโรโทนิน ที่ช่วยให้ร่างกายรู้สึกสงบเยือกเย็นและผ่อนคลายลงได้ และเนื่องจากน้ำมันหอมระเหยส่วนใหญ่จะมีคุณสมบัติในการต้านเชื้อ แบคทีเรีย และไวรัสบางชนิด บางชนิดมีฤทธิ์เป็นยากระตุ้น หรือเป็นยานอนหลับ

วิธีการใช้น้ำมันหอมระเหย

1. กลุ่มที่ใช้ในชีวิตประจำวัน อาจจะเป็นการช่วยเพิ่มบรรยากาศในห้องนอน ที่ที่ทำงาน การอาบน้ำ หรือนวดตัวทั่วไป เป็นภูมิปัญญาของประเทศในแถบตะวันออกกลาง อินเดีย ทางตะวันตก และในประเทศไทย
2. กลุ่มที่ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง
3. กลุ่มที่ใช้บำบัดปัญหาทางจิต
4. กลุ่มที่ใช้ในการนวด
5. กลุ่มที่ใช้ในการแพทย์ยุคใหม่ เนื่องจากปราศจากผลข้างเคียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ประโยชน์

Zaika (1988) ได้สรุปถึงประสิทธิภาพในการต้านจุลินทรีย์ของเครื่องเทศและสมุนไพรไว้หลายประการ ดังนี้

1. เชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ มีความต้านทานต่อเครื่องเทศหรือสมุนไพรได้ต่างกัน
2. เชื้อจุลินทรีย์ชนิดหนึ่งๆ ต้านทานต่อเครื่องเทศและสมุนไพรได้หลายชนิด
3. แบคทีเรียต้านทานเครื่องเทศและสมุนไพรได้ดีกว่าเชื้อรา
4. ลักษณะของจุลินทรีย์ที่เป็นสปอร์ อาจมีความต้านทานต่อเครื่องเทศและสมุนไพรได้ดีกว่าจุลินทรีย์ที่มีลักษณะเป็น Vegetative cell
5. แบคทีเรียแกรมลบต้านทานได้ดีกว่าแบคทีเรียแกรมบวก
6. ผลของเครื่องเทศหรือสมุนไพรต่อจุลินทรีย์มีทั้งการยับยั้งและทำลาย
7. เครื่องเทศและสมุนไพรมีการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ได้
8. เครื่องเทศและสมุนไพรอาจเป็นแหล่งของสารที่ช่วยกระตุ้นการเจริญและการผลิตสารพิษของจุลินทรีย์ได้
9. โดยทั่วไปเครื่องเทศและสมุนไพรที่เติมลงไปในอาหารมีปริมาณน้อยเกินกว่าที่จะป้องกันไม่ให้เกิดการเน่าเสียโดยจุลินทรีย์ได้
10. สารออกฤทธิ์ในเครื่องเทศและสมุนไพรที่ระดับความเข้มข้นต่ำอาจทำปฏิกิริยาร่วมกับสาร หรือปัจจัยอื่นๆ (เกลือ กรด สารถนอมอาหาร) ทำให้ประสิทธิภาพการถนอมอาหารดีขึ้น
11. สารอาหารที่พบในเครื่องเทศและสมุนไพร อาจมีผลกระตุ้นการเจริญ หรือกิจกรรมทางชีวเคมีของจุลินทรีย์

2.3 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย

ข้อมูลจากคมสัน หุตะแพทย์ (2549) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยดังนี้

น้ำมันหอมระเหยมีลักษณะเป็นของเหลวมีสีแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช เช่น ใสไม่มีสี มีสีเหลืองอ่อน สีเหลืองเข้ม สีน้ำตาล เป็นต้น น้ำมันหอมระเหยส่วนใหญ่จะมีกลิ่นหอม อาจจะหอมมากหรือหอมน้อยต่างกันไป ลักษณะของกลิ่นหอมก็จะแตกต่างกันไป เช่น หอมหวาน หอมสดชื่น หอมอบอุ่น หอมเผ็ดร้อน หอมรัญจวนใจ เป็นต้น และที่สำคัญพบว่าน้ำมันหอมระเหยจะมีคุณสมบัติในการบำบัดบำรุงอาการต่างๆ ทางร่างกาย ทางจิตใจ และทางอารมณ์ที่แตกต่างกันไป

การที่น้ำมันหอมระเหยมีคุณสมบัติมากมายแตกต่างกันเช่นนี้ ก็เนื่องมาจากส่วนประกอบทางเคมีที่มีอยู่ในน้ำมันหอมระเหยเป็นตัวกำหนดคุณสมบัติทั้งทางกายภาพ และทางชีวเคมี ทำให้มีสรรพคุณต่างกันออกไป

ส่วนประกอบทางเคมีที่มีอยู่ในน้ำมันหอมระเหยมีนับร้อยชนิด แต่สารนับร้อยชนิดเหล่านั้นต่างก็ประกอบขึ้นจากธาตุเพียง 3 ตัว ด้วยกัน คือ ธาตุคาร์บอน (C) ธาตุไฮโดรเจน (H) และธาตุออกซิเจน (O) ดังนั้นถ้าพิจารณาจากโครงสร้างทางโมเลกุลที่ธาตุทั้ง 3 ตัว มาเกาะกันเป็นสารต่างๆ นับร้อยชนิด จะแบ่งออกได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีองค์ประกอบคาร์บอน กับไฮโดรเจน เรียกกลุ่มนี้ว่า ไฮโดรคาร์บอน กับอีกกลุ่มหนึ่งคือมีคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน กลุ่มนี้เรียกว่า oxygenate hydrocarbon และใน 2 กลุ่มหลักนี้ยังมีกลุ่มย่อยอีก 11 กลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbons) หรือ กลุ่มเทอร์ปีน (Terpenes)

สารเคมีกลุ่มเทอร์ปีน เป็นองค์ประกอบไฮโดรคาร์บอนกลุ่มใหญ่ที่พบในน้ำมันหอมระเหย เทอร์ปีนประกอบขึ้นด้วยคาร์บอนกับไฮโดรเจน สารเคมีกลุ่มเทอร์ปีนจะมีโครงสร้างโมเลกุลอยู่บนพื้นฐานของหน่วยย่อย isoprene ซึ่งมีสูตรว่า C_5H_8 การเรียกชื่อก็จะเรียกตามจำนวนหน่วยย่อยนี้ ตัวอย่าง ได้แก่

Hemiterpener	C_5H_8
Monoterpener	$C_{10}H_{16}$
Sesquiterpener	$C_{15}H_{24}$
Diterpener	$C_{20}H_{32}$
Sesterterpener (ophiobolaner)	$C_{25}H_{40}$
Triterpener	$C_{30}H_{48}$
Tetraterpener	$C_{40}H_{64}$
Polyterpener	$(C_5H_8)_n$

1. โมโนเทอร์ปีน (Monoterpenes) สารกลุ่มนี้มีลักษณะเป็นของเหลวใส**ไม่มีสี** ระเหยเร็วมาก จุดเดือดต่ำ กลิ่นอ่อน และไม่ค่อยหอม มีแนวโน้มที่จะออกซิไดซ์กับอากาศ ซึ่งทำให้เกิดการระคายเคืองต่อผิว สารในกลุ่มนี้ ได้แก่ แคมปีน (camphene) ไดเพนทีน (dipentene) ไมรซีน (myrcene) ไพนีน (pinene) ทูจีน (thujene) แครีน (carene) ไลโมนีน (limonene) โอซิมีน (ocimene) ซาบินีน (sabinene) ไซมีน (cymene) เมนทีน (menthene) เพลแลนดรีน (phellandrene) และเทอพีนีน (terpinene)

คุณสมบัติในการรักษา

โมโนเทอร์ปีน มีคุณสมบัติป้องกันการติดเชื้อ ต้านเชื้อไวรัส ต้านเชื้อแบคทีเรีย และมีแนวโน้มที่จะบรรเทาปวด (Analgesic) ขับเสมหะ (Expectorant) ลดอาการคัดจมูก (Decongestant)

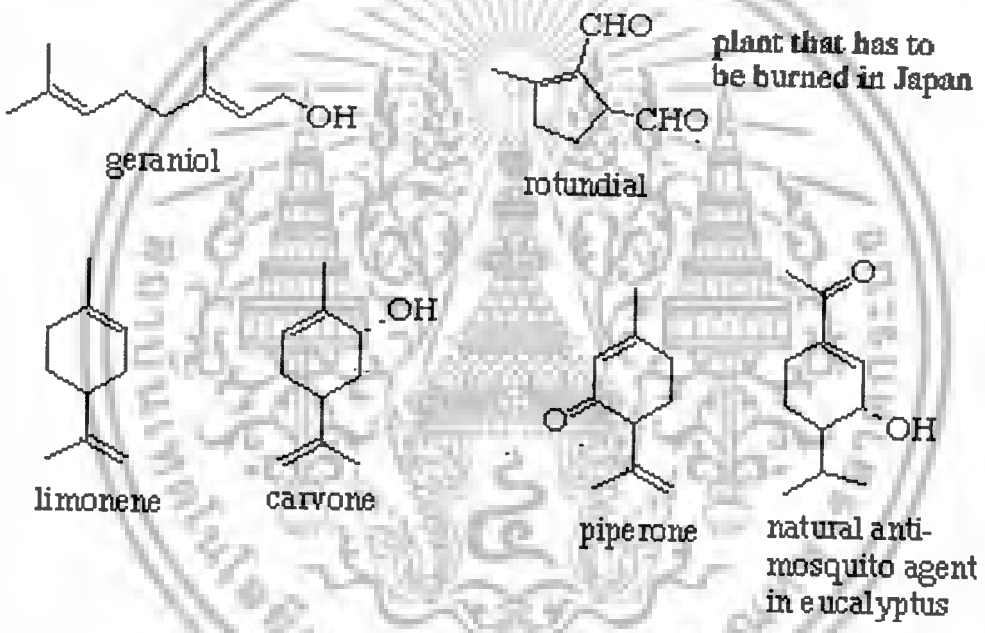
2. เซสคิวเทอร์ปีน (Sequiterpenes) สารในกลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่ใหญ่ที่สุดในกลุ่มเทอร์ปีนที่พบในน้ำมันหอมระเหย เป็นกลุ่มที่มีบทบาทมากในการบำบัดรักษา สารเซสคิวเทอร์ปีนมีลักษณะระเหยน้อยกว่าโมโนเทอร์ปีน เนื่องจากมีโมเลกุลใหญ่กว่า จุดเดือดจึงสูงกว่า จึงมีแนวโน้มที่เกิดออกซิไดซ์น้อยกว่า และมีกลิ่นที่แรงกว่า ตัวอย่างของสารกลุ่มนี้ที่พบในน้ำมันหอมระเหย ได้แก่ อะโรมาเดนดรีน (aromadendrene) บัวโบนีน (bourbonene) คาริโอฟิลลีน (caryophyllene) โคพาอีน (copaene) ฟานีซีน (farnesene) ฮิวมูลีน (humulene) เซลินีน (eslinene) วิริไดโฟรีน (viridiflorene) บลูนิซีน (bulnesene) เคดรีน (cedrene) คิวบีน (cubene) เจอร์มาซีน (germacrene) โลนิจิโฟลีน (longifolene) และเซเชลลีน (seychellene)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติในการรักษา

เซสคิวเทอร์ปีน มีคุณสมบัติป้องกันการติดเชื้อ ต้านแบคทีเรีย ต้านการอักเสบ ทำให้สงบ (Calming) และลดความดัน (Hypotensive) และบางตัวมีคุณสมบัติบรรเทาอาการปวดและกระตุ้นกล้ามเนื้อ (Antispasmodic)

3. ไดเทอร์ปีน (Diterpene) สารกลุ่มนี้มักไม่ค่อยพบในน้ำมันหอมระเหย เนื่องจากมีน้ำหนักโมเลกุลสูง จึงมีจุดเดือดสูง ไม่สามารถกลั่นได้ มักพบในยาง เช่น การบูร มีคุณสมบัติต้านเชื้อราและไวรัส ขับเสมหะ ระบายท้อง และปรับสมดุลของต่อมไร้ท่อและฮอร์โมน



ภาพที่ 4 ตัวอย่างโครงสร้างทางเคมีของสารในกลุ่มโมโนเทอร์ปีนบางชนิด
ที่มา : http://www.mbc.pharm.utoledo.edu/mbc/undergradecourses/4480 O

สารกลุ่ม Oxygenated Hydrocarbon

สารประกอบในกลุ่มนี้มีองค์ประกอบของไฮโดรคาร์บอน หรือกลุ่มเทอร์ปีนรวมกับองค์ประกอบของกลุ่มที่มีออกซิเจน เช่น แอลกอฮอล์ คีโตน หรืออัลดีไฮด์ เช่น

monoterpene + alcohol = monoterpenol
monoterpene + ketonel = monoterpenone
monoterpene + aldehyde = monoterpenal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มแอลกอฮอล์ (Alcohol)

สารประกอบกลุ่มนี้มีองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยที่มีประโยชน์ในการบำบัดรักษามากที่สุด มีกลิ่นหอมน่าพิสมัย มีพิษต่ำ ไม่ระคายเคืองต่อผิว โดยทั่วไปจึงปลอดภัยสำหรับเด็กและคนชรา สารกลุ่มนี้มีชื่อที่ลงท้ายด้วย –ol ที่พบในน้ำมันหอมระเหยคือ

Monoterpene alcohols ได้แก่ โบมีออล (bomeol) เฟนชิลแอลกอฮอล์ (fenchyl alcohol) ไอโซพูลิกอล (isopulegol) ลินาโลออล (linalool) เทอร์พีนีออล (terpineol) ซิโทรเนลลอล (citronellol) เจรานิออล (geraniol) ลาแวนดูลอล (lavandulol) ไมรทินอล (myrtenol) เทอร์พินวันออล (terpin-1-ol) และนีรอล (nerol)

Sesquiterpene alcohols ได้แก่ แอทแลนทอล (atlantol) คาดินอล (cadinoll) อิวเดสมอล (eudesmol) ฟาสีซอล (farcesol) แพทโชลอล (patchoulol) วิริดีโฟลรอล (viridiflorol) ไบซาโบลออล (bisabolol) เซดรอล (cedrol) อิเลมอล (elemol) นีโรลิดอล (nerolidol) ซานทาลออล (santalol)

คุณสมบัติในการรักษา สารในกลุ่มแอลกอฮอล์มีคุณสมบัติป้องกันการติดเชื้อ ต้านเชื้อไวรัส และต้านเชื้อแบคทีเรีย กระตุ้นภูมิคุ้มกัน ปรับสมดุลย์ ยกระดับจิตใจ และให้ความอบอุ่น

กลุ่มฟีนอล (Phenols)

เป็นสารประกอบคล้ายกับแอลกอฮอล์ เพราะมีองค์ประกอบเหมือนกัน แต่แตกต่างกันที่จัดวางโครงสร้างทางโมเลกุล ฟีนอลจึงมีคุณสมบัติที่แรงมาก ค่อนข้างเป็นกรด จึงทำปฏิกิริยามากและรุนแรงกว่า ดังนั้นน้ำมันหอมระเหยที่มีฟีนอลมากจะต้องใช้ด้วยความระมัดระวัง เพราะมีโอกาสเป็นพิษต่อตับ ระคายเคืองต่อผิวหนังและเซลล์กล้ามเนื้อ เช่น อบเชย กานพลู ยี่หร่า โหระพา เป็นต้น สารในกลุ่มนี้ที่พบในน้ำหอมระเหย ได้แก่ คาวารอล (carvacrol) อิวจินอล (eugenol) ครีซอล (cresol) และไทมอล (thymol)

คุณสมบัติในการรักษา สารในกลุ่มฟีนอลมีคุณสมบัติป้องกันการติดเชื้อ ต้านเชื้อแบคทีเรีย กระตุ้นภูมิคุ้มกัน กระตุ้นระบบประสาท และรักษาอาการซึมเศร้า (depression)

กลุ่มฟีนอลิกเอสเทอร์ (Phenolic esters)

สารกลุ่มนี้ ไฮโดรเจนในองค์ประกอบ –OH จะถูกแทนที่ด้วยสารกลุ่มอัลคิล หรือ อริล (alkyl หรือ aryl) สารในกลุ่มนี้มีคุณสมบัติคล้ายๆ กับฟีนอล แต่รุนแรงมากกว่า น้ำมันหอมระเหยที่มีสารกลุ่มนี้มากจะต้องใช้ด้วยความระมัดระวัง ให้ใช้ในปริมาณน้อย ความเข้มข้นต่ำและใช้ในระยะเวลาสั้นๆ เพราะถ้าใช้ในปริมาณมากอาจเป็นพิษต่อระบบประสาท สารในกลุ่มนี้ที่พบในน้ำมันหอมระเหย ได้แก่ อนีโทล (anethole) เอสทราโกล (estragole) หรือ เมทิลชาวิคอล (methyl chavicol) เมทิลยูจินอล (methyl eugenol) เมทินิล เมทิเลเทอร์ (myrtenyl methylether) ไมริสทีน (myristin) และ ซาโฟรล (safrole)

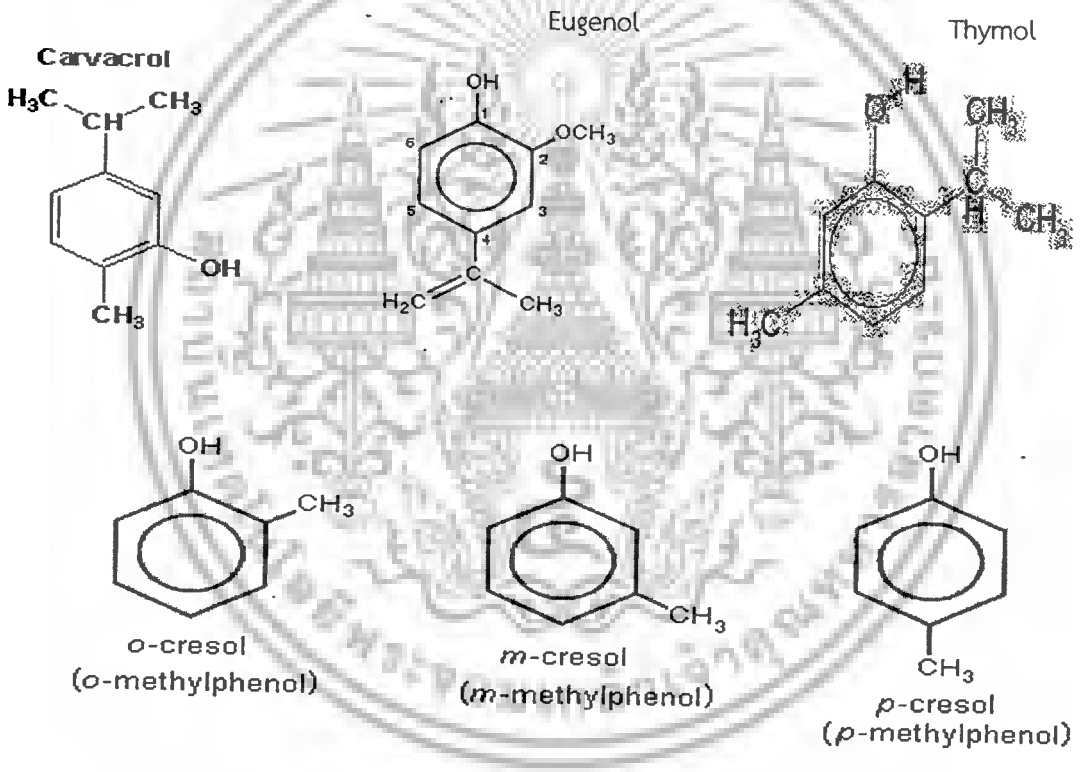
กลุ่มอัลดีไฮด์ (aldehydes)

สารในกลุ่มนี้จะมีชื่อลงท้ายด้วย –al เช่น citral citronella เป็นสารที่มีกลิ่นที่มีพลัง มักนิยมใช้เป็นส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหย เช่น น้ำมันหอม channel 5 แต่มีข้ออ่อนก็คือจะสลายไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้เมื่อเวลาผ่านไป ดังนั้นน้ำมันหอมระเหยที่มีสารกลุ่มนี้ถ้าเก็บไว้ไม่ดี หรือเก็บไว้นานๆ ก็จะเสื่อมคุณภาพ สารในกลุ่มนี้ที่พบในน้ำมันหอมระเหย ได้แก่ อะซิทัลดีไฮด์ (acetaldehyde) อะนิซัลดีไฮด์ (anisaldehyde) เบนซัลดีไฮด์ (benzaldehyde) คาโพรอิก อัลดีไฮด์ (caproic aldehyde) ซินนามัลดีไฮด์ (cinnamaldehyde) ซิทรัล (citral) ซิโทรเนลลัล (citronella) คูมินัลดีไฮด์ (cuminaldehyde) ดีคานัล (decanal) เจอราเนียล (geranial) มิรเทนเนล (myrtenal) นีรอล (neral) โนนานอล (nonanal) เพอริลลัลดีไฮด์ (perillaldehyde) พิเพอโรนัล (piperonal) เพลแลนดรอล (phellandral) ซิเนนซัล (sinensal) เทเรแซนทัล (teresantal) และวาลิรานัล (valeranal)

คุณสมบัติในการรักษา สารในกลุ่มอัลดีไฮด์มีคุณสมบัติต้านการติดเชื้อ ต้านการอักเสบ ปรับสภาพ ขยายหลอดเลือด ระงับประสาทให้สงบ และช่วยลดอุณหภูมิ



ภาพที่ 5 โครงสร้างทางเคมีของสารในกลุ่มฟีนอล

กลุ่มคีโตน (Ketones)

คีโตนเป็นสารประกอบที่มีกลุ่มคาร์บอนิล (cabonyl) ไม่ค่อยพบในน้ำมันหอมระเหย มีคุณสมบัติที่ค่อนข้างรุนแรง น้ำมันหอมระเหยที่มีสารกลุ่มนี้ เช่น น้ำมันเทียนตากบ ต้องใช้ด้วยความระมัดระวัง ใช้อย่างเจือจางด้วยความเข้มข้นไม่เกิน 2 เปอร์เซ็นต์ ใช้สำหรับทาภายนอกเท่านั้น และใช้ในระยะเวลาสั้นๆ ห้ามใช้กับหญิงมีครรภ์ ตัวอย่างของสารในกลุ่มคีโตน ได้แก่ อะซีโทพีโนน (acetophenone) แอทแลนโตน (atlantone) แคมเฟอร์ (camphor) คาร์โวน (carvone) เฟนโคน (fenchone) ไอโอโนน (ionone) ไอโรน (irone) แจสโมน (jacmone) เมนโทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(menthone) เมทิลเฮปทีโนน (methylheptenone) เมทอกซิพีนาลอะซิโทน (methoxyphenylacetone) นูทคาโทน (nootkatone) ออคทาโนน (octanone) พีโนแคมโพน (pinocamphone) ไพโนคาร์โวน (pinocarvone) พิเพอริโทน (piperitone) พูลิโกน (pulegone) ทาเจโทน (tagetone) ทูโจน (thujone) อันดีแคน-2-วัน (undecan-2-one) เวลีราโนน (veleranone) เวอร์บีโนน (verbenone)

คุณสมบัติในการรักษา สารในกลุ่มคีโตนมีคุณสมบัติช่วยทำให้สงบ ช่วยระงับประสาท ขับเสมหะ บรรเทาอาการปวด ช่วยย่อย และรักษาบาดแผล

กลุ่มแอซิด (Acids) เป็นสารเคมีที่มีองค์ประกอบของกลุ่มคาร์บอนิล สารกลุ่มนี้ลงท้ายด้วยแอซิด มักพบในน้ำมันหอมระเหย แต่มีความสำคัญมากเพราะกรดหรือ acid จะทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์ได้เอสเทอร์ ซึ่งเป็นสารอีกกลุ่มหนึ่งที่พบมากในน้ำมันหอมระเหยซึ่งเกิดขึ้นระหว่างกระบวนการกลั่น ตัวอย่างของสารในกลุ่มแอซิด ได้แก่ อะนิซิกแอซิด (anisic acid) เบนโซอิกแอซิด (benzoic acid) ซินนามิกแอซิด (cinnamic acid) ซิโทรเนลลิกแอซิด (citronellic acid) พาล์มิติกแอซิด (palmitic acid) เพนนิลแอซิติกแอซิด (phenyacetic acid) วาลีเรนิกแอซิด (valerenic acid) และเวทิเวริกแอซิด (vetiveric acid)

กลุ่มเอสเทอร์ (Esters) เป็นสารที่มีประโยชน์ ปลอดภัย และมีพิษต่ำ แต่มักจะไม่เป็นองค์ประกอบหลักในน้ำมันหอมระเหย มีฤทธิ์อ่อนคล้ายแอลกอฮอล์ มีกลิ่นหอมหวาน กลิ่นผลไม้ ตัวอย่างสารในกลุ่มเอสเทอร์ ได้แก่ เบนซิลอะซิเทต (benzyl acetate) เบนซินเบนโซเอท (benzyl benzoate) บอร์นิลอะซิเทต (bornyl acetate) บอร์นิลไอโซวาเลเรท (bonyl isovalerate) ซิโทรเนลลิลอะซิเทต (citronellyl acetate) ซิโทรเนลลิลบิวไทเรท (citronellyl butyrate) ซิโทรเนลลิลฟอร์เมต (citronellyl formate) ยูจินิลอะซิเทต (eugenyl acetate) เจอรานิลอะซิเทต (geranyl acetate) เจอรานิลทิกแอท (geranyl tiglate) เฮกซิลอะซิเทต (hexyl acetate) ลาแวนดูลิลอะซิเทต (lavandulyl acetate) ลินาลิลอะซิเทต (linalyl acetate) เมนทิลอะซิเทต (menthyl acetate) เมททิลแอนทรานิแลต (methyl anthranilate) เมททิลเบนโซเอท (methyl benzoate) เมททิลบิวไรเทต (methyl butyrate) เมททิลซาลิไซเลต (methyl salicylate) เนริลอะซิเทต (neryl acetate) โพรพิวแอทเจเลต (propyl angelate) ซาบินิลอะซิเทต (sabinyl acetate) ทราน-พิโนคาร์เวออลอะซิเทต (trans-pinocarveol acetate) เทอพินอลอะซิเทต (terpineol acetate) เวอทิเวรอลอะซิเทต (vertiverol acetate)

คุณสมบัติในการรักษา สารในกลุ่มเอสเทอร์มีคุณสมบัติในการต้านเชื้อรา ต้านการอักเสบ แก้กล้ามเนื้อกระตุก ระงับประสาท ทำให้สงบ แก้ผื่นคันและลมพิษ

กลุ่มแลคโทน (Lactones) และคูมาริน (Coumarins) เป็นสารประกอบเอสเทอร์กลุ่มหนึ่งที่มีชื่อลงท้ายด้วย one หรือ in เป็นสารประกอบที่มีโมเลกุลใหญ่ จุดเดือดสูงจึงกลั่นไม่ได้ พบเฉพาะในน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการบีบอัด และการใช้สารละลาย เช่น มะลิ น้ำมันหอมระเหยมีส่วนประกอบของคูมารินบางชนิดควรใช้ด้วยความระมัดระวัง เพราะมีความไวต่อแสง และอาจระคายเคืองต่อผิวหนังได้ ตัวอย่างสารในกลุ่มนี้ ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แลคโทน สารประกอบในกลุ่มแลคโทน ได้แก่ อะชิลลีน (achilline) อะแลนโทรแลคโทน (alantrolactone) คอสทัสแลคโทน (costuslactone) อิพีนเพทอลแลคโทน (epinepatalactone) ไดไฮโดรนีพีทาแลคโทน (dihydronepetalactone) และนีเพทาแลคโทน (nepetalactone)

คูมาริน สารประกอบในกลุ่มคูมาริน ได้แก่ อีสคูลาทีน (aesculatine) คูมาริน (coumarin) ไคโทรเทน (citroten) ไดไฮโดรคูมาริน (dihydrocoumarine) เฮเนียริน (heniarin) และอัมเบลลิเฟอโรน (umbelliferone)

ฟูโรคูมาริน สารประกอบในกลุ่มฟูโรคูมาริน ได้แก่ เบอแกบทีน (bergaptene) เบอแกบโทล (bergaptol) และพโซราเลน (psoralen)

คุณสมบัติในการรักษา สารในกลุ่มนี้มีคุณสมบัติละลายเสมหะ ลดอุณหภูมิ ลดความดัน ยกระดับจิตใจและระงับประสาท

กลุ่มออกไซด์ (Oxides) สารในกลุ่มนี้มีชื่อต่อท้ายด้วย oxide เกิดจากสารประกอบแอลกอฮอล์ พบได้ทั่วไปในน้ำมันหอมระเหยชนิดต่างๆ แต่อาจระคายเคืองผิว ควรใช้อย่างเจือจาง ความเข้มข้นไม่ควรเกิน 2 เปอร์เซ็นต์ และไม่แนะนำให้ใช้สารประกอบนี้เป็นปริมาณมากในเด็ก ตัวอย่างของสารในกลุ่มออกไซด์ ได้แก่ ไบซาโบลอลออกไซด์ (bisabolol oxide) ไบซาโบโลน ออกไซด์ (bisabolone oxide) คาริโอฟิลลีนออกไซด์ (caryophyllene oxide) ซินีออล (cineole) ไลนาลูลออกไซด์ (linalool oxide) ไพนีนออกไซด์ (pinene oxide) โรสออกไซด์ (rose oxide) และสคารอลออกไซด์ (sclareol oxide)

คุณสมบัติในการรักษา สารในกลุ่มออกไซด์มีคุณสมบัติละลายเสมหะ กระตุ้นการทำงานของไต กระตุ้นระบบหายใจ

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยและคุณสมบัติในการบำบัดรักษา

คุณสมบัติในการบำบัดรักษา	Acids	Alcohols(mono)	Alcohols(sesqui)	Aldehydes	Coumarins	Esters	Esters(phenolic)	Ketones	Lactones	Oxides	Phenols	Terpenes(mono)	Terpenes(sesqui)
ทำให้แท้ง (Abortifacient)								X					
บรรเทาอาการปวด (Analgesic)								X			X	X	X
ป้องกันการติดเชื้อทางการหายใจ												X	
ป้องกันการติดเชื้อ				X							X	X	X
ต้านการจับเป็นก้อนของลิ่มเลือด					X			X					
ต้านเชื้อรา (Antifungal)				X		X		X	X				
ต้านการติดเชื้อ (Anti-infection)		X	X	X			X				X		
ต้านการอักเสบ (Anti-inflammatory)	X			X		X	X	X					X
แก้กล้ามเนื้อกระตุก (Antispasmodic)						X	X				X		X
ต้านเชื้อไวรัส (Antiviral)		X		X							X	X	
ต้านแบคทีเรีย (Bactericidal)		X	X								X	X	X
ปรับสมดุลย์ (Balancing)						X							

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 (ต่อ)

คุณสมบัติในการบำบัดรักษา	Acids	Alcohols(mono)	Alcohols(sesqui)	Aldehydes	Coumarins	Esters	Esters(ohenolic)	Ketones	Lactones	Oxides	Phenols	Terpenes(mono)	Terpenes(sesqui)
รักษาแผลเป็น (Cicatrisant)						X		X			X		
ลดอาการคั่งในจมูก			X										
ช่วยย่อย (Digestive)								X			X		
ช่วยขับปัสสาวะ (Diuretic)											X		
ขับเสมหะ (Expectorant)								X	X	X	X	X	
เกี่ยวกับตับ (Hepatic)		X	X										
ลดความดัน (Hypotensive)			X	X	X								X
ปรับสมดุลย์ระบบภูมิคุ้มกัน		X											
กระตุ้นภูมิคุ้มกัน											X		
ละลายไขมัน (Lipolytic)								X					
ละลายเมือก (Mucolytic)								X	X	X	X		
เป็นพิษต่อระบบประสาท							X	X					
แพ้แสง (Phototoxic)					X				X				
ผ่อนคลาย (Relaxant)				X	X	X	X	X					X
ระบบประสาท (Sedative)					X		X	X					
ระคายเคืองผิว (Skin irritant)				X						X	X	X	
ผิวแพ้ง่าย (Skin sensitizing)				X					X				
กระตุ้น (Stimulant)		X						X				X	
ลดอุณหภูมิ (Temperature reduce)			X	X					X				
ปรับ/ยกระดับประสาท		X	X		X	X	X				X		
ปรับสภาพ (ทั่วไป) Tonic (general)		X	X		X								
ทำให้ต่อมน้ำเหลืองเล็กลง		X											

น้ำมันขิง (Ginger essential oil)

ขิง (Zingiber officinale Roscoe) เป็นพืชพื้นเมืองของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จัดอยู่ในตระกูล Zingiberaceae เป็นเครื่องเทศที่มีกลิ่นหอม รสเผ็ด ประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหย (volatile oil) 1-3 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันชัน (oleoresin) 4-7.5 เปอร์เซ็นต์ แป้ง 40-60 เปอร์เซ็นต์ และเมือก กลิ่นหอมฉุนและรสเผ็ดในขิงเป็นสารจำพวกน้ำมันชัน (oleoresin) ซึ่งประกอบด้วย gingerol หรือ 1-(3-methoxy-4-hydroxyphenyl)-3-keto-5-hydroxyhexane shogaol และ zingerone น้ำมันชันที่เตรียมใหม่ๆ มี gingerol เป็นองค์ประกอบหลัก ส่วน shogaol และ zingerone ไม่เป็นสารที่เกิดตามธรรมชาติ แต่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีขณะที่เตรียมและเก็บน้ำมันชันนั้นโดย gingerol จะเปลี่ยนเป็น shogaol ซึ่งมีกลิ่นหอมฉุนมากกว่า gingerol ด้วยปฏิกิริยา dehydration และเปลี่ยนเป็น zingerone ด้วยปฏิกิริยา retro-aldol[2] ดังนั้นน้ำมันชันที่มีคุณภาพต่ำจะมีปริมาณของ shogaol และ zingerone สูง gingerol ที่มีอยู่ในขิงจะประกอบด้วย [6]-, [8]- และ

เอกสารนี้อนุญาตให้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[10]-gingerols ในอัตราส่วนต่างๆ โดยขิงสดจะมี [6]-gingerol ในปริมาณสูงสุดและจะค่อย ๆ ลดลงตามระยะเวลาและสภาพแวดล้อมของการเก็บรักษา

ลักษณะ น้ำมันขิงมีลักษณะเป็นสีเหลืองอ่อน เหลืองอำพัน หรือเหลืองอมเขียว มีกลิ่นสดชื่น อบอุ่น เผ็ดร้อน ส่วนที่ให้น้ำมันคือเหง้า โดยใช้การกลั่นด้วยไอน้ำ

องค์ประกอบทางเคมี องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันขิงประกอบด้วย จินเจอรีน (gingerine) จินเจนอล (gingenol) จินเจอโรน (gingerone) ซินจิเบอรีน (zingiberine) ไลนาลอล (linalol) แคมพีน (camphene) พีลแลนดรีน (phellandrene) ซิทรัล (citral) ซินีออล (cineol) และบอนีออล (borneol) โดยกลุ่มต่างๆ ของน้ำมันหอมระเหยแสดงตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 กลุ่มของน้ำมันหอมระเหยที่พบในน้ำมันขิง

กลุ่มของน้ำมันหอมระเหย	ปริมาณที่พบ (เปอร์เซ็นต์)
เอสเทอร์ (Esters)	2.0
อะลิฟาติกอัลดีไฮด์ (Aliphatic aldehydes)	5.0
คีโทน (Ketones)	2.0
เซสคิวเทอร์พีน (Sesguiterpenes)	55
เรแมนเดอร์ (Remainder)	4.7
ออกไซด์ (Oxides)	1.3
โมโนเทอร์พีน (Monoterpenes)	20.0
แอลกอฮอล์ (Alcohol)	10.0

คุณสมบัติ แก้ปวด ต้านอนุมูลอิสระ ฆ่าเชื้อ คลายกล้ามเนื้อ ช่วยเจริญอาหาร ต้านเชื้อแบคทีเรีย แก้ท้องอืดท้องเฟ้อ ขับเสมหะ ลดไข้ บำรุงหัวใจ และรักษากระเพาะ

การใช้ประโยชน์

กล้ามเนื้อและข้อ บรรเทาอาการปวดข้อและกล้ามเนื้อ เคล็ดขัดยอก อาการเมื่อยล้า

ระบบการหายใจ บรรเทาอาการหวัด คัดจมูก ไซนัส แก้ไข้ และแก้เจ็บคอ

ระบบการย่อยอาหาร แก้ท้องเสีย บรรเทาอาการเสียดท้อง ปวดท้อง ท้องอืดท้องเฟ้อ คลื่นเหียน แก้เมารถ เมาเรือ

ระบบภูมิคุ้มกัน แก้หวัด ไข้หวัดใหญ่ แก้ไข้ โรคติดเชื้อ

ระบบประสาท บรรเทาอาการอ่อนล้า หมดเรี่ยวแรง

2.4 ผลของน้ำมันหอมระเหยต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์

จุลินทรีย์เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ต้องอาศัยกล้องจุลทรรศน์ ช่วยขยายให้เห็นลักษณะ รูปร่าง จุลินทรีย์จำแนกได้เป็น 6 ชนิด คือ แบคทีเรีย ยีสต์ รา โปรโตซัว สาหร่าย และไวรัส จุลินทรีย์พบได้ทั่วไปในแหล่งน้ำตามธรรมชาติ ในดิน ในอากาศ ขยะ น้ำเสีย แมลงและสัตว์นำโรค ในสัตว์เลี้ยงและสัตว์ที่มนุษย์ใช้เป็นอาหาร และแม้กระทั่งใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร่างกายมนุษย์ (สุมณฑา วัฒนสินธุ์, 2545) ในกลุ่มของจุลินทรีย์ด้วยกัน กลุ่มที่มีความสำคัญในอาหาร คือ แบคทีเรีย

แบคทีเรีย (Bacteria)

แบคทีเรีย หรือ บัคเตรี เป็นประเภทของสิ่งมีชีวิตประเภทใหญ่ประเภทหนึ่ง มีขนาดเล็ก มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ส่วนใหญ่มีเซลล์เดียวและมีโครงสร้างของเซลล์ไม่ซับซ้อนมาก แบคทีเรียเมื่อจัดแบ่งตามรูปร่าง แบ่งได้หลายแบบคือ รูปร่างกลม (cocci) รูปร่างแท่ง (bacilli หรือ rod)และรูปร่างเป็นเกลียว (spiral) ซึ่งแต่ละแบบจะมีการจัดเรียงตัวของเซลล์ต่างกัน แบ่งตามการย้อมติดสีแกรม (Gram's strand) ได้สองลักษณะ คือ พวกที่ติดสีแกรมบวก (Gram positive) และที่ติดสีแกรมลบ (Gram negative) แต่บางชนิดสามารถติดสีทั้งสองเรียกว่า Gram variable ซึ่งเกี่ยวข้องกับผนังเซลล์ของแบคทีเรีย อายุของเซลล์ แบ่งตามความต้องการใช้ออกซิเจน ซึ่งมีหลายแบบคือ aerobic bacteria, anaerobic bacteria, facultativeaerobic bacteria, facultative anaerobic bacteria และ micro aerofilic bacteria เป็นต้น

จุลินทรีย์ที่ใช้ในการศึกษา

บาซิลลัส ซีเรียส (*Bacillus cereus*)

บาซิลลัส ซีเรียส เป็นแบคทีเรียแกรมบวกที่มีลักษณะเป็นรูปท่อนตรง ขนาดของเซลล์ระหว่าง 0.3–2.2 x 1.2–7.0 ไมโครเมตร ส่วนใหญ่เคลื่อนที่ได้ สร้างสปอร์และสร้างสารพิษ ซึ่งจะขับสารพิษออกมาขณะปนเปื้อนอยู่ในอาหาร ช่วงอุณหภูมิในการเติบโตอยู่ระหว่าง 30-37 องศาเซลเซียส แต่บางสายพันธุ์เติบโตได้ที่อุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส สำหรับค่า pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อชนิดนี้อยู่ระหว่าง 6-7 และสามารถเติบโตได้ดีในสภาพที่มีออกซิเจน และจะสร้างสารพิษเมื่ออยู่ภายใต้สภาพที่มีออกซิเจนน้อย

บาซิลลัส ซีเรียส เป็นแบคทีเรียที่สร้างสารพิษ การเกิดพิษมี 2 ลักษณะอาการคือ ทำให้อาเจียน (Emetic illness) และทำให้ท้องเสีย (Diarrhea illness) อาการอาเจียนมักเกิดจากการได้รับสารพิษชนิดที่มีความคงทน สามารถมีชีวิตรอดได้ในอุณหภูมิสูงและค่าความเป็นกรด-ด่างสูง โดยผู้ป่วยจะเกิดอาการคลื่นไส้และอาเจียน ภายหลังจากการบริโภคอาหารที่มีสารพิษเข้าไป 11-15 ชั่วโมง แต่โดยทั่วไปมักปรากฏอาการภายหลังจากการบริโภคอาหารที่มีสารพิษเข้าไป 30 นาที ถึง 6 ชั่วโมง ส่วนอาการท้องเสียมักเกิดจากสารพิษชนิดที่ไม่ทนความร้อนและกรด ตามปกติใช้เวลาฟักตัวประมาณ 6-12 ชั่วโมง หลังจากบริโภคอาหารที่มีการปนเปื้อนสารพิษของเชื้อ อาการประกอบด้วยการปวดท้องและถ่ายอุจจาระเหลว เนื่องจากมีน้ำมาก โดยทั่วไปอาการจะทรงอยู่ไม่เกิน 24 ชั่วโมง แล้วจะทุเลาลง

แหล่งที่มาของเชื้อ บาซิลลัส ซีเรียส

เชื้อบาซิลลัส ซีเรียส พบได้ทั่วไปในธรรมชาติ ในดิน ฝุ่นละออง ผลิตภัณฑ์จากพืช เช่น ข้าว ธัญพืช แป้ง ผลิตภัณฑ์จากแป้ง เครื่องเทศ ผลิตภัณฑ์จากสัตว์และเครื่องปรุงแต่งรสต่างๆ นอกจากนี้ ยังพบในอุจจาระของคนที่มีสุขภาพปกติได้ประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ อาหารที่พบว่า มีการปนเปื้อนของเชื้อ บาซิลลัส ซีเรียส จนทำให้เกิดอาการอาเจียน ได้แก่ อาหารประเภทข้าว และแป้ง อาทิ มักกะโรนี และข้าวผัด เนยแข็ง ผลิตภัณฑ์จากวานิลลาที่ทำในลักษณะยัดไส้ครีม ส่วนอาหารที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่ามีการปนเปื้อนของเชื้อจนทำให้เกิดอาการท้องร่วง ได้แก่ ผักต่างๆ สลัด อาหารที่มีเนื้อสัตว์เป็นส่วนประกอบ ซอส ซุป และอาหารที่มีแป้งและครีมเป็นส่วนประกอบ

วิธีป้องกัน

บาซิลลัส ซีเรียส เป็นเชื้อชนิดที่ก่อปัญหากับอุตสาหกรรมการจัดบริการอาหารที่ต้องมีการเตรียมอาหารจำนวนมาก หรือต้องจัดเตรียมอาหารขึ้นล่วงหน้าเป็นเวลานานก่อนนำไปบริโภค เพราะหากในระหว่างการปรุง และการเก็บรักษามีการปฏิบัติที่ไม่ถูกสุขลักษณะหรือไม่สะอาด จะทำให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อชนิดนี้ขึ้น ซึ่งกว่าที่จะนำอาหารไปบริโภคเชื้อชนิดนี้อาจเพิ่มจำนวนในอาหารมากขึ้นเรื่อยๆ ได้ ดังนั้นในขั้นตอนของการจัดเตรียม การเก็บรักษา และการขนส่งอาหารจึงต้องกระทำอย่างระมัดระวัง และรักษาความสะอาด โดยเฉพาะอาหารที่ทำให้สุกแล้ว ไม่ควรเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องนานเกินควร (สถาบันอาหาร, 2547)

สแตปฟิโลคอคคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*)

สแตปฟิโลคอคคัส ออเรียส เป็นแบคทีเรียรูปกลม สร้างเอนไซม์แคตะเลส การจัดเรียงตัวของเซลล์เป็นกลุ่มคล้ายพวงองุ่น หรือเป็นคู่ หรือเป็นสายสั้นๆ ไม่เคลื่อนที่ โคโลนีมีสีเหลืองหรือสีทอง เจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศที่มีออกซิเจน ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเติบโตคือ 35-40 องศาเซลเซียส ช่วง pH หรือความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมในการเติบโตอยู่ที่ 7-7.5 ส่วนค่า a_w (ปริมาณน้ำอิสระในอาหารที่จุลินทรีย์นำไปใช้ในการเติบโต) ต่ำสุดสำหรับการเติบโตในสภาพมีออกซิเจนประมาณ 0.86 สภาพไม่มีออกซิเจน 0.90

สแตปฟิโลคอคคัส ออเรียส บางสายพันธุ์ผลิตสารพิษที่เรียกว่า **เอนเทอโรทอกซิน** ทำให้อาหารเป็นพิษ ซึ่งเอนเทอโรทอกซินที่ผลิตมีหลายชนิด แต่ชนิดที่พบว่าทำให้เกิดอาหารเป็นพิษบ่อย คือ ชนิดเอ และดี โดยช่วงอุณหภูมิที่เชื้อชนิดนี้จะผลิตเอนเทอโรทอกซินอยู่ระหว่าง 15.6 และ 46.1 องศาเซลเซียส และผลิตได้ดีที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

เชื้อ*สแตปฟิโลคอคคัส ออเรียส* จะมีชีวิตอยู่ได้ในอากาศ ฝุ่นละออง ขยะมูลฝอย น้ำ อาหารและนม หรืออาหารบรรจุเสร็จ สภาวะแวดล้อมภายนอกมนุษย์และสัตว์ ซึ่งมนุษย์และสัตว์นั้นเป็นแหล่งของเชื้อชนิดนี้ โดยจะพบอยู่ตามทางเดินหายใจ ลำคอ หรือ เส้นผมและผิวหนังถึง 50 % หรือมากกว่านี้ในคนที่มีสุขภาพดี และอาจพบเชื้อชนิดนี้ 60-80 % ในผู้ที่สัมผัสโดยตรงกับผู้ป่วยหรือผู้ที่สัมผัสกับสภาพแวดล้อมในโรงพยาบาล ตลอดจนผู้ประกอบอาหาร รวมทั้งในขั้นตอนของการบรรจุและสภาพแวดล้อมภายนอกนั้นก็เป็นสาเหตุส่วนใหญ่ที่ทำให้เกิดการปนเปื้อน สิ่งที่ต้องคำนึงถึงอีกอย่างหนึ่งก็คือ การเก็บอาหารไว้ในอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสมเป็นผลให้อาหารที่มีการปนเปื้อนอยู่แล้วมีการเพิ่มจำนวนของเชื้อและสร้างสารพิษได้อย่างรวดเร็ว อาหารที่มักพบเชื้อ สแตปฟิโลคอคคัส ออเรียส ปนเปื้อนได้แก่ เนื้อและผลิตภัณฑ์เนื้อ เนื้อสัตว์ปีกและผลิตภัณฑ์จากไข่ อาหารประเภทสลัด เช่น ไข่ ทูน่า เนื้อไก่ มันฝรั่ง และมักกะโรนี ผลิตภัณฑ์ขนมอบ ครีมพาย เอแคลร์ ชอกโกแลต แซนวิช และผลิตภัณฑ์นม ที่เก็บไว้ในอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสม และเก็บไว้เป็นเวลานานก่อนรับประทาน

อันตรายของเชื้อ *สแตปฟิโลคอคคัส ออเรียส*

สแตปฟิโลคอคคัส ออเรียส บางสายพันธุ์สร้างสารพิษ คือ เอนเทอโรทอกซิน ซึ่งเป็นโปรตีนที่ทนต่อความร้อนได้ดี และเป็นสาเหตุทำให้เกิดอาการเจ็บป่วยในมนุษย์ สารพิษชนิดนี้ทน

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความร้อนถึงระดับ 143.3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 วินาทีได้ ดังนั้น อุณหภูมิในการหุงต้มธรรมดาหรืออุณหภูมิน้ำเดือด จึงไม่สามารถทำลายสารพิษชนิดนี้ได้ โรคอาหารเป็นพิษที่เกิดจากเชื้อ สแตปฟิโลคอคคัส ออเรียสนั้นมีชื่อเรียกว่า Stapyhloenterotoxicosis และ Staphylorenterotoxemia ลักษณะอาการที่บ่งบอกว่าติดเชื้อ สแตปฟิโลคอคคัส ออเรียส นั้นจะแสดงให้เห็นอย่างรวดเร็วและรุนแรงในหลายๆ กรณี ซึ่งอาการทั่วไปของผู้ได้รับเชื้อที่พบ คือ ผู้ป่วยจะมีอาการคลื่นไส้ อาเจียน วิงเวียน เป็นตะคริวในช่องท้องและอ่อนเพลียในผู้ป่วยบางรายอาจมีอาการอื่นแทรกซ้อน หลายราย จะมีอาการปวดหัว เป็นตะคริวที่กล้ามเนื้อ และมีการเปลี่ยนแปลงความดันโลหิตเป็นระยะๆ รวมทั้งอาจมีการเต้นของชีพจรผิดปกติ ซึ่งโดยทั่วไปอาการจะดีขึ้นภายใน 2-3 วัน ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับสภาพความต้านทานสารพิษของร่างกาย ปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อในอาหารและปริมาณสารพิษที่สร้างขึ้นในอาหาร รวมทั้งสภาพร่างกาย ปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อในอาหารและปริมาณสารพิษที่สร้างขึ้นในอาหาร รวมทั้งสภาพร่างกายโดยทั่วไปของผู้ที่ได้รับเชื้อด้วย

ปริมาณที่ทำให้เกิดโรค

เมื่อเรารับประทานอาหารที่มีสารพิษปนเปื้อนปริมาณน้อยกว่า 1 ไมโครกรัมจะสามารถทำให้เกิดอาการเจ็บป่วยได้ ซึ่งสารพิษชนิดนี้จะมีปริมาณสูงมากเมื่อมีเชื้อ สแตปฟิโลคอคคัส ออเรียส ปนเปื้อนอยู่ในอาหาร 100,000 ต่อกรัมอาหาร

วิธีป้องกัน

ด้านผู้ปรุงอาหาร สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงในระหว่างการเตรียมอาหาร หรือปรุงอาหารนั้นก็คือ ผู้ปรุงต้องไม่ไอ หรือจามรดอาหาร ควรรับประทานอาหารขณะร้อน หากต้องการเก็บรักษาอาหารควรเก็บไว้ในตู้เย็น ไม่ควรเก็บอาหารที่เตรียมเสร็จแล้วไว้ในที่ที่อุณหภูมิสูง เพราะจะเป็นสาเหตุให้มีการเพิ่มจำนวนเชื้ออย่างรวดเร็ว ซึ่งกรณีดังกล่าวเป็นกรณีที่พบได้บ่อยในการเกิดอาหารเป็นพิษจากเชื้อ สแตปฟิโลคอคคัส ออเรียส ด้านผู้บริโภค ก่อนที่จะรับประทานอาหาร ต้องนำอาหารมาอุ่นให้ร้อนเสียก่อนทุกครั้ง (สถาบันอาหาร, 2547 และ http://textbookofbacteriology.net)

แบคทีเรียกรดแลคติก (Lactic acid Bacteria)

แลคติคแอซิดแบคทีเรียเป็นจุลินทรีย์ชนิดอิงอาศัย (Epiphytic bacteria) พบอยู่ทั่วไปตามชิ้นส่วนของพืช โดยจะเพิ่มจำนวนในระหว่างการเก็บเกี่ยวและการหมักพืช ซึ่งในระหว่างการหมักจะมีการแข่งขันกับจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ โดยจะมีมากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับลักษณะของพืช ปริมาณวัตถุแห้ง ปริมาณและองค์ประกอบของน้ำตาลที่มีอยู่ในพืช รวมทั้งคุณสมบัติเฉพาะของ LAB เช่น ความทนต่อกรดและแรงดันออสโมซีส (Osmotic pressure) เป็นต้น

ชนิดของ LAB ที่เกี่ยวข้องกับการหมัก ได้แก่ *Lactobacillus, Pediococcus, Leuconostoc, Enterococcus, Lactococcus* และ *Streptococcus* แบคทีเรียเหล่านี้สามารถเจริญเติบโตได้ที่อุณหภูมิตั้งแต่ 5 ถึง 50 องศาเซลเซียส สามารถทำให้พืชหมักมีค่า pH เท่ากับ 4-5 ได้ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับชนิดและลักษณะของพืชที่ใช้ LAB ทุกชนิดสามารถเจริญได้ทั้งในสภาพที่ไม่มีก๊าซออกซิเจน (Obligative anaerobic) และมีก๊าซออกซิเจน (Facultative anaerobic) เมื่อพิจารณาถึงการใช้ประโยชน์จากน้ำตาลของ LAB สามารถจะจำแนกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆด้วยกัน (จันทกานต์, 2002) คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Obligative homofermenter หมายถึงแบคทีเรียพวกที่หมักแล้วได้ผลผลิตเป็นกรดแลคติคเพียงอย่างเดียว ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน ได้แก่ *Pediococcus damnosus* และ *Lactobacillus ruminis* แบคทีเรียในกลุ่มนี้ สามารถผลิตกรดแลกติคได้มากกว่า 85 % จากน้ำตาลเฮกโซส (น้ำตาลที่มีคาร์บอนอยู่ 6 อะตอม หรือ C_6 sugar) เช่น กลูโคส แต่ไม่สามารถย่อยสลายน้ำตาลเพนโทส (น้ำตาลที่มีคาร์บอนอยู่ 5 อะตอม หรือ C_5 sugar) เช่น น้ำตาลไซโลส ได้

2. Facultative heterofermenter หมายถึงแบคทีเรียพวกที่หมักแล้วให้ผลผลิตเป็นกรดแลกติค ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และกรดอะซิติค หรือเอทธานอล ได้ทั้งในสภาพที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน ได้แก่ *Lactobacillus plautarum, L. pentosus, Pediococcus acidilactici, P. pentosaceus* และ *Enterococcus faecium* แบคทีเรียกลุ่มนี้สามารถผลิตกรดแลกติคจากน้ำตาลเฮกโซสได้ และสามารถใช้น้ำตาลเพนโทสได้เล็กน้อย

3. Obligative heterofermenter หมายถึงแบคทีเรียพวกที่หมักแล้วให้ผลผลิตเป็นกรดแลตติก ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และกรดอะซิติค หรือเอทธานอลได้ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน ได้แก่ แบคทีเรียในกลุ่มของ Leuconostoc และกลุ่มของ Lactobacillus บางชนิด เช่น *Lactobacillus brevis* และ *Lactobacillus buchneri* แบคทีเรียกลุ่มนี้สามารถใช้น้ำตาล เฮกโซส และเพนโทสได้ดี

โพรไบโอติกส์ (Probiotics) หมายถึงแบคทีเรียในสภาพที่ยังมีชีวิตอยู่ ในรูปที่เป็นอาหารหรือผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร เมื่อรับประทานด้วยปริมาณที่พอเหมาะจะส่งเสริมสุขภาพของผู้บริโภค เช่น โยเกิร์ต และ นมเปรี้ยว หลากหลายยี่ห้อที่จำหน่ายในท้องตลาด แต่ไม่นับรวมถึงนมเปรี้ยวพร้อมดื่มประเภทยูเอชทีเพราะไม่มีแบคทีเรียกรดนมเหลืออยู่ เนื่องจากผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่ความร้อนสูง นอกจากผลิตภัณฑ์สำหรับคนแล้ว ในปัจจุบัน ยังมีโพรไบโอติกส์สำหรับเสริมสุขภาพของปศุสัตว์และประมง ออกจำหน่ายด้วย

เป็นที่ทราบกันดีว่า โดยปกติแล้วแบคทีเรียโปรไบโอติกส์ที่ถูกนาใช้ในอุตสาหกรรมนมเปรี้ยวส่วนใหญ่ คือแบคทีเรียในกลุ่ม Lactobacilli และ Streptococci แต่จากการศึกษาคุณสมบัติในการส่งเสริมสุขภาพของแบคทีเรียในลำไส้จากอดีตจนถึงปัจจุบัน พบว่า ความจริงแล้ว Bifidobacteria สามารถเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในอุตสาหกรรมประเภทนี้ประเทศญี่ปุ่นซึ่งเป็นหนึ่งในผู้นำในทางการศึกษาแบคทีเรียในลำไส้ ได้เป็นผู้บุกเบิกในการผลิตโยเกิร์ตและนมเปรี้ยวที่ได้จากหมักของ Bifidobacteria ซึ่งแม้ว่ารสชาติจะไม่ดีเท่าผลิตภัณฑ์ที่หมักจาก Lactobacilli แต่ด้วยประโยชน์ที่มากกว่า จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจสำหรับผู้รักสุขภาพ และในเมืองไทยก็มีโยเกิร์ตที่หมักโดย Bifidobacteria วางจำหน่ายแล้ว นอกจากใช้ในอุตสาหกรรมอาหารแล้ว โพรไบโอติกส์ก็ยังถูกใช้ในการรักษาโรคทางเดินอาหาร ในการทดลองทางการแพทย์อย่างแพร่หลาย อาทิ การใช้ *Lactobacillus rhamnosus* GG ในการบรรเทาและป้องกันอาการท้องร่วงในเด็กทารก การใช้ Bifidobacteria และ Lactobacilli รวมกันในการรักษาอาการท้องร่วงอย่างรุนแรง และช่วยลดอัตราการเจ็บป่วยด้วยโรคทางเดินอาหารและการเสียชีวิตในทารกที่คลอดก่อนกำหนด นอกจากนี้ยังมีหลักฐานจากงานวิจัยทางการแพทย์อีกหลายชิ้นที่ยืนยันว่า Bifidobacteria สามารถกระตุ้นภูมิคุ้มกันในร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตัวอย่างโพรไบโอติกส์ที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน (พ.ศ. 2547) ได้แก่ กลุ่ม Lactobacilli ได้แก่ *L. acidophilus, L. casei, L. delbrueckii* subsp. Bulgaricus,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

L. reuteri, *L. brevis*, *L. rhamnosus*, Gram-positive cocci ได้แก่ *Lactococcus lactis* subsp. cemoris, *Streptococcus salivarius* subsp. thermophilus, *Enterococcus faecium* กลุ่ม Bifidobacteria ได้แก่ *B. bifidum*, *B. adolescentis*, *B. animalis*, *B. infantis*, *B. longum*, และ *B. thermophilum* เป็นต้น

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อุดมลักษณ์ สุขอัตตะ และคณะ (2548) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ขิง และอบเชย ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราที่พบในผลิตภัณฑ์ขนมอบ การสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ พบว่าได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูสูงสุด คือ 4.50 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ น้ำมันอบเชย 0.60 เปอร์เซ็นต์ และน้ำมันขิง 0.16 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Aspergillus flavus*, *Eurotium* sp. *Penicillium chrysogenum* และ เชื้อ *Rhizopus stolonifer* ของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ขิง และอบเชยด้วยวิธี disc agar diffusion พบว่า น้ำมันหอมระเหยออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Eurotium* sp, *P. chrysogenum* และ *Aspergllus flavus* ได้ดีกว่าน้ำมันกานพลูและน้ำมันขิงที่ระดับความเข้มข้นที่เท่ากัน ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของน้ำมันอบเชยในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราทั้ง 3 ชนิด คือ 12,500 พีพีเอ็ม 25,000 พีพีเอ็ม และ 50,000 พีพีเอ็ม ตามลำดับ น้ำมันอบเชยและน้ำมันขิงไม่ออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของ *R. stolonifer* ในขณะที่น้ำมันกานพลูออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อราชนิดนี้ได้ ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของน้ำมันกานพลูในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราชนิดนี้คือ 100,000 พีพีเอ็ม

ทิวาพร พรหมรัตน์ และ วลัยรัตน์ จันทรปานนท์ (2549) ได้ศึกษาวิธีการและสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารจากขมิ้นชันและฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรีย โดยการสกัดเปรียบเทียบระหว่างวิธีการสกัดร้อน (Soxhlet extraction) และวิธีการสกัดเย็น (Maceration) และการกลั่นด้วยน้ำ (Hydrodistillation) และศึกษาปริมาณสารองค์ประกอบหลักของสารสกัดจากขมิ้นชันที่มีความสามารถในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย ผลการศึกษาพบว่าวิธีการที่เหมาะสมคือ วิธีสกัดร้อน และภาวะที่เหมาะสมในการสกัดวิธีนี้คือ การสกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 6 ชั่วโมง โดยอัตราเร็วในการสกัด 6 siphon/ชั่วโมง สารสกัดที่ได้มีค่าร้อยละของผลผลิตเท่ากับ 23.75 และมีสารองค์ประกอบหลักจากการวิธีวิเคราะห์โดยวิธี GC-MS เป็น Beta-Tumerone 50.14 เปอร์เซ็นต์, AR-Tumerone 27.16 เปอร์เซ็นต์ และ Alpha-Tumerone 22.70 เปอร์เซ็นต์ และค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ จากการทดสอบด้วยวิธี Broth diffusion method ต่อเชื้อแบคทีเรีย 10 ชนิด คือ *Staphylococcus simulans*, *S. epidermidis*, *S. capitis*, *S. auriculais*, *S. lugdunensis*, *Eschericha colo* TISTR 780, *E. coli* O157 : H7, *E. coli* TISTR 073, *E. coli* TISTR 074 และ *Salmonella spp.* เท่ากับ 0.064, 0.032, 0.064, 0.064, 0.064, 0.016, 0.016, 0.016, 0.064 และ 0.016 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ

เอกรินทร์ ภัทรธนวดี และคณะ (2549) ได้ศึกษาถึงประสิทธิภาพสารต้านจุลินทรีย์ของสารสกัดเครื่องเทศต่อจุลินทรีย์ก่อโรคและจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย โดยสารสกัดขิง ข่า ขมิ้นและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระชาย ถูกนำมาทดสอบความสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ 3 กลุ่ม ได้แก่ แบคทีเรียก่อโรค แบคทีเรียที่ทำให้อาหารเน่าเสีย และ รา ด้วยวิธี agar diffusion สำหรับแบคทีเรียก่อโรค พบว่า *Salmonella typhimurium* และ *Eschericia coli* O157:H7 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดเครื่องเทศทั้ง 4 ชนิด อยู่ระหว่าง 8-10 เปอร์เซ็นต์ (v/v) สารสกัดกระชายมีความสามารถยับยั้ง *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus* และ *Staphylococcus aureus* ได้ดีกว่าสารสกัดขิง ขมิ้น และข่า ค่าความเข้มข้นต่ำสุดอยู่ระหว่าง 0.2-0.4 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ขณะที่แบคทีเรียที่ทำให้อาหารเน่าเสียประกอบด้วย *Lactobacillus plantarum* *L. cellobiosus* ค่าความเข้มข้นต่ำสุดต่อสารสกัดข่ามีค่าเท่ากับ 4 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ในส่วนของเชื้อรา *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *A. parasiticus* และ *Fusarium oxysporum* พบว่า สารสกัดกระชายและขิงมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ดี โดยมีค่าความเข้มข้นต่ำสุดอยู่ระหว่าง 8-10 เปอร์เซ็นต์ และมากกว่าหรือเท่ากับ 10 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ตามลำดับ

อาภากร สุภาพิพัฒน์ และ จิตศิริ ราชตนพันธุ์ (2550) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพรไทยตระกูลเหง้าในการยับยั้ง *Listeria monocytogenes* ในเนื้อไก่สดบรรจุสภาวะสุญญากาศแช่เย็น โดยใช้น้ำมันหอมระเหยจากขิง ข่า กระชาย และขมิ้น ผลการศึกษาพบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกระชายยับยั้งเชื้อ *L. monocytogenes* ดีที่สุด โดยเฉพาะการใช้น้ำมันหอมระเหยร่วมกับการเก็บในสภาวะสุญญากาศจะยับยั้งได้ดีกว่าสภาวะที่มีอากาศ โดยน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นเท่ากับ 5 เปอร์เซ็นต์ (v/w) ร่วมกับการเก็บในสภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สามารถทำลาย *L. monocytogenes* ปริมาณ 3 loc cfu/g ได้หมดภายใน 1 วัน ส่วนน้ำมันหอมระเหยข่า ขิง ขมิ้น ไม่มีฤทธิ์ในการทำลายจุลินทรีย์ แต่สามารถควบคุมไม่ให้จุลินทรีย์เพิ่มจำนวนตลอดระยะเวลา 5 วัน ดังนั้นการใช้น้ำมันหอมระเหยร่วมกับการบรรจุแบบสุญญากาศและการแช่เย็นเนื้อไก่สด สามารถยับยั้งการเจริญและทำลายเชื้อ *L. monocytogenes* ที่ปนเปื้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงอาจเป็นแนวทางในการนำไปควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรคในอาหารและจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสียในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ประเภทอื่นต่อไป

Habsha และคณะ (2000) ได้ศึกษาการสกัดสารจากพืชวงศ์ขิง 13 สายพันธุ์ ด้วยไดโคลโรมีเทนและเมทานอล เพื่อศึกษากิจกรรมการต้านจุลินทรีย์และต้านออกซิเดชัน ผลการศึกษาพบว่ากิจกรรมการต้านจุลินทรีย์ส่วนใหญ่เป็นการต้านแบคทีเรีย ส่วนการสกัด *Costus discolor* ด้วยเมทานอลมีผลต่อการต้านเชื้อราเฉพาะ *Aspergillus ochraceous* และสารสกัดทั้งหมดมีกิจกรรมต้านออกซิเดชันที่สูงเมื่อเทียบกับ α-tocopherol

Jirawan และคณะ (2005) ได้ศึกษาสมบัติในการต้านจุลินทรีย์ของพืชวงศ์ขิงต่อ *Staphylococcus aureus* โดยสกัดสารจากข่า ขิง ขมิ้น และกระชายด้วยเอทานอล และนำมาทดสอบการต้านแบคทีเรีย *S. aureus* 209P *Escherichia coli* (NIHJJC-2) ด้วยวิธี agar disc diffusion assay พบว่าสารสกัดจากข่ามีกิจกรรมการยับยั้งต่อ *S. aureus* ได้ดีกว่าสารจาก ขิง กระชาย และขมิ้น แบคทีเรียแกรมบวกและยีสต์มีความไวต่อสารสกัดจากข่า ผลของการยับยั้งขึ้นกับระยะเวลาที่ได้รับสารและความเข้มข้นของเซลล์แบคทีเรีย กลไกการยับยั้งในสารจากข่าด้วยเอทานอลพบว่า ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของพีเอชในเซลล์ และทำลายโปรตีนภายในเซลล์ ตลอดจนมีผล

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำลายเซลล์เมมเบรนที่ล้อมรอบไซโทพลาสซึม ทำให้เกิดการรั่วไหลของไซโทพลาสซึมและไอออนในเซลล์ ผลจากการทดลองนี้สามารถใช้เป็นแนวทางเพื่อการใช้ประโยชน์ของสารสกัดจากเครื่องเทศเนื่องจากเป็นสารต้านจุลินทรีย์โดยธรรมชาติที่ช่วยควบคุมจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในอาหารตลอดจนจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารในโรงงานอุตสาหกรรมเน่าเสียได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัยและผลการวิจัย

3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

วัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวอย่างพืชวงศ์ขิง 5 ชนิด คือ กระชาย ขิง ข่า ขมิ้น กระชาย และกระชายดำ
2. เชื้อแบคทีเรีย เชื้อแบคทีเรียที่ใช้ในการศึกษา 4 สายพันธุ์ ได้แก่

Bacillus cereus TISTR 687

Staphylococcus aureus TISTR 118

Enterococcus faecium TISTR 1283

Lactobacillus pentosus

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1. ชุดเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยแบบต้มกลั่น
2. โกร่งบด
3. ปั้มน้ำขนาดเล็ก
4. ตู้ปลอดเชื้อ
5. ห่วงเขี่ยเชื้อ
6. เครื่องชั่ง ขนาด 2000 กรัม
7. มีด
8. เขียง
9. กะละมัง
10. บีกเกอร์
11. เพลทแก้วสำหรับเพาะเชื้อจุลินทรีย์
12. ขวดรูปชมพู่
13. กระบอกตวง
14. ขวดสีชาพร้อมฝาปิด
15. แผ่นกระดาษสำหรับจุ่มสารละลาย (Paper disc ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.6 ซม.)

3.2 วิธีดำเนินการวิจัย

การสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยเอทธานอล

สกัดน้ำมันหอมระเหยโดยใช้อัตราส่วนของสมุนไพรสด : เอทธานอล 95 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 1 : 5 (น้ำหนัก/ปริมาตร) เริ่มทำการสกัดโดยหั่นสมุนไพรแต่ละชนิดและชั่งน้ำหนักชนิดละ 10 กรัม นำไปบดในโกร่งบดจนละเอียด จากนั้นนำไปแช่เพื่อให้เกิดการสกัดด้วยเอทธานอล 95 เปอร์เซ็นต์ 50 มิลลิลิตร แช่ส่วนผสมไว้ในขวดรูปชมพู่ ทิ้งไว้ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำมากรองด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระดาษกรอง จะได้ส่วนที่ผ่านการกรองเรียกว่า crude ethanol extract essential oil ซึ่งเป็นส่วนที่นำไปทดสอบการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียต่อไป

การสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยการกลั่นด้วยน้ำร้อน

การเตรียมชิ้นสมุนไพร น้ำสมุนไพรแต่ละชนิดมาชั่งน้ำหนัก ตัดแต่งส่วนที่ไม่สมบูรณ์ออก ล้างน้ำให้สะอาด หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ เพื่อให้น้ำมันหอมระเหยออกจากเซลล์ได้ง่ายขึ้น วิธีการ กลั่นใช้อัตราส่วนของสมุนไพร : น้ำสะอาด เท่ากับ 3 : 1 (การสกัดแต่ละครั้งใช้สมุนไพรที่หั่นแล้ว 1,500 กรัม ต่อน้ำสะอาด 500 มิลลิลิตร)

ขั้นตอนการกลั่นน้ำมันหอมระเหย

ทำการติดตั้งเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยแบบวิธีกลั่นด้วยน้ำร้อน จากนั้นเปิดเครื่องกลั่นโดยใช้อุณหภูมิในการกลั่นเริ่มต้นที่ 360 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 10 นาทีแรก น้ำในระบบการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจะเริ่มเดือด ระยะเวลา 20 นาทีเริ่มเกิดการควบแน่นของไอน้ำและน้ำมันหอมระเหย ไอน้ำจะผ่านการควบแน่นเป็นหยดน้ำ และน้ำมันหอมระเหยจะลอยตัวเหนือน้ำ ซึ่งสามารถสังเกตได้ชัดเจน ซึ่งขั้นตอนนี้ผู้กลั่นต้องเฝ้าดูและปรับอุณหภูมิตลอดเวลาการกลั่น เนื่องจากวัตถุดิบที่ใช้มีน้ำเป็นองค์ประกอบไม่เท่ากัน บางชนิดมีน้ำเป็นองค์ประกอบมาก เช่น กระชาย ถ้าใช้อุณหภูมิ 360 องศาเซลเซียส ตลอดเวลาการกลั่นจะทำให้มีน้ำออกมาในขวดกลั่นมาก ถ้าน้ำออกมามากจะต้องปรับอุณหภูมิให้ต่ำลงตามอัตราน้ำที่ออกมาในขวดกลั่น มิฉะนั้นน้ำจะเพิ่มปริมาณมากและไหลขึ้นไปปนกับน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้ เวลาที่ใช้การกลั่นสมุนไพรแต่ละชนิด ประมาณ 3 ชั่วโมง เมื่อครบ 3 ชั่วโมง ปิดเครื่องกลั่น แยกส่วนของน้ำและน้ำมันหอมระเหยออกจากกัน โดยเปิดวาล์วให้น้ำไหลออกจากเครื่องกลั่นให้หมดเหลือเพียงน้ำมันหอมระเหยบริสุทธิ์ ใช้กระบอกตวงรองรับน้ำมันหอมระเหยจากเครื่องกลั่น จากนั้นบรรจุน้ำมันหอมระเหยลงในขวดสีชา เก็บไว้สำหรับทดสอบการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียต่อไป

การเตรียมแผ่นกระดาษทดสอบ

การเตรียมแผ่นทดสอบด้วย Crude ethanol extract essential oil นำแผ่น paper disc ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.6 เซนติเมตร ไปฆ่าเชื้อ จากนั้นนำไปอบให้แห้ง และนำไปจุ่ม Crude ethanol extract essential oil ให้ชุ่ม จากนั้นปล่อยให้แห้ง เก็บใส่จานแก้วที่ฆ่าเชื้อแล้วเพื่อนำไปใช้ในการทดสอบต่อไป

การเตรียมแผ่นทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการกลั่น เริ่มต้นด้วยการเจือจางน้ำมันหอมระเหยด้วย เอทธานอล 99.99 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้อัตราส่วนของน้ำมันหอมระเหยต่อเอทธานอล เท่ากับ 1 : 2 โดยปริมาตร จากนั้นนำแผ่น paper disc ที่ฆ่าเชื้อแล้วไปจุ่มน้ำมันหอมระเหยที่เจือจาง ปล่อยให้แห้งและเก็บไว้ในจานแก้วเพื่อนำไปทดสอบต่อไป

การทดสอบการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย

การเตรียมเชื้อแบคทีเรีย เขี่ยเชื้อแบคทีเรียจากหลอดสตอร์คมาสตรีคในหลอดอาหารแข็ง NA ยกเว้นเชื้อ *Enterococcus faecium* TISTR 1283 และ *Lactobacillus pentosus* ซึ่งต้องเลี้ยงในหลอดอาหารแข็ง MRS บ่มเชื้อดังกล่าวไว้ในตู้บ่มอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเตรียมเชื้อแบคทีเรียสำหรับการทดสอบ เมื่อเชื้อเจริญในตู้บ่มดีแล้ว ละลายเชื้อแบคทีเรียที่ต้องการทดสอบด้วยน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้ว จะได้สารละลายเชื้อแบคทีเรีย นำสารละลายเชื้อแบคทีเรียไปเติมลงในอาหารแข็ง NA และ MRS ที่ผ่านการหลอมและมีอุณหภูมิระหว่าง 50-55 องศาเซลเซียส ผสมสารละลายแบคทีเรียกับอาหารให้เข้ากันโดยการเขย่าในขวดรูปชมพู่ จากนั้นเทอาหารเหลวลงในจานแก้วที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ปล่อยให้เย็น จะได้เชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในจานอาหารแข็งสำหรับนำไปทดสอบการยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยต่อไป

การทดสอบการยับยั้ง นำจานอาหารแข็งที่เตรียมไว้มาทำเครื่องหมายเป็นจุดต่างๆ ตามชนิดของน้ำมันหอมระเหยที่ต้องใช้ นำแผ่น paper disc ที่ชุบน้ำมันหอมระเหยแล้วมาวางบนจานอาหารแข็งตามจุดที่ได้ทำเครื่องหมายไว้ จากนั้นนำไปบ่มในตู้บ่ม อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สังเกตการเกิดวงใส (clear zone) รอบๆ paper disc ถ้ามีเคลียร์โซนเกิดขึ้น แสดงว่าน้ำมันหอมระเหยชนิดนั้นมีผลต่อการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย ถ้าไม่เกิดเคลียร์โซนแสดงว่าน้ำมันหอมระเหยนั้นไม่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย วัดขนาดของเคลียร์โซนที่เกิดขึ้นและบันทึกผล

การประยุกต์ใช้น้ำมันหอมระเหยในอาหาร

การศึกษาการประยุกต์ใช้น้ำมันหอมระเหยในการเก็บรักษาอาหาร ได้ทำการศึกษาโดยใช้สมุนไพรและน้ำสกัดจากสมุนไพรที่มีผลต่อการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียมาศึกษาต่อ ซึ่งในการศึกษาได้ใช้กระชายและขิงมาศึกษากับอาหารประเภทเนื้อสัตว์และเครื่องดื่ม ดังนี้

การศึกษาผลของน้ำขิงต่อการยับยั้งเชื้อ *Bacillus cereus* และ *Staphylococcus aureus* ในน้ำนมและน้ำแครอท

การเตรียมน้ำนม เตรียมน้ำนมตามสูตร คือ

ทรีทเมนต์	ส่วนผสมในการเตรียมน้ำนม					รวม (มล.)
	น้ำนม (มล)	น้ำกลั่น (มล.)	น้ำขิง (มล.)	นมผง (กรัม)	น้ำตาลทราย (กรัม)	
1	50	40	0	5	5	100
2	50	30	10	5	5	100
3	50	25	15	5	5	100
4	50	20	20	5	5	100

เตรียมน้ำนมตามสูตรในตาราง ผสมให้เข้ากันและเทใส่ขวด จากนั้นนำไปพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้นนำมาเติมเชื้อที่ทดสอบแต่ละชนิด 1 เปอร์เซ็นต์ ผสมน้ำนมกับเชื้อให้เข้ากันดี เทส่วนผสมในถ้วยขนาดเล็ก ปิดผา นำไปเก็บไว้ในตู้เย็น อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เก็บตัวอย่างมาตรวจนับจำนวนเชื้อที่อายุการเก็บ 0-5 วัน โดยใช้อาหารแข็ง NA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเตรียมน้ำแครอท เตรียมน้ำแครอทตามสูตร คือ

ทรีทเมนต์	ส่วนผสมในการเตรียมน้ำนม					รวม (มล.)
	น้ำแครอท (มล)	น้ำกลั่น (มล.)	น้ำขิง (มล.)	นมผง (กรัม)	น้ำตาลทราย (กรัม)	
1	50	40	0	5	5	100
2	50	30	10	5	5	100
3	50	25	15	5	5	100
4	50	20	20	5	5	100

หมายเหตุ น้ำแครอทที่ใช้ในการศึกษาก่อนนำมาผสมตามสูตรเป็นน้ำแครอทที่มีส่วนผสมของน้ำสับปะรด 50 เปอร์เซ็นต์ เพราะเหมาะต่อการใช้เป็นเครื่องดื่ม

เตรียมน้ำแครอทตามสูตรในตาราง ผสมให้เข้ากันและเทใส่ขวดและนำไปพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้นนำมาเติมสารละลายเชื้อ *Bacillus cereus* 1 เปอร์เซ็นต์ ผสมน้ำแครอทกับเชื้อให้เข้ากันดี เทส่วนผสมในขวดดูแรนขนาดเล็ก ปิดผา นำไปเก็บไว้ในตู้เย็น อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เก็บตัวอย่างมาตรวจนับจำนวนเชื้อที่อายุการเก็บ 0-5 วัน โดยใช้อาหารแข็งสูตร NA

การศึกษาผลของขิงและกระชายต่อการยับยั้งเชื้อ *Bacillus cereus* และ *Staphylococcus aureus* ในเนื้อไก่สุก

เตรียมเนื้อไกโดยใช้เนื้อไก่บดต้มให้สุก ผสมกับขิงและกระชายในรูปแบบของการหั่นเป็นชิ้นละเอียด และเติมในรูปของน้ำมันหอมระเหย จากนั้นเติมเชื้อที่ใช้ทดสอบ ผสมให้เข้ากัน แบ่งใส่ถ้วยขนาดเล็ก ปิดฝา จากนั้นนำไปเก็บไว้ในตู้เย็น อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เก็บตัวอย่างตรวจนับจำนวนเชื้อทุก 3 วัน เป็นเวลา 15 วัน โดยใช้อาหารแข็งสูตร NA

3.3 ผลการวิจัย

3.3.1 ลักษณะของน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการสกัดด้วยเอทธานอลและจากการกลั่น

น้ำมันหอมระเหยที่สกัดโดยใช้เอทธานอล

เมื่อทำการบดตัวอย่างพืชวงศ์ขิงทั้ง 5 ชนิด นำไปใส่ในฟลาส์ที่มีเอทธานอล 95 เปอร์เซ็นต์ เขย่าให้เข้ากัน และตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จากนั้นนำมากรองผ่านกระดาษกรอง ลักษณะของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้มีสีตามสีของพืชวงศ์ขิงที่ใช้ โดยเฉพาะกระชายดำและขมิ้นมีสีม่วงและสีเหลือง เมื่อนำมาเตรียมแผ่นกระดาษสำหรับทดสอบจุลินทรีย์ สีของแผ่นทดสอบก็มีสีเดียวกัน

น้ำมันหอมระเหยที่สกัดโดยใช้การกลั่น

ขิง น้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการกลั่นมีสีเหลืองอ่อน ลักษณะใส มีกลิ่นฉุน ผลผลิตของน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการกลั่น เท่ากับ 0.10 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข่า น้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการกลั่นมีสีเหลืองอ่อน ลักษณะใส มีกลิ่นฉุน ผลผลิตของน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการกลั่น เท่ากับ 0.10 เปอร์เซ็นต์

ขมิ้น น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากการกลั่นมีสีเหลือง ลักษณะใส มีกลิ่นฉุน ผลผลิตของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากการกลั่น เท่ากับ 0.19 เปอร์เซ็นต์

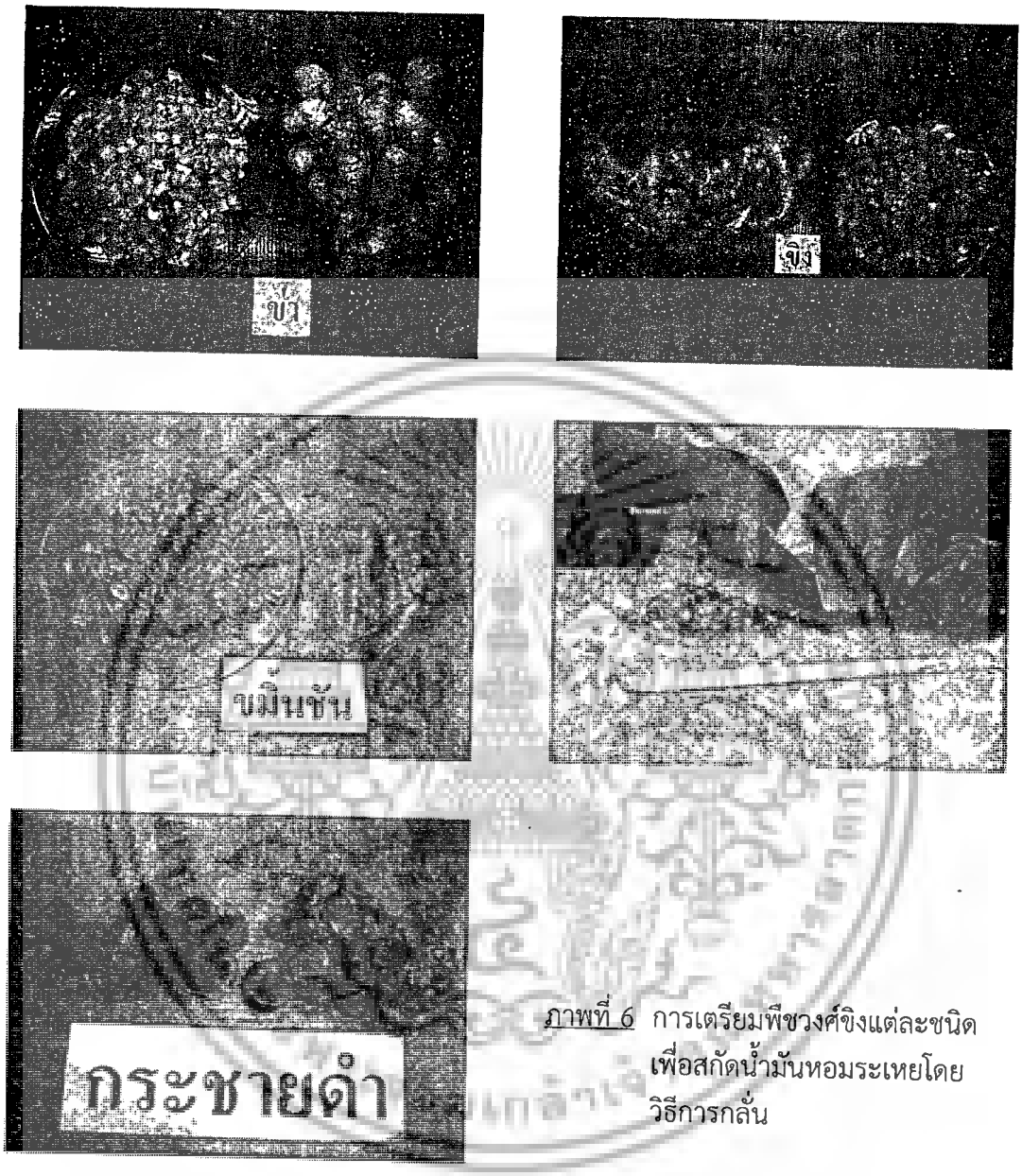
กระชาย น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากกการกลั่นมีสีเหลืองอ่อน ลักษณะใส มีกลิ่นฉุน ผลผลิตของน้ำมันหอมระเหยที่ได้ เท่ากับ 0.17 เปอร์เซ็นต์

กระชายดำ น้ำมันหอมระเหยที่ได้มีสีลักษณะใส มีกลิ่นฉุนมาก ผลผลิตของน้ำมันหอมระเหยที่ได้ เท่ากับ 0.01 เปอร์เซ็นต์

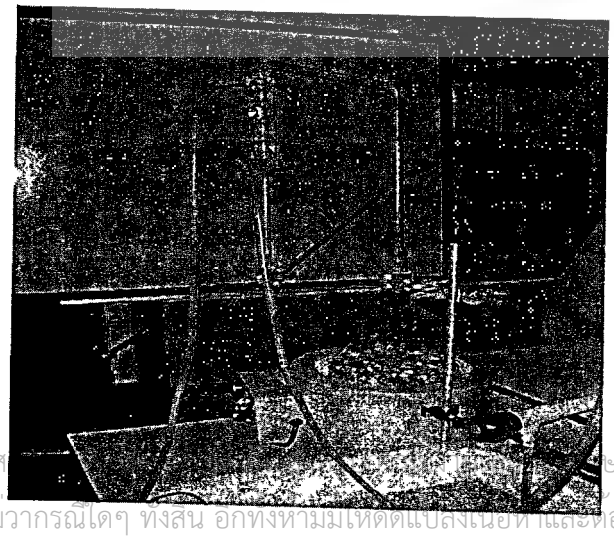
ตารางที่ 5 ผลผลิตของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้และลักษณะของน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิด

ชนิดของพืชวงศ์ขิง	วัตถุดิบที่ใช้ในการสกัด (กก.)	น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ (มล.)	ผลผลิต (เปอร์เซ็นต์)	ลักษณะของน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิด
ขิง	28	30	0.10	มีสีเหลืองอ่อน ลักษณะใส มีกลิ่นฉุน
ข่า	26	30	0.12	มีสีเหลืองอ่อน ลักษณะใส มีกลิ่นฉุน
ขมิ้น	16	30	0.19	มีสีเหลือง ลักษณะใส มีกลิ่นฉุน
กระชาย	18	30	0.17	มีสีเหลืองอ่อน ลักษณะใส มีกลิ่นฉุน
กระชายดำ	30	3	0.01	มีลักษณะขาวใส มีกลิ่นฉุนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

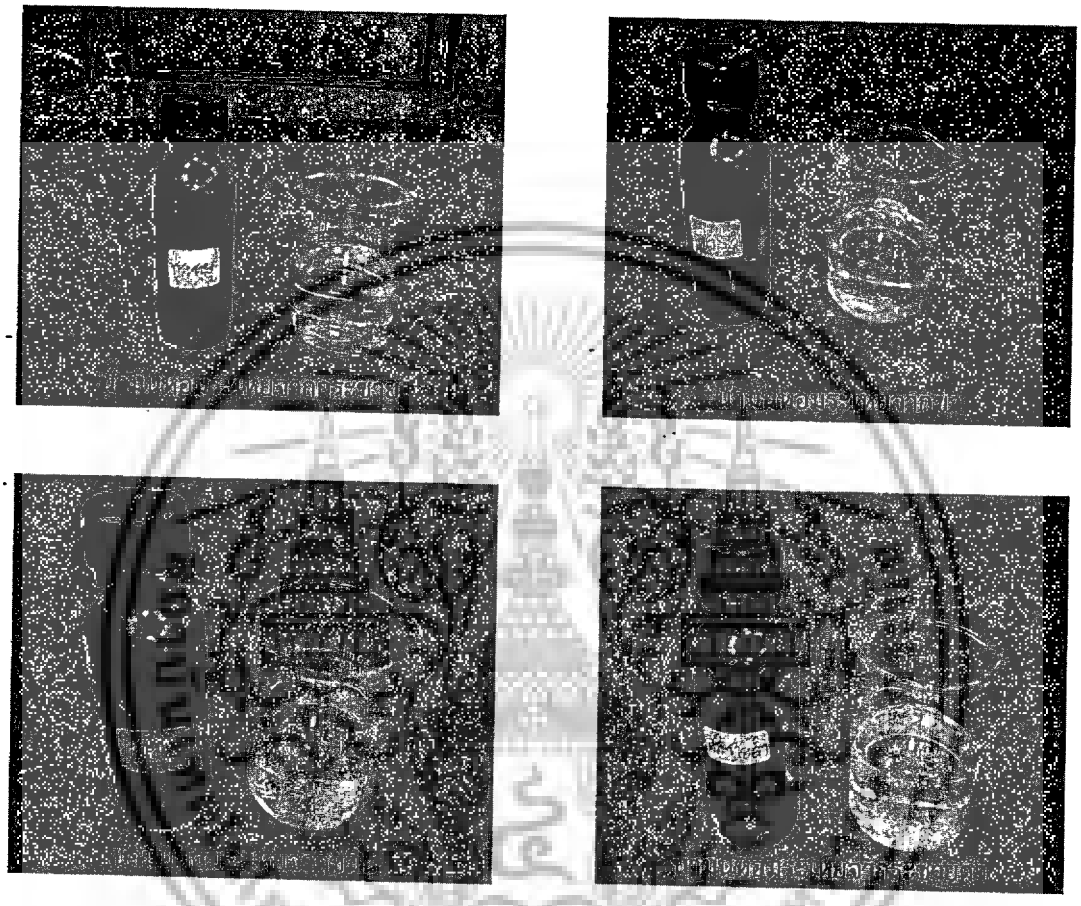


ภาพที่ 6 การเตรียมพืชวงศ์ขิงแต่ละชนิดเพื่อสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยวิธีการกลั่น



ภาพที่ 7 การสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยการกลั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 ตัวอย่างน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้และเก็บไว้ในขวดสีชา สำหรับนำไปทดลองต่อไป

3.3.2 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชวงศ์ขิงที่สกัดด้วยเอทธานอลและการกลั่นต่อการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่ทดสอบ

นำแผ่น Paper disc ที่จุ่มน้ำมันหอมระเหยที่ผ่านการสกัดทั้ง 2 วิธี มาทดสอบการยับยั้งแบคทีเรียโดยใช้อาหารแข็ง NA และ MRS และวัดการเกิดเคลียร์โซนรอบแผ่นกระดาษ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 6 และ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 ขนาดของเคลียร์โซนเมื่อทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยที่สกัดโดยเอทธานอล

ชนิดของน้ำมันหอมระเหย	ขนาดของเคลียร์โซน (มม.) ที่เกิดขึ้นกับเชื้อแบคทีเรียที่ทดสอบ			
	Bacillus	*Staphylococcus*	*Enterococcus*	*Lactobacillus*
น้ำมันหอมระเหยจากขิง	1.0	-	-	-
น้ำมันหอมระเหยจากข่า	1.	-	-	-
น้ำมันหอมระเหยจากขมิ้น	-	-	-	-
น้ำมันหอมระเหยจากกระชาย	2.25	1.25	-	-
น้ำมันหอมระเหยจากกระชายดำ	1.	3.5	-	-

หมายเหตุ ค่าในตาราง เป็นค่าเฉลี่ยจากการทดสอบ 4 ค่า
- = ไม่เกิดการยับยั้ง

ผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อที่ทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยที่สกัดโดยใช้เอทธานอล พบว่า เกิดเคลียร์โซนใน เชื้อ *B. cereus* เมื่อใช้น้ำมันหอมระเหยจากขิง ข่า กระชาย และกระชายดำ โดยน้ำมันหอมระเหยจากกระชายมีขนาดของเคลียร์โซนมากที่สุด คือ 2.25 มิลลิเมตร ส่วนเชื้อ *Staphylococcus aureus* เกิดเคลียร์โซนเมื่อใช้น้ำมันหอมระเหยจาก กระชาย และกระชายดำ โดยกระชายดำมีขนาดของเคลียร์โซนมากที่สุดคือ 3.5 มิลลิเมตร ส่วนกระชายมีขนาดของเคลียร์โซน 1.25 ส่วนเชื้อ *Enterococcus* และ *Lactobacillus* ไม่มีเคลียร์โซนเกิดขึ้น แสดงว่าน้ำมันหอมระเหยที่ใช้ทดสอบไม่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อ

ตารางที่ 7 ขนาดของเคลียร์โซนเมื่อทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยที่สกัดโดยการกลั่น

ชนิดของน้ำมันหอมระเหย	ขนาดของเคลียร์โซน (มม.) ที่เกิดขึ้นกับเชื้อแบคทีเรียที่ทดสอบ			
	Bacillus	*Staphylococcus*	*Enterococcus*	*Lactobacillus*
น้ำมันหอมระเหยจากขิง	20.5	4.75	1.5	1.25
น้ำมันหอมระเหยจากข่า	3.5	1.75	-	-
น้ำมันหอมระเหยจากขมิ้น	1.5	-	-	-
น้ำมันหอมระเหยจากกระชาย	6.0	1.0	1.5	5.25
น้ำมันหอมระเหยจากกระชายดำ	5.5	1.0	-	-

หมายเหตุ ค่าในตาราง เป็นค่าเฉลี่ยจากการทดสอบ 4 ค่า - = ไม่เกิดการยับยั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อที่ทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยที่สกัดโดยใช้วิธีการกลั่นพบว่า เกิดเคลียร์โซนใน เชื้อ *B. cereus* เมื่อใช้น้ำมันหอมระเหยจากขิง ข่า ขมิ้นกระชาย และกระชายดำ โดยน้ำมันหอมระเหยจากขิงมีขนาดของเคลียร์โซนมากที่สุด คือ 20.50 มิลลิเมตร รองลงมาคือ กระชาย มีขนาดเคลียร์โซนเท่ากับ 6.0 และกระชายดำเท่ากับ 5.5 มิลลิเมตร เชื้อ *Staphylococcus aureus* เกิดเคลียร์โซนเมื่อใช้น้ำมันหอมระเหยจาก ขิง ข่า กระชาย และกระชายดำ โดยขิงมีขนาดของเคลียร์โซนมากที่สุดคือ 4.75 มิลลิเมตร ข่า 1.75 มิลลิเมตร ส่วนกระชายและกระชายดำ มีขนาดของเคลียร์โซนเท่ากับ คือ 1.0 มิลลิเมตร ส่วนเชื้อ *Enterococcus* มีเคลียร์โซนเมื่อใช้น้ำมันหอมระเหยจากขิง และกระชาย ท้ายสุดคือ *Lactobacillus* มีเคลียร์โซนเกิดขึ้นเมื่อใช้น้ำมันหอมระเหยจากขิงและกระชาย โดยกระชายมีขนาดของเคลียร์โซนเท่ากับ 5.25

การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลของน้ำมันหอมระเหยทั้งการสกัดด้วยเอทธานอลและการสกัดด้วยการกลั่น โดยทำการศึกษาในสภาวะเดียวกัน ผลการเปรียบเทียบแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบผลการยับยั้งของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดด้วยเอทธานอลและการกลั่นต่อการเจริญของแบคทีเรีย

ชนิดของน้ำมันหอมระเหย	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเคลียร์โซน (มม.)							
	Bacillus		*Staphylococcus*		*Enterococcus*		*Lactobacillus*	
	EE	ED	EE	ED	EE	ED	EE	ED
ขิง	-	12.15	-	5.92	-	-	-	-
ข่า	-	-	-	-	-	-	-	-
ขมิ้น	-	-	-	-	-	-	-	-
กระชาย	2.4	5.57	2.0	3.0	-	3.5	-	-
กระชายดำ	1.0	2.8	2.8	2.75	-	-	-	-

หมายเหตุ EE = Essential oil extraction by ethanol

ED = Essential oil extraction by distillation

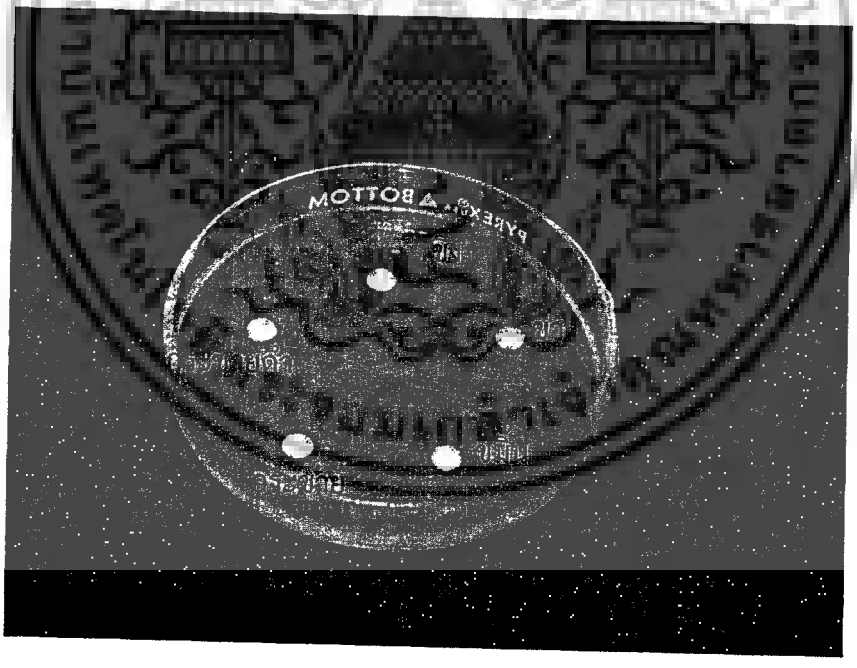
จากตารางที่ 8 พบว่า น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากขิง กระชาย และกระชายดำ มีผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Bacillus* และ *Staphylococcus* เป็นหลัก โดยที่น้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการกลั่นมีขนาดของเคลียร์โซนมากกว่าน้ำมันหอมระเหยที่สกัดโดยใช้เอทธานอล โดยลักษณะของการเกิดเคลียร์โซนแสดงในภาพที่ 9 จากนั้นจึงเลือกน้ำมันหอมระเหยที่สกัดโดยใช้วิธีการกลั่นของขิงและกระชายมาศึกษาผลการยับยั้งการเจริญ ผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 ผลของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดด้วยวิธีการกลั่นจากขิงและกระชายต่อการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย

ชนิดของน้ำมันหอมระเหยจากพืชวงศ์ขิง	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเคลียร์โซน (มม.)			
	Bacillus	*Staphylococcus*	*Enterococcus*	*Lactobacillus*
ขิง	17.05	8.96	-	-
กระชาย	6.71	6.0	3.87	-

จากตารางที่ 9 พบว่าน้ำหอมระเหยที่สกัดโดยวิธีการกลั่นที่ได้จากขิง และกระชาย มีผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Bacillus* และ *Staphylococcus* เป็นหลัก โดยที่น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากขิงมีเคลียร์โซนเท่ากับ 17.05 และ 8.96 มิลลิเมตร ในเชื้อ *Bacillus* และ *Staphylococcus* ตามลำดับ ซึ่งมากกว่ากระชาย คือ 6.71 และ 6.0 ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากกระชายมีผลในการยับยั้ง *Enterococcus* แต่ไม่มีผลในการยับยั้ง *Lactobacillus*



ภาพที่ 9 แสดงการเกิดเคลียร์โซน ของน้ำมันหอมระเหยในการยับยั้งการเจริญของ *Bacillus cereus*

จากการศึกษาถึงผลของน้ำมันหอมระเหยจาก ขิง ข่า ขมิ้น กระชาย และกระชายดำต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย 4 สายพันธุ์ พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากขิงและกระชายมีผลต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การยับยั้งเชื้อ *Bacllus cereus* และ *Stapyhlococcs aureua* มากที่สุด ซึ่งเชื้อแบคทีเรียทั้ง 2 สายพันธุ์นี้เป็นเชื้อที่พบได้ในอาหารหลายชนิด ดังนั้นการศึกษาขั้นตอนต่อไปซึ่งเป็นการศึกษาถึงการประยุกต์ใช้ในอาหารบางส่วนเป็นเบื้องต้น จึงได้เลือกใช้ขิงเฉพาะขิงและกระชาย เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาเบื้องต้นต่อไป

3.3.3 ผลการประยุกต์ใช้น้ำมันหอมระเหยในอาหาร

การศึกษาผลของน้ำขิงต่อการยับยั้งเชื้อ *Bacillus cereus* และ *Staphylococcus aureus* ในน้ำนมและน้ำแครอท

น้ำนมและน้ำแครอทจัดเป็นเครื่องดื่มที่มนุษย์นิยมบริโภค การใช้น้ำขิงกับเครื่องดื่มเป็นสิ่งที่ผู้บริโภคคุ้นเคยมากกว่ากระชาย การศึกษาในส่วนนี้จึงใช้เฉพาะน้ำขิงเป็นส่วนผสมในเครื่องดื่ม ซึ่งเตรียมโดยการปั่นขิงกับน้ำ จากนั้นกรองเอาเฉพาะส่วนของน้ำมาผสมในน้ำนมและน้ำแครอท ผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 10 และ 11

ตารางที่ 10 จำนวนเซลล์ของเชื้อ *Bacillus cereus* และ *Staphylococcus aureus* ในน้ำนมที่มีส่วนสมของน้ำขิง 0 10 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ในระหว่างการเก็บรักษาในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ทรีทเมนต์	จำนวนเซลล์ของเชื้อที่อายุการเก็บต่างกันในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (โคโลนี/มล.)					
	0 วัน	1 วัน	2 วัน	3 วัน	4 วัน	5 วัน
B0	3.9×10^{5}	1.0×10^{6}	8.0×10^{6}	9.5×10^{6}	9.0×10^{6}	9.8×10^{7}
B10	3.3×10^{5}	7.6×10^{5}	6.5×10^{5}	7.5×10^{5}	8.4×10^{6}	7.4×10^{7}
B15	3.1×10^{5}	5.0×10^{5}	1.2×10^{5}	5.0×10^{5}	4.5×10^{6}	2.5×10^{7}
B20	3.1×10^{5}	6.0×10^{5}	4.3×10^{5}	5.4×10^{5}	3.7×10^{6}	4.7×10^{7}
S0	2.9×10^{4}	3.0×10^{4}	8.6×10^{4}	4.6×10^{5}	6.6×10^{6}	5.9×10^{7}
S10	3.0×10^{4}	2.0×10^{4}	6.7×10^{4}	5.5×10^{5}	5.1×10^{6}	4.9×10^{7}
S15	3.2×10^{4}	1.0×10^{4}	6.0×10^{5}	3.1×10^{5}	4.3×10^{6}	2.8×10^{7}
S20	3.1×10^{4}	1.0×10^{4}	5.0×10^{5}	5.1×10^{5}	3.5×10^{6}	2.5×10^{7}

หมายเหตุ B = *Bacillus cereus* S = *Staphylococcus aureus*

จากตารางที่ 10 จำนวนเซลล์ที่วิเคราะห์ได้จากน้ำนมที่มีส่วนผสมของน้ำขิง 0 10 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ พบว่า กลุ่มของเชื้อ *Bacillus cereus* มีผลต่อการยับยั้งที่ไม่ชัดเจน โดยจำนวนเซลล์ที่วิเคราะห์ได้เพิ่มขึ้นตามจำนวนอายุการเก็บที่เพิ่มขึ้น และไม่มีความแตกต่างกันระหว่างทรีทเมนต์ที่เติมน้ำขิงระดับความเข้มข้นต่างๆ ในส่วนของเชื้อ *Staphylococcus aureus* ก็ให้ผลในลักษณะเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 11 จำนวนเซลล์ที่วิเคราะห์ได้จากน้ำแครอทที่มีส่วนผสมของน้ำขิง 0 10 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ พบว่า กลุ่มของเชื้อ *Bacillus cereus* มีผลต่อการยับยั้งที่ไม่ชัดเจน โดยจำนวนเซลล์ที่วิเคราะห์ในทุกทรีทเมนต์ ส่วนใหญ่คงที่ 10^5 โคโลนี/มล. จำนวนเซลล์ลดลงเล็กน้อย แต่ไม่มีความชัดเจนในด้านการยับยั้งการเจริญ

ตารางที่ 11 จำนวนเซลล์ของเชื้อ *Bacillus cereus* ในน้ำแครอทที่มีส่วนผสมของน้ำขิง 0 10 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ในระหว่างการเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ทรีทเมนต์	จำนวนเซลล์ของเชื้อเมื่อเก็บในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (โคโลนี/มล.)					
	0 วัน	1 วัน	2 วัน	3 วัน	4 วัน	5 วัน
น้ำขิง 0	5.7×10^5	9.6×10^5	8.5×10^5	5.6×10^5	5.6×10^5	7.7×10^5
น้ำขิง 10	1.0×10^6	1.6×10^6	5.3×10^5	4.9×10^5	8.0×10^5	7.2×10^5
น้ำขิง 15	6.7×10^5	1.3×10^6	9.2×10^6	9.6×10^5	4.1×10^5	5.2×10^5
น้ำขิง 20	6.7×10^5	9.3×10^5	5.0×10^6	4.0×10^5	4.2×10^5	5.3×10^5

จากตารางที่ 12 ทรีทเมนต์ที่ 1 ชุดควบคุม ซึ่งไม่ได้มีการใช้ส่วนผสมของขิงและกระชายแต่อย่างใดในการเก็บรักษา พบว่า จำนวนเซลล์ระหว่างอายุการเก็บรักษา 0-15 วัน ค่อนข้างจะคงที่ที่ 10^2 โคโลนี/กรัม ซึ่งจำนวนเซลล์ที่พบเป็นเซลล์แบคทีเรียที่มีการปนเปื้อนในขั้นตอนของการเตรียมเนื้อไก่บดต้มสุกเป็นหลัก ในทรีทเมนต์ที่ 2 เป็นทรีทเมนต์ที่เตรียมโดยใช้เนื้อไก่บดต้มสุกผสมกับสารละลายเชื้อ *Bacillus cereus* 1 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งยังไม่มีการใช้ขิงและกระชายในการเก็บรักษา พบว่า จำนวนเซลล์ที่วิเคราะห์ได้ระหว่างอายุการเก็บรักษา 0-15 วัน ลดลงจาก 10^5 เป็น 10^3 โคโลนี/กรัม

ทรีทเมนต์ที่ 3 เป็นทรีทเมนต์ที่เตรียมโดยการใช้เนื้อไก่บดต้มสุกผสมกับขิงหั่นละเอียด 10 เปอร์เซ็นต์ และผสมกับสารละลายเชื้อ *Bacillus cereus* 1 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นการใช้ขิงในรูปแบบของการประกอบอาหาร คือหั่นขิงและผสมไปในเนื้อไก่บด จำนวนเซลล์ที่วิเคราะห์ได้ระหว่างอายุการเก็บรักษา 0-15 วัน พบว่า จำนวนเซลล์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา มีบางช่วงของการวิเคราะห์ไม่สามารถตรวจนับจำนวนโคโลนีได้ เนื่องจากมีจำนวนโคโลนีแปลกปลอมเป็นส่วนใหญ่ ส่วนทรีทเมนต์ที่ 4 ซึ่งเป็นทรีมนต์ที่เตรียมโดยใช้เนื้อไก่บดต้มสุกผสมกับน้ำมันหอมระเหยจากขิงที่ผ่านการกลั่น 1 เปอร์เซ็นต์ และผสมกับสารละลายเชื้อ *Bacillus cereus* 1 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นการใช้ขิงในรูปของน้ำมันหอมระเหย จำนวนเซลล์ที่วิเคราะห์ได้ระหว่างอายุการเก็บรักษา 0-15 วัน พบว่า จำนวนเซลล์มีค่าคงที่อยู่ที่ 10^5 โคโลนี/กรัม เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ในรูปของขิงหั่นละเอียดแล้ว จำนวนเซลล์มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 จำนวนเซลล์ของเชื้อ *Bacillus cereus* ในไก่บดต้มสุก ที่ทดสอบโดยขิงและกระชาย ด้วยวิธีการ ต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษาในตู้เย็น ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

อายุการเก็บ (วัน)	จำนวนเชื้อ *Bacillus cereus* (โคโลนี/กรัม) ที่พบในทรีทเมนต์ต่างๆ					
	1	2	3-	4	5	6
0	$3.0x10^2$	$9.2x10^5$	$2.9x10^6$	$3.9x10^5$	$1.9x10^5$	$4.3x10^5$
3	$1.0x10^2$	$5.3x10^4$	$6.3x10^5$	$5.3x10^5$	$4.3x10^6$	$6.3x10^5$
6	$2.0x10^2$	$5.1x10^4$	$2.5x10^5$	$5.6x10^5$	$4.7x10^7$	$1.5x10^5$
9	$2.0x10^2$	$1.5x10^4$	$6.3x10^5$	$3.3x10^5$	$4.6x10^6$	$5.6x10^5$
12	$2.4x10^2$	$2.9x10^3$	นับไม่ได้	$1.1x10^5$	$5.8x10^7$	$6.5x10^5$
15	$4.0x10^2$	$1.3x10^3$	นับไม่ได้	$3.5x10^5$	$1.9x10^8$	$6.5x10^5$

หมายเหตุ

1 = เนื้อไก่บดต้มสุก

2 = เนื้อไก่บดต้มสุก + สารละลาย *Bacillus cereus* 1 เปอร์เซ็นต์

3 = เนื้อไก่บดต้มสุก + ขิงหั่นละเอียด 10 เปอร์เซ็นต์ + สารละลาย *Bacillus cereus* 1 เปอร์เซ็นต์

4 = เนื้อไก่บดต้มสุก + น้ำมันหอมระเหยจากขิง 1 เปอร์เซ็นต์ + สารละลาย *Bacillus cereus* 1 เปอร์เซ็นต์

5 = เนื้อไก่บดต้มสุก + กระชายหั่นละเอียด 10 เปอร์เซ็นต์ + สารละลาย *Bacillus cereus* 1 เปอร์เซ็นต์

6 = เนื้อไก่บดต้มสุก + น้ำมันหอมระเหยจากกระชาย 1 เปอร์เซ็นต์ + สารละลาย *Bacillus cereus* 1 เปอร์เซ็นต์

ทรีทเมนต์ที่ 5 เป็นทรีทเมนต์ที่เตรียมโดยการใช้เนื้อไก่บดต้มสุกผสมกับกระชายหั่นละเอียด 10 เปอร์เซ็นต์ และผสมกับสารละลายเชื้อ *Bacillus cereus* 1 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นการใช้กระชายในรูปแบบของการประกอบอาหาร คือหั่นกระชายและผสมไปในเนื้อไก่บด จำนวนเซลล์ที่วิเคราะห์ได้ระหว่างอายุการเก็บรักษา 0-15 วัน พบว่า จำนวนเซลล์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยเพิ่มจาก 10^6 เป็น 10^8 โคโลนี/กรัม ซึ่งจะเห็นได้ว่าจำนวนเซลล์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเป็นส่วนใหญ่ เมื่อเปรียบเทียบกับทรีทเมนต์ที่ 6 ซึ่งเป็นทรีทเมนต์ที่เตรียมโดยใช้เนื้อไก่บดต้มสุกผสมกับน้ำมันหอมระเหยจากกระชายที่ผ่านการกลั่น 1 เปอร์เซ็นต์ และผสมกับสารละลายเชื้อ *Bacillus cereus* 1 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นการใช้กระชายในรูปของน้ำมันหอมระเหย จำนวนเซลล์ที่วิเคราะห์ได้ระหว่างอายุการเก็บรักษา 0-15 วัน พบว่า จำนวนเซลล์มีค่าคงที่อยู่ที่ 10^5 โคโลนี/กรัม เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ในรูปของขิงหั่นละเอียดแล้วจำนวนเซลล์มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการใช้ขิงและกระชายในรูปของหั่นผสมในเนื้อไก่บดต้มและในรูปแบบของน้ำมันหอมระเหย จะเห็นได้ว่า การใช้ในรูปแบบของการหั่นผสมลงในเนื้อไก่มีผลในการส่งเสริมการเจริญมากกว่าการยับยั้ง ส่วนการใช้ในรูปของน้ำมันหอมระเหยจำนวนเซลล์คงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

อภิปรายผลการวิจัย

4.1 ลักษณะของน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการสกัดด้วยเอทธานอลและการกลั่น

น้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการสกัดด้วยเอทธานอล

เมื่อทำการบดตัวอย่างพืชวงศ์ขิงทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ กระชาย กระชายดำ ขิง ข่า และขมิ้น และนำไปใส่ในฟลาส์ที่มีเอทธานอล 95 เปอร์เซ็นต์ เขย่าให้เข้ากัน และตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จากนั้นนำมากรองผ่านกระดาษกรอง ลักษณะของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้มีสีตามสีของพืชวงศ์ขิงที่ใช้เป็นวัตถุดิบ โดยเฉพาะกระชายดำและขมิ้นมีสีม่วงและสีเหลือง และเมื่อนำมาเตรียมแผ่นกระดาษสำหรับทดสอบจุลินทรีย์ สีของแผ่นทดสอบก็มีลักษณะเช่นเดียวกัน จะเห็นได้ว่าการสกัดในลักษณะนี้น้ำมันหอมระเหยที่ได้จะยังมีองค์ประกอบตามธรรมชาติในวัตถุดิบออกมาด้วย ซึ่งต่างจากการสกัดโดยวิธีการกลั่น

น้ำมันหอมระเหยที่สกัดโดยใช้การกลั่น น้ำมันหอมระเหยที่ได้มีความแตกต่างกันดังนี้

ขิง น้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการกลั่นมีสีเหลืองอ่อน ลักษณะใส มีกลิ่นฉุน ผลผลิตของน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการกลั่น เท่ากับ 0.10 เปอร์เซ็นต์

ข่า น้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการกลั่นมีสีเหลืองอ่อน ลักษณะใส มีกลิ่นฉุน ผลผลิตของน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการกลั่น เท่ากับ 0.10 เปอร์เซ็นต์

ขมิ้น น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากการกลั่นมีสีเหลือง ลักษณะใส มีกลิ่นฉุน ผลผลิตของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากการกลั่น เท่ากับ 0.19 เปอร์เซ็นต์

กระชาย น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากการกลั่นมีสีเหลืองอ่อน ลักษณะใส มีกลิ่นฉุน ผลผลิตของน้ำมันหอมระเหยที่ได้ เท่ากับ 0.17 เปอร์เซ็นต์

กระชายดำ น้ำมันหอมระเหยที่ได้มีสีลักษณะใส มีกลิ่นฉุนมาก ผลผลิตของน้ำมันหอมระเหยที่ได้ เท่ากับ 0.01 เปอร์เซ็นต์

ผลผลิตที่ได้จากการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากพืชวงศ์ขิงทั้ง 5 ชนิด มีความแตกต่างกัน โดยผลผลิตที่ได้จากขมิ้น กระชาย ข่า ขิง และ กระชายดำ เท่ากับ 0.19 0.17 0.12 0.10 และ 0.01 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งผลผลิตที่ได้จากการกลั่นแตกต่างกันไปตามชนิดของวัตถุดิบ โดยเฉพาะในกระชายดำได้ผลผลิตน้อยที่สุด นั่นคือการกลั่นต้องใช้วัตถุดิบในปริมาณมากและกระชายดำเป็นวัตถุดิบที่มีราคาแพง นอกจากนั้นส่วนที่เหลือจากการกลั่นของกระชายดำเมื่อปล่อยให้เย็นจะมีลักษณะคล้ายวุ้น จึงน่าจะเป็นแนวทางที่จะศึกษาการใช้ประโยชน์จากกระชายดำในรูปแบบอื่นต่อไป เช่น การทำน้ำกระชายดำและนำไปเป็นส่วนผสมของการผลิตเครื่องดื่ม เป็นต้น

จากนั้นจึงนำน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ทั้ง 2 วิธี ไปศึกษาผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ทดสอบต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชวงศ์ขิงต่อการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่ใช้ทดสอบ

ผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทดสอบโดยใช้น้ำมันหอมระเหยที่สกัดโดยใช้เอทธานอล มีการเกิดเคลียร์โซนใน เชื้อ *B. cereus* เมื่อใช้น้ำมันหอมระเหยจากขิง ข่า กระชาย และกระชายดำ โดยน้ำมันหอมระเหยจากกระชายมีขนาดของเคลียร์โซนมากที่สุด คือ 2.25 มิลลิเมตร ส่วนเชื้อ *Staphylococcus aureus* เกิดเคลียร์โซนเมื่อใช้น้ำมันหอมระเหยจาก กระชาย และกระชายดำ โดยกระชายดำมีขนาดของเคลียร์โซนมากที่สุดคือ 3.5 มิลลิเมตร ส่วนกระชายมีขนาดของเคลียร์โซน 1.25 ส่วนเชื้อ *Enterococcus* และ *Lactobacillus* ไม่มีเคลียร์โซนเกิดขึ้น ซึ่งจะเป็นได้ว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชแต่ละชนิดมีผลต่อการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้ต่างกัน จึงเป็นแนวทางการเลือกใช้ประโยชน์จากน้ำมันหอมระเหยให้เหมาะสมกับชนิดของจุลินทรีย์

ส่วนผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยที่สกัดโดยใช้วิธีการกลั่น เกิดเคลียร์โซนใน เชื้อ *B. cereus* เมื่อใช้น้ำมันหอมระเหยจากขิง ข่า ขมิ้นกระชาย และกระชายดำ โดยน้ำมันหอมระเหยจากขิงมีขนาดของเคลียร์โซนมากที่สุด คือ 20.50 มิลลิเมตร รองลงมาคือ กระชาย มีขนาดเคลียร์โซนเท่ากับ 6.0 และกระชายดำเท่ากับ 5.5 มิลลิเมตร เชื้อ *Staphylococcus aureus* เกิดเคลียร์โซนเมื่อใช้น้ำมันหอมระเหยจาก ขิง ข่า กระชาย และกระชายดำ โดยขิงมีขนาดของเคลียร์โซนมากที่สุดคือ 4.75 มิลลิเมตร ข่า 1.75 มิลลิเมตร ส่วนกระชายและกระชายดำ มีขนาดของเคลียร์โซนเท่ากัน คือ 1.0 มิลลิเมตร ส่วนเชื้อ *Enterococcus* มีเคลียร์โซนเมื่อใช้น้ำมันหอมระเหยจากขิง และกระชาย ท้ายสุดคือ *Lactobacillus* มีเคลียร์โซนเกิดขึ้นเมื่อใช้น้ำมันหอมระเหยจากขิงและกระชาย โดยกระชายมีขนาดของเคลียร์โซนเท่ากับ 5.25 จะเห็นได้ว่าขนาดของเคลียร์โซนกว้างมากกว่าการใช้น้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการสกัดด้วยเอทธานอล เนื่องจากการกลั่นจะได้น้ำมันหอมระเหยที่มีความบริสุทธิ์มากกว่า ผลการยับยั้งจึงมีความชัดเจน โดยเฉพาะน้ำมันหอมระเหยจากขิงและกระชายมีผลในการยับยั้งเชื้อที่ทดสอบทั้ง 4 ชนิด โดยที่ขิงมีผลยับยั้งสูงกว่ากระชาย

เมื่อเปรียบเทียบผลของการยับยั้งของน้ำมันหอมระเหยระหว่างขิงกับกระชายในภาวะเดียวกับ ผลของการยับยั้งโดยวัดจากเส้นผ่านศูนย์กลางของเคลียร์โซน จะเห็นได้ว่าน้ำหอมระเหยที่สกัดโดยวิธีการกลั่นที่ได้จากขิง และกระชาย มีผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Bacillus* และ *Staphylococcus* เป็นหลัก โดยที่น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากขิงมีเคลียร์โซนเท่ากับ 17.05 และ 8.96 มิลลิเมตร ในเชื้อ *Bacillus* และ *Staphylococcus* ตามลำดับ ซึ่งมากกว่ากระชาย คือ 6.71 และ 6.0 ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากกระชายมีผลในการยับยั้ง *Enterococcus* แต่ไม่มีผลในการยับยั้ง *Lactobacillus*

จากการศึกษาถึงผลของน้ำมันหอมระเหยจาก ขิง ข่า ขมิ้น กระชาย และกระชายดำต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย 4 สายพันธุ์ พบว่า เชื้อแบคทีเรียที่ใช้ทดสอบมีความต้านทานต่อน้ำมันหอมระเหยจากพืชวงศ์ขิงได้ต่างกัน ซึ่งผลของน้ำมันหอมระเหยนั้นมีทั้งการยับยั้งและการทำลาย และบางครั้งสารที่พบในน้ำมันหอมระเหยอาจมีผลกระตุ้นการเจริญหรือส่งเสริมกิจกรรมทางชีวเคมีของจุลินทรียได้ (Zaika, 1988) จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากขิงและกระชายมีผลต่อการยับยั้งเชื้อ *Bacllus cereus* และ *Stapyhlococcs aureua* มากที่สุด ซึ่งเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบคทีเรียทั้ง 2 สายพันธุ์นี้เป็นเชื้อที่พบได้ในอาหารหลายชนิด ดังนั้นจึงเลือกใช้เฉพาะขิงและกระชายเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาการประยุกต์ใช้ในอาหารเป็นเบื้องต้นต่อไป

4.3 การประยุกต์ใช้น้ำมันหอมระเหยในอาหาร

การประยุกต์ใช้ในน้ำนม โดยการผสมน้ำขิงที่ได้จากการปั่นและกรองในการเตรียมน้ำนมความเข้มข้น 0 10 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากการใช้ขิงในอาหารในรูปแบบของการใช้เป็นเครื่องดื่มผู้บริโภคมีความคุ้นเคย ผลการทดสอบจะเห็นได้ว่า กลุ่มของเชื้อ *Bacillus cereus* มีผลต่อการยับยั้งที่ไม่ชัดเจน โดยจำนวนเซลล์ที่วิเคราะห์ได้เพิ่มขึ้นตามจำนวนอายุการเก็บที่เพิ่มขึ้น และไม่มีความแตกต่างกันระหว่างทรีทเมนต์ที่เติมน้ำขิงระดับความเข้มข้นต่างๆ ในส่วนของเชื้อ *Staphylococcus aureus* ก็ให้ผลในลักษณะเดียวกัน ส่วนการทดสอบในน้ำแครอทที่มีการเตรียมในลักษณะเดียวกันพบว่า กลุ่มของเชื้อ *Bacillus cereus* มีผลการยับยั้งที่ไม่ชัดเจน โดยจำนวนเซลล์ที่วิเคราะห์ในทุกทรีทเมนต์ ส่วนใหญ่คงที่ 10^5 โคโลนี/มล. จำนวนเซลล์ลดลงเล็กน้อย ดังนั้นการใช้ขิงและกระชายเป็นส่วนผสมในการเตรียมอาหารไม่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อที่ใช้ทดสอบแต่อย่างใด และอาจมีแนวโน้มว่ามีผลในการส่งเสริมการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ดังที่เคยมีการใช้กระชาย ขิง เป็นส่วนผสมในการหมักอาหาร และพบว่าช่วยทำให้การหมักเกิดได้เร็วขึ้น

การประยุกต์ใช้ขิงและกระชายในการเก็บรักษาเนื้อไก่ที่บดและต้มสุกโดยการเปรียบเทียบหลายวิธีการ คือ เนื้อไก่บดต้มสุกไม่ได้มีการใช้ขิงและกระชาย เนื้อไก่บดต้มสุกเติมสารละลายเชื้อจุลินทรีย์ เนื้อไก่บดต้มสุกผสมขิงหั่นละเอียดและเติมสารละลายจุลินทรีย์ เนื้อไก่บดต้มสุกผสมน้ำมันหอมระเหยจากขิงและเติมสารละลายจุลินทรีย์ เนื้อไก่บดต้มสุกผสมกระชายหั่นละเอียดและเติมสารละลายเชลล์ เนื้อไก่บดต้มสุกผสมน้ำมันหอมระเหยจากกระชายและเติมสารละลายเชลล์ จะเห็นได้ว่าส่วนใหญ่แล้วการใช้ขิงและกระชายในรูปของการหั่นและผสมลงไปในเนื้อไก่บดต้มสุกไม่มีผลในการยับยั้ง ส่วนการใช้ในรูปของน้ำมันหอมระเหยมีผลการยับยั้งการเจริญชัดเจนกว่า แต่มีข้อเสียคือจะมีกลิ่นฉุนของน้ำมันหอมระเหยค่อนข้างรุนแรงกว่าการใช้ในรูปแบบของการหั่นและผสมลงไปในอาหาร ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการใช้ประโยชน์ของเครื่องเทศและสมุนไพรที่ Zaika (1988) ได้สรุปถึงประสิทธิภาพของเครื่องเทศและสมุนไพรในการต้านจุลินทรีย์บางประการว่า เครื่องเทศและสมุนไพรอาจเป็นแหล่งของสารที่ช่วยกระตุ้นการเจริญและการผลิตสารพิษของจุลินทรีย์ได้ สารอาหารที่พบในเครื่องเทศและสมุนไพรอาจมีผลกระตุ้นการเจริญ หรือกิจกรรมทางชีวเคมีของจุลินทรีย์ นอกจากนั้นการใช้น้ำมันหอมระเหยในการเก็บรักษาเนื้อสัตว์ถ้ามีการใช้ร่วมกับวิธีการเก็บรักษาก็จะได้ผลดียิ่งขึ้น ดังนี้ อาภากร สุภาพิพัฒน์ และ จิตศรี ราชตนพันธุ์ (2550) ได้ใช้น้ำมันหอมระเหยร่วมกับการเก็บรักษาในสภาวะที่เป็นสุญญากาศจะยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ดีกว่าสภาวะที่มีอากาศ และผลการศึกษายังได้สรุปว่า น้ำมันหอมระเหยจากข่า ขมิ้น และขิง ไม่มีฤทธิ์ในการทำลายจุลินทรีย์ แต่สามารถควบคุมไม่ให้จำนวนจุลินทรีย์เพิ่มจำนวนขึ้นตลอดระยะเวลา 5 วัน ซึ่งถ้าจะนำน้ำมันหอมระเหยไปใช้ในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ควรใช้ร่วมกับการถนอมอาหารวิธีอื่นตลอดจนมีการประยุกต์ใช้วิธีการเก็บรักษารูปแบบต่างๆ ด้วย จึงจะได้ผลสูงสุด

จากผลการทดลองส่วนนี้จะเห็นได้ว่าการนำน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการกลั่นซึ่งมีความบริสุทธิ์สูงและมีผลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ทดสอบกับอาหารมีข้อจำกัดในเรื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของกลิ่น แต่ถ้าใช้ในรูปแบบของการประกอบอาหารก็มีผลในการยับยั้งที่ไม่ชัดเจน และอีกประการหนึ่ง คือ การเตรียมเนื้อไก่ในลักษณะของการต้มสุกซึ่งเป็นการเก็บรักษาอาหารโดยใช้ความร้อนทำให้สภาพของอาหารไม่เหมาะสมกับการเจริญของจุลินทรีย์ ซึ่งโดยธรรมชาติแล้วเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มนี้จะทำให้เนื้อสัตว์เกิดการเน่าเสียได้แต่มักจะพบในเนื้อที่ยังไม่ได้ผ่านการปรุงหรือการทำให้สุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาถึงผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชวงศ์ขิงต่อการต้านจุลินทรีย์และการใช้ประโยชน์ในอาหาร ขั้นตอนแรกเป็นการศึกษาการสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยใช้เอทธานอลและการสกัดโดยวิธีการต้มกลั่น พร้อมกับศึกษาลักษณะของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ จากนั้นเป็นการศึกษาผลของการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่ใช้ทดสอบ 4 สายพันธุ์ คือ *Bacillus cereus* TISTR 687, *Staphylococcus aureus* TISTR 118, *Enterococcus faecium* TISTR 1283 และ *Lactobacillus pentosus* และสุดท้ายเป็นการประยุกต์ใช้ในการเก็บรักษาเบื้องต้น โดยศึกษากับเครื่องดื่มจากน้ำนมและน้ำแครอท ตลอดจนเนื้อไก่บดต้มสุก ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้

1. น้ำมันหอมระเหยที่สกัดด้วยเอทธานอล ลักษณะของลักษณะของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้มีสีตามสีของพืชวงศ์ขิงที่ใช้เป็นวัตถุดิบ โดยเฉพาะกระชายดำและขมิ้นมีสีม่วงแสะสีเหลือง และเมื่อนำมาเตรียมแผ่นกระดาษสำหรับทดสอบจุลินทรีย์ สีของแผ่นทดสอบก็มีลักษณะเช่นเดียวกัน ส่วนน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการกลั่นส่วนใหญ่มีลักษณะใส มีสีอ่อนๆ ตามชนิดของพืชวงศ์ขิง และมีกลิ่นฉุน ผลผลิตของน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการกลั่นมีความแตกต่างกันตามชนิดของพืช โดยที่น้ำมันหอมระเหยจากกระชายดำมีผลิตผลต่ำสุดคือ 0.01 เปอร์เซ็นต์

2. ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชวงศ์ขิงต่อการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่ใช้ทดสอบโดยวัดจากขนาดของเคลียร์โซน พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากขิงและกระชายมีผลต่อการยับยั้งเชื้อ *Bacllus cereus* และ *Stapyhlococcs aureua* มากที่สุด

3. การประยุกต์ใช้ขิงและกระชายในการเก็บรักษาอาหาร พบว่าการใช้ขิงและกระชายในรูปแบบของการใช้น้ำขิงเป็นส่วนผสมในน้ำนมและน้ำแครอท มีผลในการยับยั้งไม่ชัดเจน ส่วนใหญ่เป็นการส่งเสริมการเจริญมากกว่ายับยั้ง ซึ่งส่วนนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการแปรรูปอาหารโดยการหมัก เพราะมีผลช่วยเร่งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ในการหมัก ส่วนการใช้ประโยชน์ในการเก็บรักษาเนื้อไก่บดต้มสุก พบว่าการใช้ในรูปของขิงและกระชายหั่นมีผลส่งเสริมการเจริญของแบคทีเรีย และเมื่อใช้ในรูปของน้ำมันหอมระเหยพบว่ามีผลในการควบคุมการเจริญของแบคทีเรียโดยจำนวนเซลล์แบคทีเรียคงที่ตลอดการศึกษา แต่มีกลิ่นฉุน

4. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย ขิงและกระชายมีผลต่อแบคทีเรียที่ใช้ทดสอบต่างกัน คือมีทั้งส่งเสริมการเจริญและควบคุมการเจริญ ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงรูปแบบที่เหมาะสมในการใช้ประโยชน์ทางอาหารประเภทต่างๆ เช่น ใช้ในการส่งเสริมการเจริญของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ทางอาหาร และใช้เพื่อยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่เป็นโทษทางอาหาร เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ขิง : Ginger (น้ำมันหอมระเหยขิงอินโดนีเซีย) Available Online : http://www.buytropicalife.com/product_info.php?products_id=551 (10/06/2549)

ขมิ้นชัน. Available online : http://www.gpo.or.th/herbal/curcuma/curcuma.htm (10/06/2549)

ทิวาพร พรหมรัตน์ และ วลัยรัตน์ จันทรปานนท์. 2549. การศึกษาวิธีการและสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารจากขมิ้นชันและฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย. เรื่องเต็มการประชุมวิชาการ ครั้งที่ 44, 30 มกราคม – 2 กุมภาพันธ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาอุตสาหกรรมเกษตร เล่มที่ 6. น. 250-257.

ประเทืองศรี สินชัยศรี. 2547. เทคนิคการกลั่นน้ำมันหอมระเหยและการใช้ประโยชน์ (อัดสำเนา)

ประโยชน์ของน้ำมันหอมระเหย. Available online : http://www.maxaorth.co.th/new%20homepage/fragrancrrim_herb.html (3/06/2549)

วิทย์ เที่ยงบูรณธรรม. 2531. พจนานุกรมสมุนไพรไทย. โอ เอส พริ้นติ้ง เฮาส์. กรุงเทพฯ. 880 น.

สิริลักษณ์ มาลานิยม. 2545. น้ำมันหอมระเหยสารสกัดจากพืชสมุนไพรไทย. สมอ. สาร ปีที่ 28 ฉบับที่ น. 3-6.

อาภากร สุภาพิพัฒน์ และ จิตศิริ ราชตนะพันธุ์. 2550. ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพรตระกูลเหง้าในการยับยั้ง Listeria monocytogenws ในเนื้อไก่สดบรรจุสภาวะสุญญากาศแช่เย็น. เรื่องเต็มการประชุมวิชาการ ครั้งที่ 45, 30 มกราคม–2 กุมภาพันธ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาอุตสาหกรรมเกษตร เล่มที่ 4. น. 516-522

เอกรินทร์ ภัทรธนวดี, จิตศิริ ทองสอน, วราภา มหากาญจนกุล และ เพ็ญแข วันไชยธนวงศ์ 2549. ประสิทธิภาพสารต้านจุลินทรีย์ของสารสกัดเครื่องเทศต่อจุลินทรีย์ก่อโรคและจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย. เรื่องเต็มการประชุมวิชาการ ครั้งที่ 44, 30 มกราคม–2 กุมภาพันธ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาอุตสาหกรรมเกษตร เล่มที่ 6. น. 297-305.

อุดมลักษณ์ สุขอัตตะ, วิชัย หฤทัยธนาสันต์ และ อุไรวรรณ ดิลกคุณานันท์. 2548. การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรบางชนิดในการยับยั้งเชื้อราที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียในผลิตภัณฑ์ขนมอบ. เรื่องเต็มการประชุมวิชาการ ครั้งที่ 43, 1-4 กุมภาพันธ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาอุตสาหกรรมเกษตร เล่มที่ 5. น. 634-640

Bhusita Wannissorn, Siripen Jarikasem, Thammathad Siriwangchai and Sirinum Thubthimthed. 2005. Antibacterial properties of essential oils from Thai medical Plants. Fitoterapia. 76 : 233-236.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bunya-atichart, K., K. Saichol, and Wouter G. van Doorn. 2004. Postharvest physiology of *Curcuma alismatifolia* flowers. Postharvest Biology and Technology. Vol.34 pp. 219-226.

Burhill,I.H. 1966. Dictionary of Economic Products of the Malay Peninsular. Crown Agent, London.

Burt, S. 2004. Essential oils : their antibacterial properties and potential applications in foods : a review. Int. J. Food Microbiol. 94 :223-253.

Cham, E.W.C., Y.Y. Lim and M. Omar. 2007. Antioxidant and antibacterial activity of leaves of *Etlingera* species. (Zingiberaceae) in Peninsular Malasia. Food Chemistry. 104 : 1586-1593.

Chomnawang, M.-T., Suvimol, S., Veena, S-N. and Wandee, G. 2005. Antimicrobial effects of Thai medical plants against acne-inducing bacteria. J. Ethnopharmacology. 101 : 330-303.

Choochoat, D., N. Sriubomas, W. De-Eknamkulc and N. Ruangrungsi. Antimicrobial activities of essential oils from Thai Lamiaceous plants. Available online : http://www.tistr.or.th/pharma/Lamiaceous.html (08/07/2548)

Feng, W. and X. Zheang. 2007. Essential oils to control *Alternaria alternata* in vitro and In vivo. Food Control. 18 : 1126-1130.

Habsah, M., M. Amran, M.M. Mackeen, N.H. Lajis, H. Kikuzaki, N. Nakatani, A.A. rahman, Ghafar, and A.M. Ali. 2000. Screen of Zingiberaceae extracts for antimicrobial and antioxidant activity. J. of Ethnopharmacology. Vol. 72. pp 403-410.

Holley, R.A. and Dhaval, P. 2005. Improvement in shelf life and safety of parishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobial : Review. Food Microbiology. 22 :273-292.

Jirawan O.-aree, Suzuki, T., Gasaluck, P. and Eumkeb, G. 2005. Available online : http://www.sciencedirect.com [07/06/06]

Mytle, N., G.L.Anderson,M.P. and M.A.Smith. 2006. Antimicrobial activity of clove (*Syzgium aromaticum*) oil in inhibiting *Listeria monocytogenes* on chicken frankfurters. Food Control. 17 :102-107.

Supinya Tewtrakul, Supreeya Yuenyongsawad, Sopa Kummee and Latthya Atsawajaruwan. 2005. Chemical components and biological activity of volatile of *Kaempferia galanga* Linn. Songklanakarin J. Sci. Technol. 25(2) : 503-507.

Suree, N., L. Pana. 2005. Antibacterial activity of crude ethanolic extracts and essential oils of spices against salmonella and enterobacteria. KMITL Sci. Tech. J. 5 : 527-538.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Zaika, L.L. 1988. Spices and herbs : their antimicrobial activity and its determination. J. Food Safety. 9 : 97-118.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้