

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง  
ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพร  
(Mixed Herbal Tea)



T096659



นางสาวดารุง ตีรวงศ์กุล รหัสนักศึกษา 46040144  
นางสาวนฤดี โชคอนุวัฒน์ รหัสนักศึกษา 46040145

๒๕๔๙  
๑๔๔๙

เลขหมู่..... ๒549  
เลขทะเบียน..... 96659  
วัน,เดือน,ปี..... 4 JUN 2009

b. 11๖๖๙๓๗  
i.....

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต  
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## ใบรับรองปัญหาพิเศษ



นางสาวดารุ่ง ดิรวงศ์กุล รหัสนักศึกษา 46040144  
นางสาวนฤดี โชคอนุวัฒน์ รหัสนักศึกษา 46040145

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งหากนำไปใช้  
21 สิงหาคม 2560 อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(ดร.วริพัทธ์ อารีกุล)

นางสาวดารู้ง ตีรวงศ์กุลศ และนางสาวนฤติ โชคอนุวัฒน์ 2549 ;

การแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.วริพัทธ์ อารีกุล

## บทคัดย่อ

การแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพร โดยการคัดเลือกจากชาสมุนไพรทั้ง 5 ชนิดด้วยวิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ 7 point hedonic scale พบว่า ชาเขียวกู่หลานและชาก่อได้คะแนนความชอบโดยรวมมาก และมีคะแนนความชอบของกลิ่นสูงกว่าชาอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) การวิเคราะห์สมบัติการสารต้านอนุมูลอิสระออกซิเดชันด้วยวิธี Folin-Ciocalteu reagent (FCR), ferric reducing antioxidant capacity (FRAP), และ DPPH scavenging assay ( $EC_{50}$ ) พบว่าวิธีการทั้ง 3 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ อยู่ระหว่าง 0.7237- 0.9847 โดยชาก่อมีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระออกซิเดชันสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ ชาเขียวกู่หลานมีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระออกซิเดชันต่ำที่สุดด้วยวิธี DPPH scavenging assay อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และชาปูเฉ่าลิ้มไม้เท้า มีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระออกซิเดชันต่ำที่สุดด้วยวิธี FCR และ FRAP อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การแต่งกลิ่นรสของชาเขียวกู่หลานและชาก่อด้วยผงพีช 5 ชนิด พบว่า ชาเขียวกู่หลานผสมใบเตย, ชาก่อผสมใบเตยและชาก่อผสมเปลือกแก้วมังกรได้คะแนนการยอมรับมากที่สุด และมีคะแนนความชอบของรสและความชอบโดยรวมสูงกว่าชาผสมผงพีชอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อปรับเปลี่ยนอัตราส่วนของผงพีชในชาผสม พบว่า การผสมผงใบเตย 15% ในชาเขียวกู่หลานและชาก่อ และเปลือกแก้วมังกร 20% ในชาก่อ ได้คะแนนการยอมรับมากที่สุด และมีคะแนนความชอบของสีมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นชาเขียวกู่หลานผสมผงใบเตย 15% อย่างไรก็ตาม การเติมผงพีชในชาทั้ง 2 ชนิด มีผลทำให้สมบัติในการต้านอนุมูลอิสระออกซิเดชันลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้น ชาเขียวกู่หลานผสมผงใบเตย

..... ตารู้ง ตีรวงศ์กุลศ .....

..... นฤติ โชคอนุวัฒน์ .....

ลายมือชื่อนักศึกษา

..... วริพัทธ์ อารีกุล .....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

..... 21 ธันวาคม 50 .....

วัน เดือน ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษในหัวข้อเรื่อง การแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพร (Mixed Herbal Tea) เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ ดร.วรวิทย์ อารีกุล ที่ให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา กรุณาสละมาเวลาอันมีค่าให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลือในหลายสิ่งหลายอย่าง และดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดีมาโดยตลอด รวมทั้งคอยแก้ไขการเสนอปัญหาพิเศษและรายงานฉบับนี้ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และอาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ ให้คำแนะนำและช่วยให้การเสนอปัญหาพิเศษในครั้งสำเร็จลงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณนางสาวนราพร พรหมไกรวร ที่กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษาและให้ความช่วยเหลือในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ และน้องสถาปัตย์ที่หอพักสตรีราชพฤกษ์

ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่และครอบครัวที่เป็นกำลังใจในการทำปัญหาพิเศษ จนทำให้ผู้จัดทำสามารถทำงานครั้งนี้ให้สำเร็จได้ด้วยดี และขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจมาโดยตลอด

ผู้จัดทำขอขอบพระคุณทุกท่านที่กล่าวไว้ ณ ที่นี้ด้วยใจจริง

ดาวรุ่ง ตีรวงศ์กุศล

นฤดี โชคอนุวัฒน์

15 มีนาคม 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 คำนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์	
2.1 ชาสมุนไพร	2
2.2 พิษ	4
2.3 อนุมูลอิสระ	7
2.4 ปฏิกริยาการเกิดอนุมูลอิสระ	7
2.5 สารต้านอนุมูลอิสระ	8
2.5.1 สารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติ	8
2.5.2 สารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์	12
2.6 กลไกการต้านอนุมูลอิสระ	13
2.6.1 ฤทธิ์การป้องกันอนุมูลอิสระ	13
2.6.2 ฤทธิ์การกำจัดอนุมูลอิสระ	13
2.7 ผลของสารต้านอนุมูลอิสระ	13
2.7.1 Primary antioxidant	14
2.7.2 Oxygen scavenging	14
2.7.3 Secondary antioxidant	14
2.7.4 Enzymatic antioxidant	14
2.7.5 Chelating agent หรือ Sequestrant	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 วัตถุประสงค์และวิธีการทดลอง	
3.1 วัตถุประสงค์	15
3.2 อุปกรณ์ในการทดลอง	15
3.3 สารเคมี	15
3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	16
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	
4.1 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของชา 6 ชนิด	20
4.2 ปริมาณสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของชาสมุนไพรมะนาว	21
4.3 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของชาเขียวกลิ่นลาเวนเดอร์และชาดอกไม้พีช 5 ตัวอย่าง	22
4.4 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของชาเขียวกลิ่นลาเวนเดอร์และชาดอกไม้พีช และเปลือกแก้วมังกรที่ปริมาณต่างๆ กัน	24
4.5 สมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของชาสมุนไพรมะนาวที่แต่งกลิ่นรส	27
4.5.1 สมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของชาเขียวกลิ่นลาเวนเดอร์แต่งกลิ่นรสด้วยใบเตย	27
4.5.2 สมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของชาดอกไม้พีชแต่งกลิ่นรสด้วยใบเตย	29
4.5.3 สมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของชาดอกไม้พีชแต่งกลิ่นรสด้วยเปลือกแก้วมังกร	30
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	34
เอกสารอ้างอิง	35
ภาคผนวก	
- ภาคผนวก ก	37
- ภาคผนวก ข	38
- ภาคผนวก ค	39
- ภาคผนวก ง	42
- ภาคผนวก จ	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 แสดงผลทางประสาทสัมผัสของชาสมุนไพรมะนาว	20
2 แสดงความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของชาสมุนไพรมะนาวด้วยวิธีต่างๆ	22
3 แสดงผลทางประสาทสัมผัสของการแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพรมะนาว	23
4 แสดงผลทางประสาทสัมผัสของการแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพรมะนาวก่อน	24
5 แสดงผลทางประสาทสัมผัสของการแต่งกลิ่นรสใบชาในชาสมุนไพรมะนาว	25
6 แสดงผลทางประสาทสัมผัสของการแต่งกลิ่นรสใบชาในชาสมุนไพรมะนาวก่อน	26
7 แสดงผลทางประสาทสัมผัสของการแต่งกลิ่นรสเปลือกแก้วมังกรในชาสมุนไพรมะนาว	27
8 แสดงความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยวิธีต่างๆของชาสมุนไพรมะนาวแต่งกลิ่นรสด้วยใบชา	28
9 แสดงความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยวิธีต่างๆของชาสมุนไพรมะนาวแต่งกลิ่นรสด้วยใบชา	29
10 แสดงความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยวิธีต่างๆของชาสมุนไพรมะนาวแต่งกลิ่นรสด้วยเปลือกแก้วมังกร	31
<b>ตารางภาคผนวกที่</b>	
1 สมการและค่า R-square ของชาสมุนไพรมะนาว 5 ชนิดและพีช 2 ชนิด	40
2 สมการและค่า R-square ของชาสมุนไพรมะนาวผสมพีช	41
3 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านสีของชาสมุนไพรมะนาว	43
4 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านกลิ่นของชาสมุนไพรมะนาว	44
5 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านรสของชาสมุนไพรมะนาว	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
6 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบโดยรวมของชาสมุนไพรมะ	44
7 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิบัติการ	45
ออกซิเดชันโดยวิธี FCR ของชาสมุนไพรมะ	
8 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิบัติการ	45
ออกซิเดชันโดยวิธี FRAP ของชาสมุนไพรมะ	
9 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิบัติการ	46
ออกซิเดชันค่า EC <sub>50</sub> ของชาสมุนไพรมะ	
10 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านสีของการ	46
แต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพรมะเขียวกู่หลาน	
11 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านกลิ่นของการ	47
แต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพรมะเขียวกู่หลาน	
12 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านรสของการ	47
แต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพรมะเขียวกู่หลาน	
13 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบโดยรวมของการ	48
แต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพรมะเขียวกู่หลาน	
14 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านสีของการ	48
แต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพรมะก้อ	
15 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านกลิ่นของการ	49
แต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพรมะก้อ	
16 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านรสของการ	49
แต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพรมะก้อ	
17 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบโดยรวมของการ	50
แต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพรมะก้อ	
18 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านสีของการ	50
แต่งกลิ่นรสใบเตยในชาสมุนไพรมะเขียวกู่หลาน	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
19 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านกลิ่นของการ แต่งกลิ่นรสใบเตยในชาสมุนไพรเขียวกู่หลาน	51
20 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านรสของการ แต่งกลิ่นรสใบเตยในชาสมุนไพรเขียวกู่หลาน	51
21 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบโดยรวมของการ แต่งกลิ่นรสใบเตยในชาสมุนไพรเขียวกู่หลาน	52
22 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านสีของการ แต่งกลิ่นรสใบเตยในชาสมุนไพรกู่	52
23 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านกลิ่นของการ แต่งกลิ่นรสใบเตยในชาสมุนไพรกู่	53
24 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านรสของการ แต่งกลิ่นรสใบเตยในชาสมุนไพรกู่	53
25 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบโดยรวมของการ แต่งกลิ่นรสใบเตยในชาสมุนไพรกู่	54
26 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านสีของการ แต่งกลิ่นรสเปลือกแก้วมังกรในชาสมุนไพรกู่	54
27 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านกลิ่นของการ แต่งกลิ่นรสเปลือกแก้วมังกรในชาสมุนไพรกู่	55
28 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านรสของการ แต่งกลิ่นรสเปลือกแก้วมังกรในชาสมุนไพรกู่	55
29 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบโดยรวมของการ แต่งกลิ่นรสเปลือกแก้วมังกรในชาสมุนไพรกู่	56
30 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิกิริยา ออกซิเดชัน โดยวิธี FCR ของชาสมุนไพรเขียวกู่หลานแต่งกลิ่นรส ด้วยใบเตย	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
31 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิบัติการ ออกซิเดชัน โดยวิธี FRAP ของชาสมุนไพรเขียวกู่หลานแต่งกลิ่นรส ด้วยใบเตย	57
32 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิบัติการ ออกซิเดชัน ค่า $EC_{50}$ ของชาสมุนไพรเขียวกู่หลานแต่งกลิ่นรส ด้วยใบเตย	57
33 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิบัติการ ออกซิเดชัน โดยวิธี FCR ของชาสมุนไพรก้อแต่งกลิ่นรสด้วยใบเตย	58
34 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิบัติการ ออกซิเดชัน โดยวิธี FRAP ของชาสมุนไพรก้อแต่งกลิ่นรสด้วยใบเตย	58
35 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิบัติการ ออกซิเดชัน ค่า $EC_{50}$ ของชาสมุนไพรก้อแต่งกลิ่นรสด้วยใบเตย	59
36 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิบัติการ ออกซิเดชัน โดยวิธี FCR ของชาสมุนไพรก้อแต่งกลิ่นรสด้วย เปลือกแก้วมังกร	59
37 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิบัติการ ออกซิเดชัน โดยวิธี FRAP ของชาสมุนไพรก้อแต่งกลิ่นรสด้วย เปลือกแก้วมังกร	60
38 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิบัติการ ออกซิเดชัน ค่า $EC_{50}$ ของชาสมุนไพรก้อแต่งกลิ่นรสด้วยเปลือกแก้วมังกร	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า FRAP (มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง) และ FRC (มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง)	32
2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า FRAP (มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง) และ $1/EC_{50}$ (มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง)	32
3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า FCR (มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง) และ $1/EC_{50}$ (มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง)	33



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 คำนำ

ปัจจุบัน ผู้บริโภคได้หันมาสนใจเครื่องดื่มสุขภาพกันมากขึ้น และชาเป็นเครื่องดื่มที่ได้รับความนิยมอย่างสูง เนื่องจากการอ้างถึงคุณสมบัติของการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น มีฤทธิ์ในการต้านการก่อมะเร็ง ลดคอเลสเตอรอล ช่วยชลอความแก่ เป็นต้น นอกจากนี้กลิ่นรสที่มีอยู่ในชาแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน ดังนั้น การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรด้วยการเติม พืชที่ให้กลิ่นรส หรือสี เพิ่มเสริมประโยชน์และปรับปรุงกลิ่นรสของชา

สารประกอบโพลีฟีนอลที่พบอยู่ทั่วไปในชาแต่ละชนิด เป็นสารที่มีคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระ จึงก่อให้เกิดประโยชน์ทางการแพทย์ที่มีผลต่อดีต่อสุขภาพร่างกายของผู้บริโภค และการปรับปรุงกลิ่นรสของน้ำชาโดยใช้วัตถุดิบอื่นๆมาเสริม จะช่วยเพิ่มทางเลือกใหม่ให้กับผู้บริโภคมากขึ้น

### 1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาและแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพรด้วยการผสมพืชและสมุนไพรชนิดต่างๆ
2. เพื่อหาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระออกซิเดชันที่มีในชาสมุนไพร และชาสมุนไพรผสมผง

พืช

## บทที่ 2

### วารสารปริทัศน์

#### 2.1 ชาสมุนไพโร (http://www.thaihomemaster.com)

ชาสมุนไพโร คือ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากส่วนต่างๆ ของพืช ที่นำไปตากแดด อบแห้ง แล้วตัด สับ หรือบด โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อนำไปบริโภคโดยการต้มหรือชงกับน้ำ ซึ่งชาสมุนไพโรจัดเป็น อาหารที่กำหนด คุณภาพหรือมาตรฐาน ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 280) พ.ศ.2547 เรื่อง ชาสมุนไพโร หรือส่วนต่างๆ ของพืชที่ใช้เป็นวัตถุดิบ

##### 1. หอมไก่ *Chloranthus erectus* (Buch.-Ham.) Verde

ชื่อท้องถิ่น ปอณาตรู (กะเหรี่ยง-เชียงใหม่) หอมไก่ หอมไก่ (เหนือ) กระดุกไก่ (กลาง)

สารในพืช ทุกส่วนของต้นหอมไก่อมีสารหอมระเหยที่มีกลิ่นหอม เมื่อขยี้ใบ ตำต้นหรือราก คมจะได้ออกกลิ่นคล้ายการบูร มีรสค่อนข้างขม ใบใบมีน้ำมันหอมระเหยและสารประกอบ phenols;  $\beta$  coumaric acid และ guaiacyl lignin (สุธรรม , 2547)

##### 2. ตังกุย *Angelina acutiloba* (Siebold & Zucc.) Kitagawa

ชื่อท้องถิ่น โสมตังกุย ตังกุย (เชียงใหม่)

สารในพืชและฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

ได้มีรายงานการวิจัยเกี่ยวกับพืชชนิดนี้กันมาก และได้พบสารต่างๆ ซึ่งเป็นสารประกอบ ของ polysaccharides, lactones, และ alkynes เป็นจำนวนมาก ซึ่งสารประกอบเหล่านี้บางชนิดก็มี คุณสมบัติเป็นยารักษาโรค รากของตังกุยมีสารสำคัญ 2 ชนิดคือ ligustilide และ butylidenephthalide ซึ่งเป็นสารประเภท anticholinergic หรือนัยหนึ่งต่อต้านสารเลียนพาราซิมพาเทติก นอกจากนี้ยังมี สารมีฤทธิ์ระงับอาการปวดอีก 7 ชนิดด้วยกัน อันได้แก่ falcarinol, falcarindiol, falcarinolene (polyacetylenes), choline, scopoletin, umbelliferone และ vanillic acid

สาร arabinogalactan Iib-1 (AGII-1) ที่สกัดได้จากรากของตังกุยประกอบด้วย arabinose, galactose, rhamnose และ galacturonic acid ในสัดส่วนของโมเลกุล 2.2 : 1.0 : 0.3 : 0.4

น้ำยาที่สกัดจากรากของตังกุยโดยใช้น้ำร้อนมีฤทธิ์ในการลดไข้ ลดอาการกระษัยประสาท การบีบตัวของหัวใจ ความดันโลหิต การบีบเกร็งของกล้ามเนื้อ และป้องกันรังสี (สุธรรม , 2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. เบ็ญจจันท์ *Gynostemma pentaphyllum* (Thumb. Ex Murray) Makino

ชื่อท้องถิ่น เจียวกู่หลาน (จินฮ่อ-เชียงใหม่) เบ็ญจจันท์ (เชียงใหม่)

#### ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

รายงานการวิจัยในจีนระบุว่าพืชชนิดนี้มีฤทธิ์ในการลดคอเลสเตอรอลในร่างกาย โดยเสริมประสิทธิภาพของตับในการส่งน้ำตาลและคาร์โบไฮเดรตไปยังกล้ามเนื้อเพื่อสร้างพลังงาน แทนที่จะให้น้ำตาลเปลี่ยนเป็น triglycerides ซึ่งร่างกายจะเก็บไว้เป็นไขมัน นอกจากนี้ยังมีประสิทธิภาพในการลดไขมันที่มีความหนาแน่นต่ำที่ไม่ดีสำหรับร่างกายและเพิ่มไขมันที่มีความหนาแน่นสูงที่ดีอีกด้วย ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการเผาผลาญไขมัน (fat metabolism) ลดระดับไขมันในเลือด ลด lipid peroxide และการตกตะกอนของไขมันในเส้นโลหิต นอกจากนี้จากประสิทธิภาพในการปรับเปลี่ยน cholesterol แล้ว ยังมีคุณสมบัติในการเพิ่มประสิทธิภาพของการย่อยอาหาร การดูดซึมอาหารดีขึ้น

คุณสมบัติที่สำคัญของพืชชนิดนี้คือประสิทธิภาพสูงในการปรับเปลี่ยนหรือ adaptogenic functions ไปตามความต้องการของร่างกาย นอกจากนี้เรื่องไขมันดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังสามารถปรับเปลี่ยนการทำงานของสมองได้ทั้งสองด้าน (biphasic effects) คือกระตุ้นหรือทำให้สงบลงได้ตามความต้องการของร่างกาย ช่วยปรับหน้าที่ของฮอร์โมนทั้งเพศชายและหญิง ซึ่งมีผลทำให้ผ่อนคลายความเครียด ช่วยในการเพิ่มเม็ดเลือดขาว lymphocytes, phagocytes และเซรุ่ม IgG แต่ไม่เกินความพอดี

เบ็ญจจันท์ยังมีคุณสมบัติในการต้านอาการอักเสบต่างๆ เนื่องจากมีสารกลุ่ม saponins หลายชนิด และมีการวิจัยที่พบว่าสามารถลดขนาดของเนื้องอก และลดความดันโลหิต

#### สารในพืช

พืชทั้งต้นมีสารในกลุ่ม triterpene saponins คือ gypenosides ในปริมาณสูง โครงสร้างทางเคมีของ gypenosides มีลักษณะคล้ายกับ panaxosides หรือที่เรียกกันว่า ginsenosides ที่มีในโสมเกาหลี ปริมาณของ ginsenosides ในเบ็ญจจันท์สูงถึงสี่เท่าเมื่อเทียบกับ panaxosides ที่มีในโสมเกาหลี นอกจากนี้สารในกลุ่ม saponins ในเบ็ญจจันท์ยังเหมือนกับ panaxosides หรือสามารถเปลี่ยนเป็น panaxosides ได้เมื่อเข้าสู่ร่างกาย จึงทำให้เบ็ญจจันท์มีสารในกลุ่ม saponins มากกว่าโสมเกาหลี และนี่คงจะเป็นสาเหตุให้เบ็ญจจันท์มีประสิทธิภาพสูงในการปรับระบบต่างๆ ของร่างกาย เช่น ลดความดันโลหิต ปรับระดับฮอร์โมนเพศ ระบบย่อยอาหาร ระบบภูมิคุ้มกัน ตลอดไปถึงระบบจิตและอื่นๆ

สารอื่นๆ ที่พบในพืชชนิดนี้ในน้ำหนักมิลลิกรัมต่อกรัม ได้แก่ leucine 0.055, histidine 0.0473, lysine 0.56, glutamic acid 0.09, threonine 0.14, serine 0.16, cystine 1.13, isoleucine 0.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

arginine 0.06, phenylalanine 0.98, vitamin B1, vitamin B2, vitamin C, carotene นอกเหนือจาก โปรตีน ไขมัน น้ำตาล sucrose ส่วนแร่ธาตุมีแคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก สังกะสี แมงกานีส โซเดียม และฟอสฟอรัส (สุธรรม, 2548)

#### 4. ก่อนก *Lithocarpus polystachyus* (A. DC.) Rehder

ชื่อท้องถิ่น ก่อนก (เชียงใหม่) ก่อแงะ ก่อหมาก ก่อเอือก (เชียงใหม่)

รายงานการวิจัย ไม่พบรายงานการวิจัยเกี่ยวกับคุณค่าทางโภชนาการและคุณค่าของเนื้อไม้ ในพืชชนิดนี้

สารในพืช เปลือกลำต้นมีสารแทนนินสูงในฤดูหนาวและน้อยในฤดูร้อน (สุธรรม, 2548)

#### 5. ปู่เต่าลี้มไม้เท้า *Aspidistra* sp.

ชื่อท้องถิ่น ปู่เต่าลี้มไม้เท้า (เชียงใหม่)

รายงานการวิจัย

ไม่พบรายงานการวิจัยในด้านฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาและสารในพืชของพืชชนิดนี้ (สุธรรม, 2547)

ชาสมุนไพร ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังตามที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ต่อไปนี้

1. ชาสมุนไพรต้องมีความชื้นตามมาตรฐานที่กำหนดในตำรายาที่รัฐมนตรีประกาศตาม กฎหมายว่าด้วย ยา ในกรณีที่ไม่มีความชื้นกำหนดไว้ ให้มีความชื้นได้ไม่เกินร้อยละ 10 ของ น้ำหนัก

2. ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

3. ไม่มีสารพิษจากจุลินทรีย์ สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช สารปนเปื้อน หรือสารเป็นพิษ อื่นในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

4. ไม่มียาแผนปัจจุบันหรือวัตถุที่ออกฤทธิ์ต่อจิตและประสาท หรือยาเสพติดให้โทษ

5. ไม่ใส่สี

6. ไม่มีการปรุงแต่งกลิ่น รส ด้วยวัตถุอื่น นอกจากพืช

## 2.2 พืช

พืชหรือส่วนต่างๆ ของพืชที่ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับชาสมุนไพรทั้ง 5 ชนิด เป็นพืชที่สามารถ หาได้ง่าย ยังมีคุณค่า และประโยชน์มากมาย ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เตยหอม *Pandanus amaryllifolius* Roxb. (สุนทรี, 2536)

ชื่อท้องถิ่น หวานข้าวใหม่ (เหนือ) ปาเนะออริง (ใต้) ปาแนกือจิ (ไทยมุสลิม) ปานหนัน (นราธิวาส-ปัตตานี) พั้งลั้ง (จีน)

ส่วนที่ใช้ ต้นและราก, ใบสด

สารที่พบ สารกลุ่ม anthocyanin

คุณสมบัติ

ต้นและราก

1. ใช้เป็นยาขับปัสสาวะ แก้กระษัย แก้เบาหวาน

ใบสด

1. ตำพอกโรคลมชัก

2. รักษาโรคหืด

3. น้ำใบเตย ใช้เป็นยาบำรุงหัวใจ ให้ชุ่มชื้น

4. ใช้ผสมอาหาร แต่งกลิ่น แต่งสีขนม สีเขียว

2. มะกรูด *Citrus hystrix* DC. (รุ่งรัตน์, 2540)

เป็นได้ทั้งพืชเครื่องเทศและสมุนไพร

ชื่อท้องถิ่น มะขุน มะขูด (ภาคเหนือ) มะหูด (หนองคาย) ส้มกรูด ส้มมีวดี (ภาคใต้) โกรยเซียด (เขมร) มะขู (กะเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน)

ส่วนที่ใช้ ผล ผิวของผลและใบ

สารที่พบ กรด Citric อยู่ในน้ำของผลมะกรูด และน้ำมันหอมระเหย Citronellal ที่พบในผิวของผลและพบที่ใบและดอก

คุณสมบัติ

1. ใช้เป็นยาหรือส่วนผสมของยาต่างๆ คือ น้ำในผลแก้อาการท้องอืด ช่วยให้เจริญอาหาร น้ำมะกรูดใช้ดองยา เพื่อใช้พอกเลือดและบำรุงโลหิตสตรี เนื้อของผลใช้เป็นยาแก้อาการปวดศีรษะ ใบมะกรูดใช้เป็นยาขับลมในลำไส้ แก้กูกเสียด

2. ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องหอมและเครื่องสำอางต่างๆ

3. กรด Citric ช่วยขจัดคราบสบู่(ค่าง) ที่หลงเหลืออยู่

4. ใช้ปรุงแต่งกลิ่นรสอาหาร ใช้ดับกลิ่นคาวของอาหาร ใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องแกงต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. ตะไคร้ *Cymbopogon citrates* (DC. Ex. Ness) Stapf. ( รุ่งรัตน์, 2540)

เป็นได้ทั้งพืชเครื่องเทศและสมุนไพร

ชื่อท้องถิ่น คาหอม (ฉาน, เงี้ยว-แม่ฮ่องสอน) ไคร (ใต้, มาเลย์) จะไคร (ภาคเหนือ) เซ็ด  
เกย, เสลดเอกรย (เขมร-สุรินทร์) ห่อวอตะโป (กะเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน) หัวสิงโต (เขมร-ปราจีนบุรี)

ส่วนที่ใช้ ราก ลำต้น ใบ เหง้า

สารที่พบ น้ำมันหอมระเหย มีประมาณ 0.16% น้ำมันหอมระเหย เช่น citral eugenol,  
geraniol, linalool, camphor

#### คุณสมบัติ

1. แก้ท้องอืด ท้องเฟ้อ แน่นจุกเสียด ขับลม แก้อาการเกร็งและขับเหงื่อ
2. เป็นยาขับปัสสาวะ แก้นิ่ว แก้ปัสสาวะพิการ แก้ปัสสาวะเป็นเลือด
3. ลดความดันโลหิตสูง
4. ใช้เป็นแต่งกลิ่นรสอาหาร ใช้ดับกลิ่นคาวของอาหาร ใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องแกง

ต่างๆ

### 4. ส้มเขียวหวาน *Citrus reticulata*

ชื่อท้องถิ่น ส้มเป็นขี้ม้า ส้มแป้นกระดาน ส้มแก้วโบราณ ส้มแสงทอง ส้มตรังกานู ส้ม  
จันทร์บูร (กรุงเทพฯ) ส้มเซียงตุง มะจุก มะขาง มะจูน (เหนือ) มะขาง มะเขี้ยว (เชียงใหม่) ลิมาฮือ  
โบ ลิมาจิงา (มาเลย์-ใต้) (สถาบันการแพทย์แผนไทย, 2547)

#### คุณสมบัติ

1. ขับขี้เชื้อจุลินทรีย์
2. บรรเทาอาการชักกระตุก, ท้องเฟ้อ, ตะอึก, อาหารไม่ย่อยและท้องเสีย, ช่วยขับลม,
3. ทำให้จิตใจสงบ, เพิ่มพลังกำลัง บรรเทาความกังวล, ซึมเศร้า, นอนไม่หลับ, และ  
ความเครียด(<http://www.nco-project.com>)

### 5. แก้วมังกร *Hylocercus undatus* (Haw) Brit & Rose (สุรพงษ์, 2545)

ชื่อท้องถิ่น ผลมังกร หรือ ชานห์ ลอง (เวียดนาม), สกราเนียะ (เขมร)

#### คุณสมบัติ

1. ผลแก้วมังกรมีคุณค่าทางอาหาร โดยเฉพาะอุดมไปด้วยแร่ธาตุต่างๆ เช่น ความหวาน  
(ของแข็งที่ละลายน้ำได้), น้ำตาลรีควิง, น้ำตาลรวม, กรดอินทรีย์, เส้นใย, โปแทสเซียม,

ฟอสฟอรัส, แคลเซียม, แมกนีเซียม และวิตามินซี เป็นต้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เปลือกแก้วมังกร มีกลุ่มรงควัตถุบีทาเลน(Betalain) คือบีทาไซยานิน(Betacyanin) ซึ่งเป็นกลุ่มของรงควัตถุที่ให้สีแดง บีทาเลนยังไม่มีการนำไปใช้ทางการแพทย์อย่างกว้างขวางนัก แต่โดยทั่วไปแล้วบีทาเลนจะมีสมบัติในการต่อต้านเชื้อไวรัสและจุลินทรีย์  
(<http://www.centerresort.com>)

### 2.3 อนุมูลอิสระ(free radical)

อนุมูลอิสระ (free radical) คือ โมเลกุลที่สูญเสียอิเล็กตรอนหรือรับอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้น ตามปกติอิเล็กตรอนจะอยู่เป็นคู่ หากอิเล็กตรอนขาดคู่จะทำให้โมเลกุลไม่เสถียรและทำให้สารนั้นมีคุณสมบัติเป็น oxidizing agent ที่ไวต่อปฏิกิริยามากและจะดึงอิเล็กตรอนจากสารอื่นมาไว้ให้เป็นคู่หรือให้อิเล็กตรอน โคคเคียวแก่สารอื่นเพื่อทำให้อะตอมหรือโมเลกุลมีความเสถียรอยู่ได้  
([www.greenlife.co.th/resources\\_th\\_05.html](http://www.greenlife.co.th/resources_th_05.html))

### 2.4 ปฏิกิริยาการเกิดอนุมูลอิสระ

ปฏิกิริยาการเกิดอนุมูลอิสระจัดเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ (free radical reaction) ซึ่งมีกลไกในการเกิดปฏิกิริยา 3 ขั้นตอน (อัษฎานา, 2544) คือ

ขั้นตอนที่ 1 เรียกว่า initiation step เป็นขั้นตอนที่ทำให้เกิดอนุมูลอิสระ



ขั้นตอนที่ 2 เรียกว่า propagation step เป็นขั้นตอนที่อนุมูลอิสระถูกเปลี่ยนไปเป็นอนุมูลตัวอื่นๆ เป็นแบบปฏิกิริยาลูกโซ่



ขั้นตอนที่ 3 เรียกว่า termination step เป็นขั้นตอนที่มีการรวมกันของอนุมูลอิสระ 2 อนุมูล ได้เป็นสารที่มีความเสถียร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5 สารต้านอนุมูลอิสระ(antioxidant) (โอภา, 2549)

สารต้านอนุมูลอิสระเป็นสารที่สามารถทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระโดยตรง เพื่อกำจัดอนุมูลอิสระหมดไป หรือ หยุดปฏิกิริยาถูกโซ่ไม่ให้เกิดอนุมูลอิสระที่มีอยู่ในธรรมชาติ เช่น กรดยูริก บิลิรูบิน จะกำจัดอนุมูล ส่วนวิตามินซี วิตามินอี กลูตาไทโอน เบตาแคโรทีน และยูบิควิโนน จะหยุดปฏิกิริยาของการเกิดอนุมูล สารต้านอนุมูลอิสระประเภทหลังมีบทบาทสำคัญในการทำให้ออกซิเดชันของไขมันสิ้นสุดลง สารต้านอนุมูลอิสระที่กล่าวมามีโครงสร้างเคมีและฤทธิ์ต้านออกซิเดชันที่แตกต่างกัน เช่น วิตามินอี มีโครงสร้างเคมีที่ละลายไขมันได้ดี ดังนั้นจึงสามารถเข้าไปออกฤทธิ์ที่ผนังเซลล์ได้ วิตามินอีจัดเป็นสารต้านอนุมูลที่มีฤทธิ์แรงสามารถหยุดปฏิกิริยาถูกโซ่ได้ วิตามินอีจะทำปฏิกิริยาขจัดอนุมูลลิพิดเปอร์ออกไซด์และได้เป็นอนุมูลวิตามินอี เป็นอนุมูลที่มีความไวต่ำ ทำให้ไม่สามารถเกิดลิพิดเปอร์ออกไซด์ต่อไปได้

สารต้านอนุมูลในอุดมคติควรมีคุณสมบัติ ดังนี้ (ก) มีความเฉาะเจาะจงสูงในการเข้าจับอนุมูลอิสระ โดยตรงและกำจัดอนุมูลอิสระให้หมดสิ้นไป (ข) สามารถเกิดทำปฏิกิริยาที่เสถียรกับโลหะได้ (ค) เป็นสารต้านออกซิเดชัน และ (ง) ไม่มีผลกระทบต่อการแสดงออกของยีนส์

นอกจากนี้ยังมีเกณฑ์ที่สำคัญอื่นๆที่ใช้บ่งชี้ถึงความเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ดี ได้แก่ ความสามารถในการถูกดูดซึมหรือส่งผ่านเข้าสู่ทั้งเซลล์ภายในเซลล์ ภายนอกเซลล์ และที่เนื้อเยื่อต่างๆโดยมีความเพียงพอที่สามารถออกฤทธิ์ได้ โดยในอาหาร เช่น ผลไม้ ผัก และสมุนไพร ที่มีสารโพลีฟีนอลเป็นองค์ประกอบสำคัญจะมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ กรดคาเฟอิกในกาแฟ resveratrol ในไวน์แดง เคอร์คูมินในขมิ้น แคปไซซินในพริกขี้หนู

นอกจากสารโพลีฟีนอลแล้ว สารฟลาโวนอยด์ (flavonoid) ที่พบในพืชต่างๆ มากกว่า 5000 ชนิด ซึ่งแบ่งเป็นประเภทที่อย่างน้อย 10 กลุ่มในทางเคมี สารฟลาโวนอยด์ ที่มีการศึกษากันอย่างกว้างขวาง ได้แก่ เคอร์ซิติน(quercetin) และคาร์ทีชิน(catechin) เป็นต้น

สารต้านอนุมูลอิสระแบ่งตามการสังเคราะห์ได้เป็น สารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติ (natural antioxidant) และสารต้านอนุมูลอิสระจากการสังเคราะห์ (synthetic antioxidant) (ปาริฉัตรคัก . 2546 )

### 2.5.1 สารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติ (natural antioxidant)

#### เอนไซม์ที่สร้างได้ในเซลล์ร่างกาย

- ซูปเปอร์ออกซิเดส ดิสมิวเตส ( Superoxidase Dysmutase หรือ SOD ) เป็นเอนไซม์ที่พบมากในไมโทคอนเดรีย ทำหน้าเปลี่ยนไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ให้เป็นน้ำกับออกซิเจน เอนไซม์นี้สามารถพบในอาหาร ได้แก่ ในเมล็ดที่กำลึงงอก เช่น ถั่วงอกหัวโต ถั่วงอก เป็นต้น แต่ปริมาณเอนไซม์จะถูกทำลายในระหว่างการให้ความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คาตาเลส (Catalase) เป็นเอนไซม์ที่สามารถสกัดกั้นและทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

- กลูตาไธโอน เปอร์ออกซิเดส (Glutathione Peroxidase) เป็นเอนไซม์ที่ทำงานร่วมกับเซเลเนียมเพื่อสะเทินอนุมูลอิสระ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเลนส์ตา ดังนั้นจึงสามารถชะลอการเกิดต้อกระจกได้ เอนไซม์ชนิดนี้สามารถพบในพืชตระกูลกะหล่ำ (กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก กะหล่ำม่วง กะหล่ำรูปหัวใจ กะหล่ำใบหยิก บร็อคโคลี เป็นต้น)

### วิตามิน

- วิตามินอี เป็นเมล็ดที่พบในเมล็ดธัญพืชทุกชนิด เช่น ในข้าวกล้อง ถั่วทุกชนิด จมูกข้าวและข้าว

- วิตามินซี มีมากในผักสดและผลไม้สด

### แร่ธาตุ

- เซเลเนียม (Selenium) เป็นโคเอนไซม์ (Coenzyme) ของเบตาแคโรทีน วิตามินซีและอี ซึ่งหมายความว่า เบต้าแคโรทีน วิตามินซีและวิตามินอีจะทำงานร่วมกับเซเลเนียม กำจัดอนุมูลอิสระ

### สารเคมีจากพืช (Phytochemicals)

เป็นสารเคมีจากพืชและสารอาหาร เช่น แคโรทีน ไลโคปีน แซนโทฟิลล์ "ทนิน และสารประกอบโพลีฟีนอล

สารประกอบโพลีฟีนอล ทำหน้าที่กำจัดอนุมูลอิสระและไอออนของโลหะที่สามารถเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและโมเลกุลอื่นๆ ด้วยการให้ห่อหุ้มไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระไปแล้ว อนุมูลอิสระของสารประกอบฟีนอลจะค่อนข้างมีเสถียรภาพ ดังนั้นจึงไม่สามารถทำปฏิกิริยากับโมเลกุลอื่นต่อไป ดังนั้นจึงมีรายงานว่าสารประกอบโพลีฟีนอลสามารถป้องกันโรคต่างที่เกิดจากอนุมูลอิสระ โดยเฉพาะโรคหัวใจ และมะเร็ง แต่ความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสารประกอบฟีนอลยังขึ้นอยู่กับระบบแอนติออกซิ-แดนซ์ด้วย ดังนั้นการศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติดังกล่าวจึงจำเป็นต้องระบุรายละเอียดให้ชัดเจน

สารประกอบโพลีฟีนอลมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ สามารถพบได้ในส่วนต่างๆ ของพืช เช่น เมล็ด ใต้แก่ ถั่วเหลือง ถั่วลิสง เมล็ดฝ้าย มัสตาร์ด ข้าวและงา ผล ใต้แก่ องุ่น ส้ม พริกไทยดำ และโอลีฟ ใบ ใต้แก่ ชา และ เครื่องเทศต่างๆ และส่วนอื่นๆ ใต้แก่ หัวหอม และมันเทศ (วาริฐฐา และสุพัตรา, 2546)

### แหล่งน้ำมันพืช

- Tocopherols (Vitamin E) จะพบมากในน้ำมันปาล์ม น้ำมันถั่วเหลือง ซอสถั่วเหลือง และพบในพืชมากกว่าสัตว์ เป็นสารประเภทที่ละลายได้ในน้ำมัน ปัจจุบันมีการใช้สารต้านอนุมูลอิสระชนิดนี้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมอาหาร Tocopherols ในธรรมชาติพบอยู่ 4 รูปคือ  $\alpha$ ,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ขออนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\sigma$  tocopherols แต่ละโครงสร้างแตกต่างกันที่ตำแหน่งของกลุ่ม methyl ที่ aromatic ring จะมี phenolic hydroxyl ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการเกิดปฏิกิริยา มีกลไกการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาเติมออกซิเจนของไขมันเหมือนกับสารต้านอนุมูลอิสระจากการสังเคราะห์ การหยุดปฏิกิริยาลูกโซ่ของอนุมูลอิสระสามารถเกิดได้โดยการให้ไฮโดรเจนอะตอมแก่ Hydroperoxyl radical ซึ่งอนุพันธ์ของ tocopherols radical มีความคงตัวทำให้ไม่เกิดปฏิกิริยาลูกโซ่  $\alpha$  - tocopherols จะมีปริมาณสูงในน้ำมันพืช

- Hydroxytyrosol และ Caffeic acid เป็นสารสกัดได้จากน้ำมันมะกอกบริสุทธิ์ สารทั้ง 2 ชนิดนี้สามารถป้องกันการเกิดปฏิกิริยาการเติมออกซิเจนของน้ำมันมะกอกบริสุทธิ์สูงกว่า บิวทิลเททเตด

ไฮดรอกซีโทลูอีน (butylated hydroxytoluene หรือ BHT)

- Phytic acid พบมากในพืช เช่น พืชตระกูลถั่ว พืชน้ำมัน ธัญพืช เป็นสารที่สามารถเกิดการฟอร์ม chelate กับเหล็ก เป็นการป้องกันไม่ให้เหล็กซึ่งเป็นตัวเร่งการเกิด Hydroperoxyl radical ที่เร่งเกิดปฏิกิริยาการเติมออกซิเจนของไขมันและน้ำมันในน้ำที่มีลักษณะเป็นอิมัลชัน (emulsion)

- Ferulate พบในน้ำมันรำคินซึ่งใช้ได้ดีในน้ำมันพืช

แหล่งเครื่องเทศและพืชสมุนไพร

ส่วนใหญ่เป็นพวกที่ให้กลิ่นรสและเป็นสารต้านอนุมูลอิสระในตัวได้แก่ กานพลู อบเชย โรสแมรี่ (rosemary) , ออริกาโน (oregano) , ลูกจันทน์ , ออลสไปซ์ (allspice) ซึ่งป้องกันการเกิดปฏิกิริยาหืนและเสริมสารกันหืนเมื่อใช้ร่วมกับบิวทิลเททเตดไฮดรอกซีโทลูอีน (butylated hydroxytoluene หรือ BHT)

- โรสแมรี่ สารสกัดจากพืชนี้เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีคุณภาพสูง ประกอบด้วยสาร rosmanol , rosmaridiphenol, rosmariquinone, rosmarinic acid และ camosol ซึ่งสามารถป้องกันเทียบเท่าหรือสูงกว่าบิวทิลเททเตด ไฮดรอกซีโทลูอีน (butylated hydroxytoluene หรือ BHT) และพบว่าเมื่อใช้ร่วมกับ sodium tripolyphosphate จะช่วยป้องกันการหืนของเนื้อที่ใช้ทำสเต็กได้ดี

- ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) เช่น quercetin มักพบในพืช

สารฟลาโวนอยด์พบอยู่ทั่วไปในพืชที่มีสีเขียว และพบในส่วนพืชทั่วไป ไม่ว่าจะเป็นราก เนื้อไม้ เปลือกต้น ดอก ผล หรือ เมล็ด ในสัตว์สามารถพบได้บ้าง โดยเชื่อว่ามาจากพืชที่บริโภคเข้าไปมากกว่าการเกิดชีวสังเคราะห์ในร่างกายของสัตว์เอง ฟลาโวนอยด์จัดเป็นสารสำคัญของกลุ่มโพลีฟีนอล มีสูตรโครงสร้างหลัก เป็นฟลาเวน (flavan) หรือ 2-ฟีนิลเบนโซไพแรน (2-phenylbenzopyran) ประกอบด้วยคาร์บอน 15 อะตอม เรียงกันเป็นระบบ  $C_6C_3C_6$  โดยมีวงเบนซีน 2

วง จับกันด้วยคาร์บอน 3 อะตอม ซึ่งอาจจัดเรียงเกิดเป็นวงที่ 3 ทำให้โครงสร้างหลักที่ได้เหมือน

ไม่่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างหลักของวิตามินอี ที่เป็นโครงสร้างแบบโครแมน (chroman) หรือ เบนโซไพแรน (benzopyran) ดังแสดงในรูปที่ (ปรีชา , 2549)

สารกลุ่มฟลาโวนอยด์ แบ่งเป็นกลุ่มย่อยได้หลายกลุ่ม ตามความแตกต่างของสูตรโครงสร้าง โดยเฉพาะที่วงซี ซึ่งเป็นวงที่มีอะตอมออกซิเจนอยู่ในรูปแบบต่างๆ เช่น อีเทอร์ คีโตน รวมทั้งการมีหมู่ไฮดรอกซีแทนที่บนวงอะโรมาติก ในโมเลกุล ตัวอย่างของสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ ได้แก่

ฟลาเวน (flavones) ฟลาโวนิน (flavanones) ฟลาโวนอล (flavanols) ฟลาโวน (flavones) เป็นต้น (ปรีชา , 2549)

#### ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

สารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ นอกจากจะเป็นสารที่ทำให้ดอกหรือผลมีสีสวย เช่น สีเหลือง ชมพู แดง ฟ้า หรือ ม่วง แล้ว มีรายงานการศึกษามากมายยืนยันถึงฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของสารฟลาโวนอยด์ ที่ใช้ในการป้องกันและรักษาโรคต่างๆ เช่น โรคเกี่ยวกับหัวใจและหลอดเลือด ฤทธิ์ต้านมะเร็ง การต้านแบคทีเรีย ต้านการอักเสบ ต้านแพ้ ต้านไวรัส เป็นต้น ซึ่งพบว่า คุณสมบัติเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ของสารฟลาโวนอยด์ (ปรีชา , 2549)

สำหรับกลไกในการต้านอนุมูลอิสระของสารฟลาโวนอยด์นั้น มีการรายงานการศึกษาอย่างกว้างขวางทางฤทธิ์ในสารละลายน้ำ และฤทธิ์ในลิพิด อย่างไรก็ตาม กลไกหลักในการออกฤทธิ์ของสารกลุ่มนี้ รวมถึงกลุ่มโพลีฟีนอลอื่นๆ มี 3 กลไก คือ (ปรีชา , 2549)

1. เป็นสารคีเลต (chelating agent) โดยเฉพาะสารโพลีฟีนอลที่มีโครงสร้างเป็นออร์โธไฮดรอกซีฟีนอลิก ทำหน้าที่จับหรือฟอร์มพันธะโคออร์ดิเนตกับโลหะหนัก เช่น ทองแดง และเหล็ก ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นการสร้าง รวมทั้งปฏิกิริยาถูกใช้ของอนุมูลอิสระ (ปรีชา , 2549)

2. เป็นสารต้านออกซิเดชันโดยหยุดปฏิกิริยาถูกใช้ (chain breaking antioxidant) ในการยับยั้งหรือขจัดอนุมูลอิสระ เช่น lipid alkoxyl และ peroxy radicals เป็นต้น โดยทำหน้าที่เป็นตัวให้ไฮโดรเจนแก่อนุมูลเหล่านั้น ดังแสดงในปฏิกิริยา (1) หลังจากที่ฟลาโวนอยด์ถูกออกซิไดส์แล้วจะได้อนุมูลของฟลาโวนอยด์ฟนอกซิลเป็นผลิตภัณฑ์ และอนุมูลที่ได้นี้มีความเสถียรมากกว่า เนื่องจากโครงสร้างของฟลาโวนอยด์มีการ delocalize ของอิเล็กตรอนตลอดเวลา ดังนั้น จากรายงานการศึกษาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของฟลาโวนอยด์ จะพบว่า ฟลาโวนอยด์ที่มีโครงสร้างซึ่งทำให้เกิดการ delocalization ของอิเล็กตรอนดี จะมีฤทธิ์ดีกว่า (ปรีชา , 2549)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทำหน้าที่ regenerate วิตามินอี (  $\alpha$ -tocopherol) โดยจะรีดิวส์อนุมูล  $\alpha$ -tocopheroxyl กลับเป็น  $\alpha$ -tocopherol เหมือนเดิม ทำให้สามารถทำหน้าที่เป็น antioxidant ได้ต่อไป (ปรีชา , 2549)

- วานิลลิน (vanillin) ซึ่งได้จากวานิลลา
- ชา มีสิทธิบัตรเกี่ยวกับการสกัดสารต้านอนุมูลอิสระจากชา ซึ่งละลายได้ในน้ำมัน ไม่มีกลิ่น และมีประสิทธิภาพสูงมาก (ปาริฉัตรคัก, 2546 )

### 2.5.2 สารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ (synthetic antioxidant)

สารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ที่นิยมใช้กันมาก ได้แก่ บิวทิลไฮดรอกซีโทลูอีน (butylated hydroxytoluene หรือ BHT), บิวทิลไฮดรอกซีไอโซโครกซีโทลูอีน (butylated hydroxyanisole หรือ BHA), เทอติอารีบิวทิลไฮโดรควิโนน (tertiary butylhydroquinone หรือ TBHQ) และโพรพิลแกลเลต (propyl gallate หรือ PG) หลายประเทศอนุญาตให้ใช้สารต้านอนุมูลอิสระเหล่านี้กับไขมันและน้ำมันในปริมาณความเข้มข้นต่างกัน

- BHA ใช้ได้ดีกับผลิตภัณฑ์อาหารทอดและอบเมื่อใช้สารร่วมกับ BHT, PG หรือ TBHQ จะช่วยเสริมให้มีคุณสมบัติการต้านทานอนุมูลอิสระได้สูงกว่าการใช้ชนิดเดียว โดยเฉพาะ BHA ผสมกับ BHT ละลายในน้ำมันพืชใช้ป้องกันการหืนได้ดีในไขมันสัตว์ อย่างไรก็ตาม การทดลอง BHA เกินปริมาณที่ FDA กำหนดในสัตว์ทดลองอาจมีอันตรายทำให้เกิดสารก่อมะเร็งและเนื้องอก ดังนั้นจึงนิยมใช้ BHT แทน เพราะยังไม่มีรายงานเกี่ยวกับอันตรายของ BHT

- BHT ใช้ได้ดีพอสมควรในอาหารทอด อบและสามารถใช้ร่วมกับ BHA, PG หรือ TBHQ ได้

-TBHQ ใช้ได้ดีกับผลิตภัณฑ์ที่ทอดแล้ว แต่ใช้ไม่ได้ผลกับผลิตภัณฑ์อาหารหลังจากอบแล้ว โดยใช้ผสมกับกรดซิตริกใน propylene glycol ป้องกันการหืนในน้ำมันพืชในอาหารที่ทอดในน้ำมันพืช เช่น มันฝรั่งทอด กฎหมายอนุญาตให้ใช้ร่วมกับ BHA หรือ BHT เท่านั้น ในประเทศแคนาดาไม่อนุญาตให้ใช้สารชนิดนี้ เพราะยังไม่แน่ใจความปลอดภัยของสารต้านอนุมูลอิสระชนิดนี้

- PG ใช้กับไขมันสัตว์ ได้ดี แต่จะเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับโลหะทำให้เกิดสีดำหรือม่วงเข้ม ซึ่งจะป้องกันได้โดยเติมสารพวก chelating ลงไปเพื่อไปรวมกับไอออนของโลหะ เช่น เหล็ก ทองแดง สารพวกนี้ได้แก่กรดซิตริก กรดแอสคอร์บิกและเลซิทีน เมื่อใช้ PG ร่วมกับ BHA และ BHT ให้ได้ผลในการป้องกันการหืนได้ดีแต่ไม่สามารถใช้ร่วมกับ TBHQ ได้ (ปาริฉัตรคัก, 2546 )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.6 กลไกการต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระทำลายอนุมูลอิสระ โดยการให้หรือรับอิเล็กตรอนกับอนุมูลอิสระทำให้ปฏิกิริยาลูกโซ่สิ้นสุดลง โดยสารต้านอนุมูลอิสระเองไม่เปลี่ยนเป็นอนุมูลอิสระเนื่องจากสารเหล่านี้มีความคงตัวทั้งในรูปอิเล็กตรอนครบและอิเล็กตรอนและอิเล็กตรอนขาดหรือเกิน

กลไกการต้านอนุมูลอิสระแบ่งได้เป็น 2 กลไก (<http://www.pharm.swu.ac.th>) ตามลักษณะการออกฤทธิ์ของสารต้านอนุมูลอิสระ

### 2.6.1 ฤทธิ์การป้องกันอนุมูลอิสระ (preventive antioxidant activity)

สารต้านอนุมูลอิสระประเภทนี้ออกฤทธิ์ป้องกันไม่ให้เกิดอนุมูลในขั้นตอนเริ่มต้น (initiation)

โดยการยับยั้งไม่ให้เกิดอนุมูลเหนี่ยวนำให้เกิดอนุมูลอิสระ เช่น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ การจับ โลหะทรานสิชัน (metal transition) สารต้านอนุมูลอิสระในกลุ่มนี้ได้แก่ เอนไซม์ และโปรตีนในร่างกายที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เช่น catalase (CAT) , Glutathione (GSH) รวมทั้งวิตามินอีและสารกลุ่มแคโรทีน

### 2.6.2 ฤทธิ์การกำจัดอนุมูลอิสระ (free radical scavenging antioxidant activity)

สารต้านอนุมูลอิสระในกลุ่มนี้ออกฤทธิ์กำจัดอนุมูลอิสระ โดยการยับยั้งปฏิกิริยาลูกโซ่เริ่มต้น (chain initiation) และทำลายปฏิกิริยาลูกโซ่ซึ่งเพิ่มจำนวนอนุมูลอิสระ (chain propagation) สารในกลุ่มนี้ได้แก่ วิตามินอี , แอลบูมิน , Ubiquinol (CoQ 10) , แคโรทีนอยด์และฟลาโวนอยด์ จะเห็นได้ว่าอนุมูลอิสระในปริมาณมากเกินไปในร่างกายนำให้เกิดความเสียหายในร่างกาย มนุษย์มีสารต้านอนุมูลอิสระที่ทำหน้าที่ควบคุมสมดุลของปริมาณอนุมูลอิสระ หากสูญเสียสมดุลระหว่างอนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระในร่างกายไป ร่างกายจำเป็นต้องได้รับสารต้านอนุมูลอิสระจากแหล่งภายนอกแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติส่วนหนึ่งได้จากอาหาร ผัก ผลไม้ที่รับประทานได้การศึกษาต้านอนุมูลอิสระในส่วนต่างๆของพืชชนิดต่างๆทำให้ได้แหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระมากขึ้น

## 2.7 ผลของสารต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระมีหน้าที่หลายอย่าง(อัชชานา, 2544) ได้แก่

- ทำหน้าที่เป็นสารรีดิวซ์ (reducing agent)
- เป็นตัวทำลายอนุมูลอิสระจับกับไอออนโลหะที่เร่งให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน
- ยับยั้งการเกิดออกซิเจนในรูปที่ไวต่อการเกิดปฏิกิริยาซึ่งในขั้นที่ 1 หรือ initiation step

ของปฏิกิริยาออกซิเดชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากหน้าที่ต่างๆดังที่กล่าวมานี้ อนุมูลอิสระจึงมีความสำคัญในการชะลอหรือยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาขั้นที่ 1 ของปฏิกิริยาออกซิเดชันหรือสามารถหยุดปฏิกิริยาลูกโซ่โดยการทำปฏิกิริยากับอนุมูล peroxy เพื่อเป็นสารที่มีความเสถียร หรือให้เป็นสารที่ไม่ทำปฏิกิริยาออกซิเดชันต่อไป หรือให้เป็นสารที่ไม่ใช่อนุมูลอิสระ (non-radical product)

โดยทั่วไป สารต้านอนุมูลอิสระแบ่งเป็น 5 ประเภทใหญ่ ดังนี้

#### 2.7.1 Primary antioxidant

สารกลุ่มนี้ทำหน้าที่หยุดปฏิกิริยาลูกโซ่ของการเกิดอนุมูลอิสระ ในปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน โดยทำหน้าที่เป็นตัวให้อิเล็กตรอน ได้แก่ สารประกอบฟีนอลิก สารโทโคฟีรอลที่ได้จากธรรมชาติและสังเคราะห์ และสารสังเคราะห์ เช่น alkyl gallate , BHA , BHT และ TBHQ

#### 2.7.2 Oxygen scavenger

สารกลุ่มนี้ทำปฏิกิริยากับออกซิเจน จึงเป็นการช่วยกำจัดออกซิเจนในระบบปิดได้ ซึ่งได้แก่ กรดแอสคอร์บิก หรือ วิตามินซี ascorbyl palmitate erythorbic acid (isoascorbic acid) และ sodium erythorbate

#### 2.7.3 Secondary antioxidant

สารกลุ่มนี้ทำหน้าที่สลายโมเลกุลของ lipid hydroperoxide ให้เป็นสารที่มีความเสถียร ได้แก่ dilauryl thiopropionate และ thiopropionic acid เป็นต้น

#### 2.7.4 Enzymatic antioxidant

เอนไซม์กลุ่มนี้ทำหน้าที่กำจัดออกซิเจนหรืออนุมูลของออกซิเจน โดยเฉพาะไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ( $H_2O_2$ ) ได้แก่ protease เป็นต้น

#### 2.7.5 Chelating agent หรือ Sequestrant

สารกลุ่มนี้จะทำหน้าที่จับกับไอออนของโลหะ เช่น เหล็กและทองแดง ซึ่งเป็นไอออนที่ส่งเสริมและเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ทำให้เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่เสถียร สารที่ทำหน้าที่จับกับไอออนของโลหะนี้ ได้แก่ กรดซิตริก กรดอะมิโน ethylenediaminetetra-acetic acid (EDTA) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

#### 3.1 วัสดุดิบ

ตัวอย่างชา จำนวน 5 ชนิด จากสถานีวิจัยหลวงอ่างขาง มูลนิธิโครงการหลวง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ได้แก่ หอมไค้, ตังกุย, เจียวกู่หลาน, ก้อ และปูเต๋าลืมไม้เท้า

ตัวอย่างพืชที่ให้สีและกลิ่น จำนวน 5 ชนิด จากตลาดสดหัวตะเข้ (กรุงเทพฯ) ได้แก่ ใบเตย, ใบมะกรูด, ตะไคร้, เปลือกส้มสายน้ำผึ้ง และ เปลือกแก้วมังกร

#### 3.2 อุปกรณ์ในการทดลอง

1. อุปกรณ์เครื่องแก้วต่างๆ
2. ตู้อบ (memmert)
3. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง (HR-200, A&D Company Limited, Japan)
4. Desiccators
5. Spectrophotometer (Genesys 10 vis)
6. Auto pipette
7. Vortex mixer
8. Water bath (memmert)

#### 3.3 สารเคมี

1. Gallic acid
2. Folin-Ciocalteu's reagent (CARLO ERBA REAGENT)
3. Sodium carbonate anhydrous (CARLO ERBA REAGENT)
4. 2,2-Diphenyl-1-picryl-hydrazyl, approx.90% (SIGMA)
5. Ethanol
6. 2,4,6-Tris(2-pyridyl)-s-triazine, minimum 98% (SIGMA)
7. FeCl<sub>2</sub>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการเรียนการสอนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. Sodium acetate anhydrous (CARLO ERBA)

10.  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

### 3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

#### 1. การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสและความสามารถในการต้านปฏิบัติการออกซิเดชันในน้ำชาสมุนไพร

นำตัวอย่างชาสมุนไพรทั้ง 5 ชนิดมาแบ่งเป็น ส่วน ส่วนที่

##### 1.1 การเตรียมตัวอย่างน้ำชา

ทำการชง โดยใช้อัตราส่วนชา 3 กรัมต่อน้ำร้อนอุณหภูมิประมาณ 90 องศาเซลเซียส 500 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที แบ่งตัวอย่างเป็น 2 ส่วน นำส่วนที่ 1 ไปทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส ดังข้อ 1.2 และ นำส่วนที่ 2 ไปทำการทดสอบความสามารถในการต้านปฏิบัติการออกซิเดชัน

##### 1.2 การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส

นำตัวอย่างน้ำชามาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี, กลิ่น, รสและความชอบโดยรวม ด้วยวิธี 7 points hedonic scale (ภาคผนวก จ) โดยใช้ผู้ชิมจำนวน 30 คน (Randomized Complete Block Design : RCBD) เพื่อคัดเลือกให้ได้ชาสมุนไพรที่ได้รับการยอมรับสูงสุดจำนวน 2 ชนิด

##### 1.3 การวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมี

ทำการวิเคราะห์ชาสมุนไพรทั้ง 5 ชนิด วิเคราะห์ทางกายภาพและเคมีดังนี้

##### 1.3.1 การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด (Singleton และคณะ 1999)

การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดจะใช้ Folin-Ciocalteu reagent ทำปฏิกิริยากับสารประกอบโพลีฟีนอลและติดตามสีน้ำเงินที่เกิดขึ้นโดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร ภายหลังจากตั้งทิ้งไว้ที่มืด ณ อุณหภูมิห้อง 10 นาที

นำน้ำชาที่ได้จากข้อ 1 มากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 แล้วบีบเตร้าน้ำชาที่กรองได้ปริมาตร 0.25 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองขนาด 15 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 4.75 มิลลิลิตร และสารละลาย Folin-Ciocalteu 0.25 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที จากนั้นเติมสารละลาย  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทิ้งไว้ที่มืด ณ อุณหภูมิห้อง 10 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร โดยใช้น้ำกลั่นแทนสารสกัดสำหรับ blank

นำค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ของสารละลายตัวอย่างไปคำนวณหาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดโดยใช้กราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก โดยใช้สารละลายมาตรฐานของกรดแกลลิกความเข้มข้น 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160 และ 180 ไมโครกรัม/ไมโครลิตร นำไปเขียนกราฟของสารละลายมาตรฐานเพื่อใช้ในการคำนวณปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด

### 1.3.2 การหาความสามารถในการรีดิวซ์ทั้งหมด (Benzie และ Strain, 1996)

โดยวิธี Ferric Reducing Antioxidant Potential โดยใช้  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  เป็นสารมาตรฐาน นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 593 นาโนเมตร ภายหลังจากตั้งทิ้งไว้ที่มืด ณ อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 8 นาที คำนวณหาความสามารถในการรีดิวซ์ทั้งหมด โดยใช้กราฟมาตรฐานของสารละลาย  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

นำน้ำขามากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 แล้วเปิดน้ำชาที่กรองได้ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองขนาด 15 มิลลิลิตร เติม FRAP Reagent 3.0 มิลลิลิตร นำไปเก็บในที่มืด ณ อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 8 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 593 นาโนเมตร โดยใช้น้ำกลั่นแทนสารสกัดสำหรับ blank

นำค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ของสารละลายตัวอย่างไปคำนวณหาความสามารถในการรีดิวซ์ทั้งหมดโดยใช้กราฟมาตรฐานของ  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  โดยใช้สารละลายมาตรฐานของ  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  ช่วงความเข้มข้น 700-1300 ไมโครกรัม/ไมโครลิตร ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร นำไปเขียนกราฟของสารละลายมาตรฐานเพื่อใช้ในการคำนวณหาความสามารถในการรีดิวซ์ทั้งหมด

### 1.3.3 การหาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

โดยวิธี DPPH free radical scavenging assay ที่ดัดแปลงจาก Brand-Williams และคณะ (1995) โดยการวัดการลดจำนวนลงของอนุมูลอิสระ DPPH ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร

นำน้ำขามากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 แล้วนำน้ำขามาเจือจางด้วยแทนอล 4 ระดับ ปีเปิดน้ำชาปริมาตร 1 มิลลิลิตรลงในหลอดทดลองขนาด 15 มิลลิลิตร แล้วเติม 3 มิลลิลิตรของสารละลาย DPPH (ความเข้มข้น 0.2 มิลลิโมล/เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์) ผสมให้เข้ากันโดยใช้ vortex จากนั้นตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงของชาสมุนไพรไปคำนวณหา % inhibition ดังสมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาดังกล่าวอย่างถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดย % inhibition หมายถึง ความสามารถในการยับยั้งสารต้านอนุมูลอิสระ  
 $A_{\text{control}}$  หมายถึง ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย DPPH  
 $A_{\text{sample}}$  หมายถึง ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างชาสมุนไพร  
 จากนั้นนำค่า % inhibition เขียนกราฟความสัมพันธ์กับปริมาณสารสกัดจากชาสมุนไพร เพื่อหาสมการความสัมพันธ์ และจุดตัดแกน Y ที่ 50 จะได้ค่า  $EC_{50}$  (Effective Concentration)

#### 1.4 ปริมาณความชื้นในตัวอย่าง

อบภาชนะใส่ตัวอย่าง (aluminum can) ในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโลแก้ว (desiccators) จากนั้นชั่งน้ำหนัก aluminum can อย่างละเอียดด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง แล้วนำตัวอย่างผักและผลไม้ประมาณ 2 กรัม ใส่ลงใน aluminum can ทำการชั่งอย่างละเอียด หลังจากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6-8 ชั่วโมง แล้วตั้งทิ้งไว้ให้เย็นใน โลแก้ว (desiccators) ประมาณ 20 นาที นำออกมาชั่งน้ำหนักจนน้ำหนักคงที่บันทึกผล แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นในผักและผลไม้ ดังสมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักสด} - \text{น้ำหนักแห้ง}}{\text{น้ำหนักสด}} \times 100$$

## 2. ชนิดและเปอร์เซ็นต์ที่เหมาะสมในการแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพร

### 2.1 การเตรียมตัวอย่างพืช

นำตัวอย่างพืชจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ ใบเตย, ใบมะกรูด, ตะไคร้, เปลือกส้มสายน้ำผึ้ง และ เปลือกแก้วมังกร มาทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน (Tray dry) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จนตัวอย่างมีความชื้นต่ำกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ แล้วบรรจุตัวอย่างในถุงพลาสติก และนำไปเก็บไว้ที่มีอุณหภูมิห้อง นำตัวอย่างพืชที่ใช้ในการแต่งกลิ่นรสแต่ละชนิดมาบด

### 2.2 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของชาสมุนไพรที่แต่งกลิ่นรสต่างๆ

นำพืชจากข้อ มาผสมกับชาสมุนไพร ในอัตราส่วน พืช 1 ส่วนต่อชา 5 ส่วน นำไปเตรียมตัวอย่างนำชาดังข้อที่ 1.1 และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเช่นเดียวกับข้อ 1.1

เพื่อคัดเลือกชาสมุนไพรผสมผงพืชที่ได้รับการยอมรับสูงที่สุดจำนวน 2 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3 การหาเปอร์เซ็นต์ที่เหมาะสมในการแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพร

นำตัวอย่างพืชที่คัดเลือกได้ทั้ง 2 ชนิดจากข้อ 2.2 มาปรับเปลี่ยนอัตราส่วนในชาสมุนไพร โดยกำหนดปริมาณ 5 ระดับ ทำการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสเช่นเดียวกับข้อ 1.1 และทางกายภาพและเคมีเช่นเดียวกับข้อ 1.2 เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในชาสมุนไพรแต่ละชนิด

### 3. การทดสอบทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้ มาวิเคราะห์ผลการคำนวณด้วย ANOVA และคำนวณค่าความแตกต่างของเฉลี่ยโดยใช้ Duncan multiple range test (DMRT) ด้วยโปรแกรม SPSS version 11.0



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

#### 4.1 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของชา 6 ชนิด

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ 7 points hedonic scale จากการให้คะแนนความชอบจากชอบมากที่สุด (7 คะแนน) ถึงไม่ชอบมากที่สุด (1 คะแนน) ในด้านสี, กลิ่น, รส และ ความชอบโดยรวม (ตารางที่ 1) ของชาสมุนไพร 5 ชนิด ได้แก่ ชาหอมไก่อ้, ชาตั้งกุกยิบ, ชาเจียวกู่หลาน, ชาก่อ และชาปูเฒ่าลิมไม้เท้า โดยผู้ชิม 30 คน เลือกชาที่ได้คะแนนการยอมรับ 2 ชนิด จาก ตารางที่ 1 พบว่า ชาทั้ง 5 ชนิด มีคะแนนความชอบด้านสีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยชาตั้งกุกยิบมีคะแนนความชอบด้านสีสูงที่สุดและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่คะแนนความชอบด้านสีรองลงมา คือ ชาหอมไก่อ้, ชาก่อ และชาเจียวกู่หลาน แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และชาปูเฒ่าลิมไม้เท้ามีคะแนนต่ำที่สุด ส่วนคะแนนความชอบด้านกลิ่นของชาก่อมีค่ามากที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับชาเจียวกู่หลาน รองลงมาได้แก่ชาหอมไก่อ้, ชาปูเฒ่าลิมไม้เท้า และชาตั้งกุกยิบ แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างชาทั้ง 3 ในขณะที่คะแนนความชอบด้านรสไม่มีความแตกต่างกันในชาทั้ง 5 ชนิด เมื่อพิจารณาคะแนนความชอบโดยรวม พบว่า ชาเจียวกู่หลานมีคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างกับ ชาก่อ, ชาหอมไก่อ้, และชาปูเฒ่าลิมไม้เท้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วน ชาตั้งกุกยิบมีคะแนนความชอบโดยรวมต่ำที่สุด และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชาทั้ง 4 ชนิด

ตารางที่ 1 แสดงผลทางประสาทสัมผัสของชาสมุนไพร

ชา	สี	กลิ่น	รส <sup>ns</sup>	ความชอบโดยรวม
ชาหอมไก่อ้	4.43±1.55 <sup>b</sup>	3.77±1.85 <sup>b</sup>	3.37±1.63	3.97±1.50 <sup>ab</sup>
ชาตั้งกุกยิบ	5.53±1.50 <sup>a</sup>	3.03±1.38 <sup>b</sup>	3.23±1.63	3.27±1.29 <sup>b</sup>
ชาเจียวกู่หลาน	4.07±1.46 <sup>bc</sup>	4.87±1.41 <sup>a</sup>	4.00±1.44	4.30±1.24 <sup>a</sup>
ชาก่อ	4.30±1.42 <sup>b</sup>	5.00±1.26 <sup>a</sup>	3.93±1.48	4.03±1.38 <sup>a</sup>
ชาปูเฒ่าลิมไม้เท้า	3.47±1.43 <sup>c</sup>	3.70±1.24 <sup>b</sup>	4.03±1.19	3.90±1.21 <sup>ab</sup>

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในชาทั้ง 5 ชนิด (ตารางที่ 1) สามารถเลือกชาเขียวกู่หลานและชาก่อมาทำการวิจัยต่อไป เนื่องจากได้คะแนนการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด แม้ว่าจะไม่มีความแตกต่างจากชาหอมไก่อและชาปูเฒ่าลิ้มไม้เท้า แต่ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุดและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับชาชนิดอื่นๆ

#### 4.2 ปริมาณสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน ของชาสมุนไพรร

จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี FCR (มิลลิกรัมสมมูลย์กรดแกลลิกต่อกรัมตัวอย่าง) เพื่อหาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดที่มีสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน (ตารางที่ 2) พบว่าชาทั้ง 6 ชนิดมีปริมาณสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยชาก่อมีปริมาณสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันสูงที่สุด (54.94 มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง) ขณะที่ชาปูเฒ่าลิ้มไม้เท้ามีปริมาณสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันต่ำที่สุด (1.24 มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง) ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วย FRAP (มิลลิกรัมสมมูลย์เฟอร์ริกต่อกรัมตัวอย่าง) พบว่า ชาก่อมีค่า FRAP สูงที่สุด (312.64 มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง) โดยที่ชาเขียวกู่หลานและชาปูเฒ่าลิ้มไม้เท้า มีค่า FRAP ต่ำที่สุดโดยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เท่ากับ (8.41 และ 3.62 มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง) ตามลำดับ นอกจากนี้การวิเคราะห์ค่า  $EC_{50}$  (effective concentration) ซึ่งแสดงถึงปริมาณของสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันที่มีอยู่ในชาสมุนไพรรในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ลง 50 เปอร์เซ็นต์ หมายความว่า ถ้าค่า  $EC_{50}$  มีค่ายิ่งต่ำลง ก็จะแสดงว่าความสามารถในการต้านออกซิเดชันของชาสมุนไพรรชนิดนั้นยิ่งสูง พบว่า ชาก่อมีความสามารถในการต้านออกซิเดชันสูงที่สุด (0.03 มิลลิกรัม) ขณะที่ชาเขียวกู่หลานมีความสามารถในการออกซิเดชันต่ำที่สุด (9.10 มิลลิกรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของชาสมุนไพรด้วยวิธีต่างๆ

ชา	FCR* (mg/g)	FRAP** (mg/g)	EC <sub>50</sub> *** (mg)
หอมไก่	4.34±0.03 <sup>c</sup>	21.21±1.47 <sup>b</sup>	1.45±0.04 <sup>b</sup>
ดั่งกวย	6.17±0.01 <sup>b</sup>	20.74±1.16 <sup>b</sup>	1.23±0.06 <sup>c</sup>
เจียวกู่หลาน	3.77±0.15 <sup>d</sup>	8.41±0.43 <sup>c</sup>	9.10±0.27 <sup>a</sup>
ก่อ	51.94±0.09 <sup>a</sup>	312.64±9.63 <sup>a</sup>	0.03±0.00 <sup>d</sup>
ปู่เฒ่า	1.24±0.02 <sup>c</sup>	3.62±0.12 <sup>c</sup>	1.50±0.08 <sup>b</sup>
อู่หลง	6.08±0.16	42.88±1.51	1.29±0.04

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

\* มิลลิกรัมสมมูลย์กรดแกลลิกต่อกรัมตัวอย่าง

\*\* มิลลิกรัม Fe<sup>2+</sup> ต่อกรัมตัวอย่าง

\*\*\* มิลลิกรัมตัวอย่าง

จากผลการทดลอง (ตารางที่ 2) พบว่า ชาก่อมีความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันสูงสุด ในการทดสอบความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันทั้ง 3 วิธี ในขณะที่ชาที่มีความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันต่ำสุดของแต่ละการทดสอบให้ผลที่ไม่เหมือนกัน ชาปู่เฒ่าดื่มไม่ทำให้มีความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันต่ำสุด

#### 4.3 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของชาเจียวกู่หลาน และชาก่อ กับพีช 5 ตัวอย่าง

จากการทดลองแต่งกลิ่นรสของชาเจียวกู่หลานด้วยพีช ที่ผ่านการอบแห้งและบด 5 ชนิด ได้แก่ ใบเตย, ใบมะกรูด, ตะไคร้, เปลือกส้ม, และเปลือกแก้วมังกร โดยผสมพีชปริมาณ 16.7 เปอร์เซ็นต์ ลงในชาเจียวกู่หลาน แล้วทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี, กลิ่น, รส และความชอบโดยรวม จากตารางที่ 3 คะแนนความชอบด้านสีของชาเจียวกู่หลานเมื่อผสมใบมะกรูด, ตะไคร้และเปลือกส้ม มีค่าสูงและไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างชาผสมพีชทั้ง 3 ชนิด แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชาเจียวกู่หลานผสมใบเตยและเปลือกแก้วมังกร ส่วนคะแนนความชอบด้านกลิ่นของชาเจียวกู่หลานผสมใบเตยมีค่าสูงที่สุดและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่คะแนนความชอบด้านกลิ่นรองลงมาคือ ชาเจียวกู่หลานผสมเปลือกส้ม และเปลือกแก้วมังกร แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และชาเจียวกู่หลานผสมตะไคร้มีคะแนนต่ำที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชาเจียวกู่หลานผสมใบมะกรูด และเมื่อพิจารณาคะแนนความชอบโดยรวม เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่า ชาเขียวกู่หลานผสมใบเตยมีคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชาเขียวกู่หลานผสมเปลือกแก้วมังกร ในขณะที่ชาเขียวกู่หลานผสมเปลือกแก้วมังกรก็ไม่มี ความแตกต่างทางสถิติกับชาเขียวกู่หลานผสมเปลือกส้ม ส่วนชาเขียวกู่หลานผสมใบมะกรูด และตะไคร้ มีคะแนนความชอบโดยรวมต่ำ และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 3 แสดงผลทางประสาทสัมผัสของการแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพรเขียวกู่หลาน

ชาเขียวกู่หลานผสมพืช	สี	กลิ่น	รส	ความชอบโดยรวม
ใบเตย	4.10±1.50 <sup>b</sup>	5.73±1.29 <sup>a</sup>	4.67±1.30 <sup>a</sup>	4.97±1.33 <sup>a</sup>
ใบมะกรูด	5.13±1.04 <sup>a</sup>	3.77±1.46 <sup>c</sup>	3.03±1.40 <sup>c</sup>	3.47±1.39 <sup>c</sup>
ตะไคร้	4.93±0.87 <sup>a</sup>	3.60±1.40 <sup>c</sup>	3.10±1.24 <sup>c</sup>	3.47±1.31 <sup>c</sup>
เปลือกส้ม	5.13±1.01 <sup>a</sup>	4.50±1.53 <sup>b</sup>	3.80±1.94 <sup>b</sup>	4.30±1.44 <sup>b</sup>
เปลือกแก้วมังกร	3.70±1.49 <sup>b</sup>	4.43±1.46 <sup>b</sup>	4.80±1.52 <sup>a</sup>	4.73±1.31 <sup>ab</sup>

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของชาเขียวกู่หลานผสมพืชจำนวน 5 ชนิด(ตารางที่ 3) สามารถเลือกชาเขียวกู่หลานผสมใบเตยมาทำการแต่งกลิ่นรสต่อไป เนื่องจากชาเขียวกู่หลานมีคะแนนการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด แม้ว่าชาเขียวกู่หลานผสมใบเตยจะมีคะแนนความชอบด้านรสและความชอบโดยรวมไม่มีความแตกต่างจากชาเขียวกู่หลานผสมเปลือกแก้วมังกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อพิจารณาคะแนนความชอบด้านกลิ่นพบว่า ชาเขียวกู่หลานผสมใบเตยมีคะแนนสูงกว่าชาเขียวกู่หลานผสมเปลือกแก้วมังกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

และจากการทดลองแต่งกลิ่นรสของชาก่อ โดยผสมพืชที่ผ่านการอบแห้งและบดทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ ใบเตย, ใบมะกรูด, ตะไคร้, เปลือกส้ม, และเปลือกแก้วมังกร โดยผสมพืชปริมาณ 16.7 เปอร์เซ็นต์ ลงในชาก่อ (ตารางที่ 4) พบว่า ชาก่อผสมเปลือกแก้วมังกรมีคะแนนความชอบด้านสีมากที่สุดเนื่องจากในเปลือกแก้วมังกรมีกลุ่มรงควัตถุที่ให้สีแดงคือ บีทาไซยานิน (Betacyanin) แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชาก่อผสมตะไคร้, ใบมะกรูด และใบเตย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการผสมเปลือกส้มในชาก่อได้คะแนนด้านสีต่ำที่สุด ในขณะที่คะแนนความชอบด้านกลิ่น พบว่า ชาก่อผสมใบเตยมีคะแนนความชอบด้านกลิ่นสูงที่สุดและมี

เอกสารที่ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เพื่อการแต่งกลิ่นรสต่อไป และเมื่อพิจารณาคะแนนความชอบด้านรสและคะแนนไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชอบโดยรวมพบว่า ชาก่อผสมใบเตยมีค่าสูงที่สุดแต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชาก่อผสมเปลือกแก้วมังกร คะแนนความชอบรองลงมาคือ ชาก่อผสมเปลือกส้ม, ใบมะกรูด และตะไคร้ แต่ระหว่างการผสมผงพีชทั้ง 3 ชนิดในชาก่อนั้นไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4 แสดงผลทางประสาทสัมผัสของการแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพรก่อ

ชาก่อผสมพีช	สี	กลิ่น	รส	ความชอบโดยรวม
ใบเตย	4.77±1.14 <sup>ab</sup>	5.50±1.08 <sup>a</sup>	4.37±1.57 <sup>a</sup>	4.60±1.30 <sup>a</sup>
ใบมะกรูด	4.90±1.06 <sup>ab</sup>	4.23±1.46 <sup>b</sup>	2.87±1.39 <sup>b</sup>	3.33±1.24 <sup>b</sup>
ตะไคร้	4.90±1.19 <sup>ab</sup>	3.87±1.43 <sup>b</sup>	2.77±1.57 <sup>b</sup>	3.33±1.49 <sup>b</sup>
เปลือกส้ม	4.43±1.46 <sup>b</sup>	4.00±1.41 <sup>b</sup>	3.43±1.48 <sup>b</sup>	3.67±1.18 <sup>b</sup>
เปลือกแก้วมังกร	5.27±1.48 <sup>a</sup>	4.53±1.22 <sup>b</sup>	4.30±1.47 <sup>a</sup>	4.53±1.31 <sup>a</sup>

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในชาก่อผสมพีชจำนวน 5 ชนิด (ตารางที่ 4) แม้ว่าคะแนนความชอบด้านสีของชาก่อผสมพีชจะ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่คะแนนความชอบด้านรสและความชอบโดยรวมของชาก่อผสมใบเตยและชาก่อผสมเปลือกแก้วมังกร มีค่ามากและไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นสามารถเลือกชาก่อผสมใบเตยและชาก่อผสมเปลือกแก้วมังกรมาทำการแต่งกลิ่นรสต่อไป

#### 4.4 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของชาเขียวกู่หลาน และชาก่อ กับ ใบเตย และ เปลือกแก้วมังกร ที่ปริมาณต่างๆกัน

จากการทดลองแต่งกลิ่นรสของชาเขียวกู่หลานโดยผสมใบเตยที่ระดับ 0, 10, 15, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากตารางที่ 5 พบว่า คะแนนความชอบด้านสีของชาเขียวกู่หลานผสมใบเตย 25 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชาเขียวกู่หลานผสมใบเตย 20 และ 15 เปอร์เซ็นต์ คะแนนความชอบด้านสีรองลงมา คือ ชาเขียวกู่หลานผสมใบเตย 10 และ 0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่คะแนนความชอบด้านกลิ่นของชาเขียวกู่หลานผสมใบเตยทั้ง 5 ระดับ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อพิจารณาคะแนนความชอบด้านรสและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชาเขียวกู่หลานผสมใบเตย 15 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ชาเขียวกู่หลานผสมใบเตย 0 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนต่ำ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชาเขียวกู่หลานผสมใบเตย 15 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 5 แสดงผลทางประสาทสัมผัสของการแต่งกลิ่นรสใบเตยในชาสมุนไพรเขียวกู่หลาน

% ผงใบเตย	สี	กลิ่น <sup>ns</sup>	รส	ความชอบโดยรวม
0%	4.10±1.47 <sup>b</sup>	4.83±1.42	4.03±1.47 <sup>b</sup>	4.27±1.20 <sup>b</sup>
10%	4.63±1.33 <sup>b</sup>	4.43±1.14	4.03±1.13 <sup>b</sup>	4.23±1.22 <sup>b</sup>
15%	4.97±1.07 <sup>ab</sup>	4.80±0.96	4.63±1.35 <sup>ab</sup>	4.90±1.03 <sup>ab</sup>
20%	5.13±1.20 <sup>ab</sup>	5.00±1.23	4.93±1.51 <sup>a</sup>	5.03±1.47 <sup>a</sup>
25%	5.30±1.26 <sup>a</sup>	4.93±1.29	4.77±1.46 <sup>a</sup>	5.07±1.33 <sup>a</sup>

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของชาเขียวกู่หลานผสมใบเตยทั้ง 5 ระดับ (ตารางที่ 5) สามารถเลือกชาเขียวกู่หลานผสมใบเตย 15 เปอร์เซ็นต์ แม้ว่าจะไม่มีความแตกต่างจากชาเขียวกู่หลานผสมใบเตย 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากการผสมใบเตยเพียง 15 เปอร์เซ็นต์ ก็ได้คะแนนการยอมรับไม่แตกต่างจากชาเขียวกู่หลานที่ผสมใบเตยที่ได้คะแนนการยอมรับมากที่สุด

จากการทดลองปรับเปลี่ยนอัตราส่วนใบเตยที่ระดับ 0, 10, 15, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในชาก่อ จากตารางที่ 6 เมื่อพิจารณาคะแนนความชอบด้านสีของชาก่อผสมใบเตย 15 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีคะแนนสูงที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชาก่อผสมใบเตย 20 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่คะแนนความชอบด้านสีรองลงมา ได้แก่ ชาก่อผสมใบเตย 25 และ 0 เปอร์เซ็นต์ ส่วนชาก่อผสมใบเตย 10 เปอร์เซ็นต์มีคะแนนต่ำที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชาก่อผสมใบเตย 25 และ 0 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่คะแนนความชอบด้านกลิ่นของชาก่อผสมใบเตย 25 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชาก่อผสมใบเตย 0, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ และชาก่อผสมใบเตย 10 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนต่ำที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างจากชาก่อผสมใบเตย 15 เปอร์เซ็นต์ ส่วนคะแนนความชอบด้านรสของชาก่อผสมใบเตย 25 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากชาก่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผสมไบเคย 15 เปอร์เซ็นต์ คะแนนความชอบด้านรสรองลงมา ได้แก่ ชาก่อผสมไบเคย 20, 0 และ 10 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างชาก่อผสมผงพีชทั้ง 3 ระดับ และเมื่อพิจารณาคะแนนความชอบโดยรวม พบว่า ชาก่อผสมไบเคย 25 เปอร์เซ็นต์มีคะแนนสูงที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชาก่อผสมไบเคย 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ชาก่อผสมไบเคย 0 เปอร์เซ็นต์ ได้คะแนนความชอบรองลงมา ในขณะที่ชาก่อผสมไบเคย 10 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนต่ำที่สุด

ตารางที่ 6 แสดงผลทางประสาทสัมผัสของการแต่งกลิ่นรสไบเคยในชาสมุนไพรก่อ

% ไบเคย	สี	กลิ่น	รส	ความชอบโดยรวม
0%	4.30±1.42 <sup>bc</sup>	5.00±1.26 <sup>a</sup>	3.93±1.48 <sup>b</sup>	4.03±1.38 <sup>bc</sup>
10%	4.13±1.25 <sup>c</sup>	4.17±1.05 <sup>b</sup>	3.80±1.22 <sup>b</sup>	3.90±1.03 <sup>c</sup>
15%	5.33±0.88 <sup>a</sup>	4.67±1.09 <sup>ab</sup>	4.43±1.36 <sup>ab</sup>	4.83±1.26 <sup>a</sup>
20%	4.90±1.16 <sup>ab</sup>	4.80±1.10 <sup>a</sup>	4.20±1.22 <sup>b</sup>	4.57±1.14 <sup>ab</sup>
25%	4.60±1.28 <sup>bc</sup>	5.03±1.10 <sup>a</sup>	4.90±1.09 <sup>a</sup>	4.93±0.91 <sup>a</sup>

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสในชาก่อผสมไบเคยทั้ง 5 ระดับ (ตารางที่ 6) สามารถเลือกชาก่อผสมไบเคย 15 เปอร์เซ็นต์ แม้ว่าคะแนนความชอบด้านกลิ่น, รส และความชอบโดยรวมของชาก่อผสมไบเคย 15 เปอร์เซ็นต์ จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากชาก่อผสมไบเคยที่ระดับอื่นๆ แต่คะแนนความชอบด้านสี มีค่าสูงที่สุด ถึงแม้คะแนนจะไม่มีความแตกต่างจากชาก่อผสมไบเคย 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ได้คะแนนความชอบสูงที่สุด

จากการทดลองปรับเปลี่ยนอัตราส่วนเปลือกแก้วมังกรที่ระดับ 0, 10, 15, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับในชาก่อ จากตารางที่ 7 พบว่า คะแนนความชอบด้านสีของชาก่อผสมแก้วมังกร 20 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากชาก่อผสมแก้วมังกร 25 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่คะแนนความชอบด้านสีรองลงมา คือ ชาก่อผสมแก้วมังกร 15, 0 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนคะแนนความชอบด้านกลิ่นของชาก่อผสมแก้วมังกร 0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงที่สุด และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชาก่อผสมแก้วมังกร 10 และ 25 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชาก่อผสมแก้วมังกร 20 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่คะแนนความชอบด้านรสไม่มีความแตกต่างอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อพิจารณาคะแนนความชอบโดยรวม พบว่า ชาก่อผสมแก้วมังกร 20 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนความชอบสูงที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชาก่อผสมแก้วมังกร 25, 15 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ส่วนคะแนนความชอบต่ำที่สุด คือ ชาก่อผสมเปลือกแก้วมังกร 0 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 7 แสดงผลทางประสาทสัมผัสของการแต่งกลิ่นรสเปลือกแก้วมังกรในชาสมุนไพร

% เปลือกแก้วมังกร	สี	กลิ่น	รส <sup>ns</sup>	ความชอบโดยรวม
0%	4.30±1.42 <sup>b</sup>	5.00±1.26 <sup>a</sup>	3.93±1.48	4.03±1.38 <sup>b</sup>
10%	4.27±1.51 <sup>b</sup>	4.23±1.36 <sup>b</sup>	4.40±1.19	4.30±1.15 <sup>ab</sup>
15%	4.60±1.30 <sup>b</sup>	4.57±1.43 <sup>ab</sup>	4.17±1.29	4.40±1.35 <sup>ab</sup>
20%	5.37±1.52 <sup>a</sup>	4.63±1.33 <sup>ab</sup>	4.20±1.30	4.73±1.44 <sup>a</sup>
25%	4.90±0.96 <sup>ab</sup>	4.13±0.97 <sup>b</sup>	4.37±1.19	4.47±1.01 <sup>ab</sup>

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในชาก่อผสมแก้วมังกรทั้ง 5 ระดับ (ตารางที่ 7) สามารถเลือกชาก่อผสมแก้วมังกร 20 เปอร์เซ็นต์ แม้ว่าคะแนนความชอบด้านกลิ่นและความชอบโดยรวมจะไม่มี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชาก่อผสมเปลือกแก้วมังกรที่ระดับอื่นๆ แต่เมื่อพิจารณาคะแนนความชอบด้านสี พบว่า ชาก่อผสมเปลือกแก้วมังกร 20 เปอร์เซ็นต์ ได้คะแนนสูงที่สุด ถึงแม้จะไม่มี ความแตกต่างจากชาก่อผสมเปลือกแก้วมังกร 25 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ได้คะแนนความชอบสูงที่สุด

#### 4.5 สมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของชาสมุนไพรที่แต่งกลิ่นรส

##### 4.5.1 สมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของชาเขียวกู่หลานแต่งกลิ่นรสด้วยใบเตย

จากการวิเคราะห์หาสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน ด้วยวิธี FCR ในชาเขียวกู่หลานปรับปรุงกลิ่นรสด้วยใบเตย ที่ปริมาณ 4 ระดับ คือ 10, 15, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักของชาผสม) ผลการทดลองสามารถแสดงดังตารางที่ 8 พบว่า สมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันในชาเขียวกู่หลานแต่งกลิ่นรสด้วยใบเตยจะเพิ่มขึ้น เมื่อเปอร์เซ็นต์ของใบเตยเพิ่มขึ้นตามลำดับ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละระดับ โดยชาเขียวกู่หลานที่เติมใบเตย 25 เปอร์เซ็นต์ เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์ จะมีสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันสูงสุดเท่ากับ 15.63 มิลลิกรัมต่อกรัม ตัวอย่าง รองลงมาด้วยชาเขียวกู่หลานที่เติมใบเตย 20, 15, 10 และ 0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในส่วนการวิเคราะห์ด้วยวิธี FRAP พบว่าชาเขียวกู่หลานที่มีการเติมใบเตย 25 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 17.19 มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง รองลงมาคือ การเติมใบเตยที่ 20 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการเติมใบเตยที่ 10 เปอร์เซ็นต์ และตัวควบคุมที่ไม่เติมใบเตย จะมีสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการวิเคราะห์ค่า  $EC_{50}$  (effective concentration) พบว่าชาเขียวกู่หลานที่เติมใบเตย 25 เปอร์เซ็นต์ จะมีค่า  $EC_{50}$  ต่ำที่สุด (2.97 มิลลิกรัม/กรัมตัวอย่าง) และค่า  $EC_{50}$  จะเพิ่มขึ้นเมื่อลดปริมาณใบเตยในชาเขียวกู่หลานลง

ตารางที่ 8 แสดงความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยวิธีต่างๆ ของชาสมุนไพรมะนาวเขียวกู่หลานแต่งกลิ่นรสด้วยใบเตย

%ใบเตย	FCR* (mg/g)	FRAP** (mg/g)	$EC_{50}$ *** (mg)
0%	3.77±0.15 <sup>c</sup>	8.41±0.43 <sup>c</sup>	3.64±0.11 <sup>a</sup>
10%	7.10±0.77 <sup>d</sup>	8.68±0.47 <sup>c</sup>	3.24±0.05 <sup>b</sup>
15%	10.34±0.23 <sup>e</sup>	10.26±0.60 <sup>b</sup>	3.17±0.06 <sup>bc</sup>
20%	12.05±0.67 <sup>e</sup>	10.69±0.49 <sup>b</sup>	3.03±0.10 <sup>cd</sup>
25%	15.63±0.28 <sup>a</sup>	17.19±0.10 <sup>a</sup>	2.97±0.06 <sup>d</sup>
100%	5.23±0.06	22.44±0.16	0.05±0.09

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

\* มิลลิกรัมสมมูลย์กรดแกลลิกต่อกรัมตัวอย่าง

\*\* มิลลิกรัม  $Fe^{++}$  ต่อกรัมตัวอย่าง

\*\*\* มิลลิกรัมตัวอย่าง

จากผลการทดลองวิเคราะห์สมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วยวิธีการทั้ง 3 พบว่าทุกวิธีมีความสอดคล้องกัน กล่าวคือการเพิ่มปริมาณใบเตยจะเพิ่มสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของชาผสม ดังนั้นแสดงว่า สมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันในใบเตยมีค่าสูงกว่าชาเขียวกู่หลาน และการเพิ่มอัตราส่วนของใบเตยจะเพิ่มสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของชาผสมให้สูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.5.2 สมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของชาก่อนแต่งกลิ่นรสด้วยไอบเตย

จากการวิเคราะห์หาสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันในชาก่อน ด้วยวิธี FCR ที่มีการแต่งกลิ่นรสที่ปริมาณ 4 ระดับ คือ 10, 15, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักของชาผสม) ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 9 พบว่า เมื่อเปอร์เซ็นต์ของไอบเตยเพิ่มขึ้นสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของชาผสมที่แต่งกลิ่นรสด้วยไอบเตยจะลดลง ตามลำดับ โดยตัวควบคุมที่ไม่มีการเติมไอบเตยจะมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 51.94 มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง รองลงมา ได้แก่ ชาก่อนที่เติมไอบเตย 10, 15, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งชาก่อนที่เติมไอบเตย 0 เปอร์เซ็นต์ และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และชาก่อนที่เติมไอบเตยที่ 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ค่าที่ได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน ส่วนการวิเคราะห์ด้วยวิธี FRAP พบว่าสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของชาผสมจะลดลง เมื่อเปอร์เซ็นต์ของไอบเตยเพิ่มขึ้น ตามลำดับ คือ ชาก่อนที่เป็นตัวควบคุมที่ไม่มีการเติมไอบเตยมีค่าเท่ากับ 312.64 มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง โดยมีคุณสมบัติในการต้านออกซิเดชันเป็น 24 เท่าของชาที่มีการเติมไอบเตย ซึ่งมีค่าความสัมพันธ์เชิงผกผันกับค่า  $EC_{50}$  (effective concentration) โดยพบว่าชาก่อนที่เป็นตัวควบคุมคือชาที่ไม่มีการเติมไอบเตย จะมีค่า  $EC_{50}$  ต่ำที่สุด (0.03 มิลลิกรัม/กรัมตัวอย่าง) และค่า  $EC_{50}$  จะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณไอบเตยโดยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งชาก่อนที่มีการเติมไอบเตยที่ 15, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 9 แสดงความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยวิธีต่างๆ ของชาสมุนไพรก่อนแต่งกลิ่นรสด้วยไอบเตย

% ไอบเตย	FCR* (mg/g)	FRAP** (mg/g)	$EC_{50}$ *** (mg)
0%	51.94±0.09 <sup>a</sup>	312.64±9.63 <sup>a</sup>	0.03±0.001 <sup>c</sup>
10%	51.39±2.48 <sup>a</sup>	294.03±2.24 <sup>a</sup>	0.15±0.001 <sup>b</sup>
15%	43.00±1.24 <sup>b</sup>	269.31±0.79 <sup>b</sup>	0.16±0.006 <sup>a</sup>
20%	37.85±0.78 <sup>c</sup>	240.56±2.46 <sup>c</sup>	0.16±0.001 <sup>a</sup>
25%	35.69±0.66 <sup>c</sup>	226.32±2.55 <sup>c</sup>	0.16±0.003 <sup>a</sup>
100%	5.23±0.06	22.44±0.16	0.18±0.12

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

\* มิลลิกรัมสมมูลย์กรดแกลลิกต่อกรัมตัวอย่าง

\*\* มิลลิกรัม  $Fe^{2+}$  ต่อกรัมตัวอย่าง

\*\*\* มิลลิกรัมตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นจากผลการทดลองวิเคราะห์สมบัติในการต้านปฏิริยาออกซิเดชันทั้ง 3 วิธี พบว่าการเพิ่มปริมาณไบโเบคไม่มีส่วนช่วยเพิ่มสมบัติในการต้านปฏิริยาออกซิเดชันของชาผสม เนื่องจากสมบัติในการต้านปฏิริยาออกซิเดชันในชาอ้อมีค่าสูงกว่าในไบโเบค

#### 4.5.3 สมบัติในการต้านปฏิริยาออกซิเดชันของชาอ้อมีค่าสูงด้วยเปลือกแก้วมังกร

จากการวิเคราะห์หาสมบัติในการต้านปฏิริยาออกซิเดชัน ด้วยวิธี FCR ในชาอ้อมีค่าสูงที่มีการแต่งกลิ่นรสด้วยเปลือกแก้วมังกรที่ปริมาณ 4 ระดับ คือ 10, 15, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักของชาผสม) จากตารางที่ 10 พบว่า การเพิ่มเปอร์เซ็นต์เปลือกแก้วมังกรในชาผสม จะทำให้สมบัติในการต้านปฏิริยาออกซิเดชันในชาผสมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกระดับ โดยตัวควบคุมหรือชาอ้อมีการเติมเปลือกแก้วมังกรจะมีสมบัติในการต้านปฏิริยาออกซิเดชันสูงที่สุดเท่ากับ 51.94 มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง และชาอ้อมีการเติมเปลือกแก้วมังกร 25 เปอร์เซ็นต์มีสมบัติในการต้านปฏิริยาออกซิเดชันต่ำที่สุดเท่ากับ 33.24 มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง หรือลดลง 36 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ด้วยวิธี FRAP ที่พบว่าการเพิ่มปริมาณเปลือกแก้วมังกรมีผลทำให้สมบัติในการต้านปฏิริยาออกซิเดชันในชาผสมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกระดับ ซึ่งการเติมเปลือกแก้วมังกร 25 เปอร์เซ็นต์ในชาอ้อมีค่าทำให้สมบัติในการต้านปฏิริยาออกซิเดชันเปลือกแก้วมังกรลดลง 35.8 เปอร์เซ็นต์ และมีความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกันเชิงผกผันกับค่า  $EC_{50}$  (effective concentration) กล่าวคือ การเพิ่มปริมาณเปลือกแก้วมังกรจะทำให้ค่า  $EC_{50}$  เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ชาอ้อมีการเติมเปลือกแก้วมังกรที่ 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ มีค่า  $EC_{50}$  ที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 10 แสดงความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยวิธีต่างๆ ของชาสมุนไพรรก่อนแต่งกลิ่นรสด้วยเปลือกแก้วมังกร

% เปลือกแก้วมังกร	FCR* (mg/g)	FRAP** (mg/g)	EC <sub>50</sub> *** (mg)
0%	51.94±0.09 <sup>a</sup>	312.64±9.63 <sup>a</sup>	0.03±0.001 <sup>d</sup>
10%	47.66±0.09 <sup>b</sup>	261.18±2.24 <sup>b</sup>	0.18±0.001 <sup>c</sup>
15%	39.89±0.55 <sup>c</sup>	240.28±0.76 <sup>c</sup>	0.22±0.001 <sup>b</sup>
20%	34.81±0.40 <sup>d</sup>	219.10±2.46 <sup>d</sup>	0.24±0.001 <sup>a</sup>
25%	33.24±0.14 <sup>c</sup>	200.69±2.55 <sup>c</sup>	0.24±0.001 <sup>a</sup>
100%	1.99±0.06	12.6±0.05	4.19±0.09

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

\* มีลิกนินสมมูลยกกรดแกลลิกต่อกรัมตัวอย่าง

\*\* มีลิกนิน Fe<sup>2+</sup> ต่อกรัมตัวอย่าง

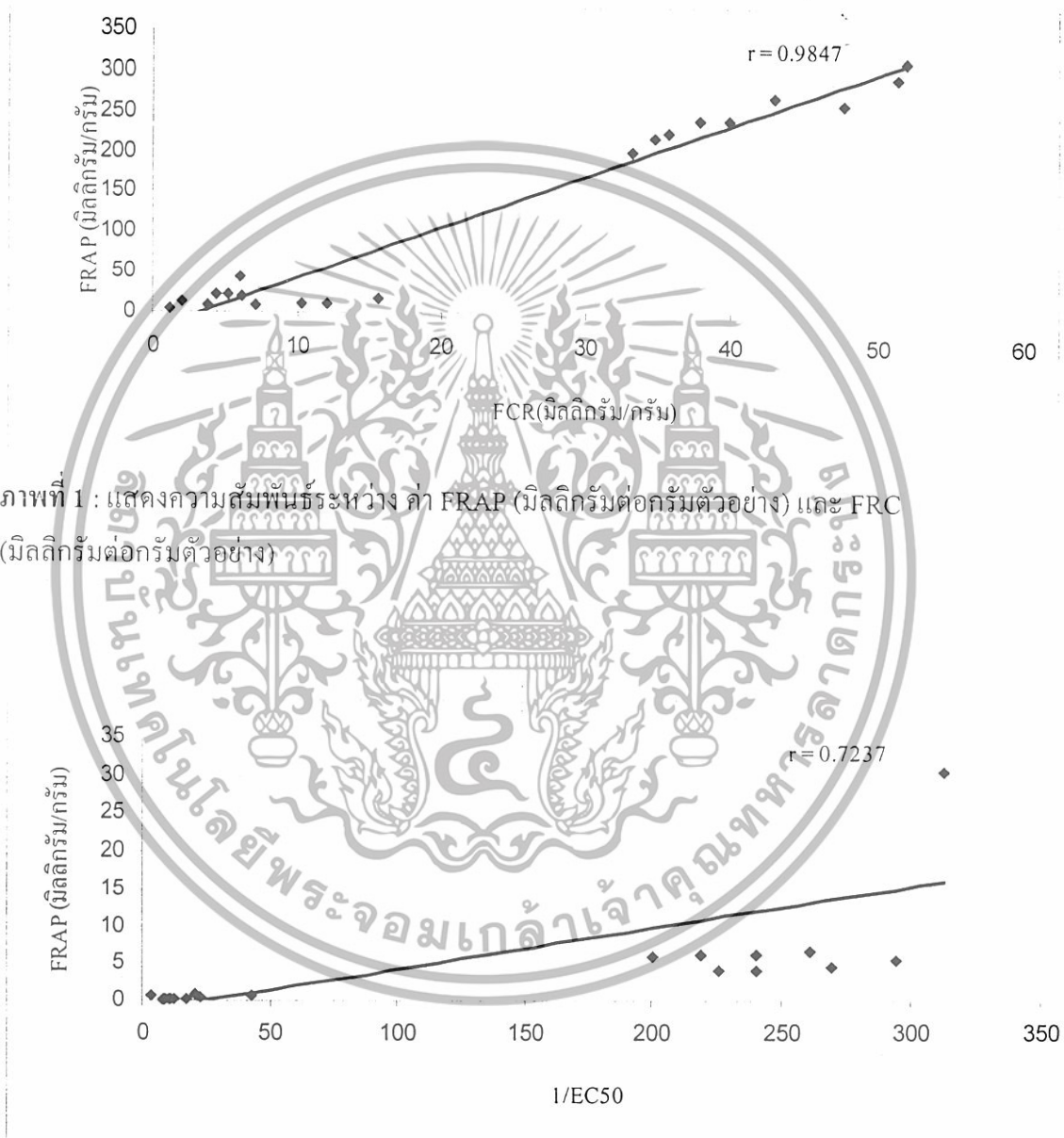
\*\*\* มีลิกนินตัวอย่าง

ดังนั้น จากผลการทดลองวิเคราะห์สมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วยวิธีการทั้ง 3 พบว่า การเพิ่มปริมาณเปลือกแก้วมังกรในชาก่อนแต่งจะเป็นการลดสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของชาผสมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากชาก่อนแต่งเป็นชาที่มีสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันสูงกว่าในเปลือกแก้วมังกรโดยวิธี FCR , FRAP และ EC<sub>50</sub> ประมาณ 36 , 36 และ 81 เท่า ตามลำดับ ดังนั้นการเพิ่มอัตราส่วนของเปลือกแก้วมังกรจะทำให้สมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของชาผสมให้ต่ำลง

ความสามารถในการต้านออกซิเดชันในชาทั้ง 6 ชนิดที่ทดสอบด้วยวิธี FRAP, FCR และ DPPH (โดยคิดจาก  $1/EC_{50}$ ) จากภาพที่ 1-3 พบว่า วิธี FRAP และ FCR ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่สอดคล้องกันสูง ( $p < 0.05$ ) โดยมีค่าเท่ากับ 0.9847 ซึ่งวิธี FRAP และ FCR เป็นวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์หาความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารรีเอเจนต์โดยค่า FRAP เป็นการหาความสามารถในการรีดิวซ์ทั้งหมด ส่วนค่า FCR ใช้หลักการทดสอบด้วยรีเอเจนต์ Folin Ciocalteu ซึ่งเป็นการทดสอบความสามารถในการให้อิเล็กตรอนแก่สาร molybdenum (Haung *et al.* 2005) ค่าจากวิธีที่ได้จะแปรผันตามความสามารถในการต้านออกซิเดชันของสารประกอบในชาสมุนไพรร โดยจะแปรผกผันกับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH และในส่วนของค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

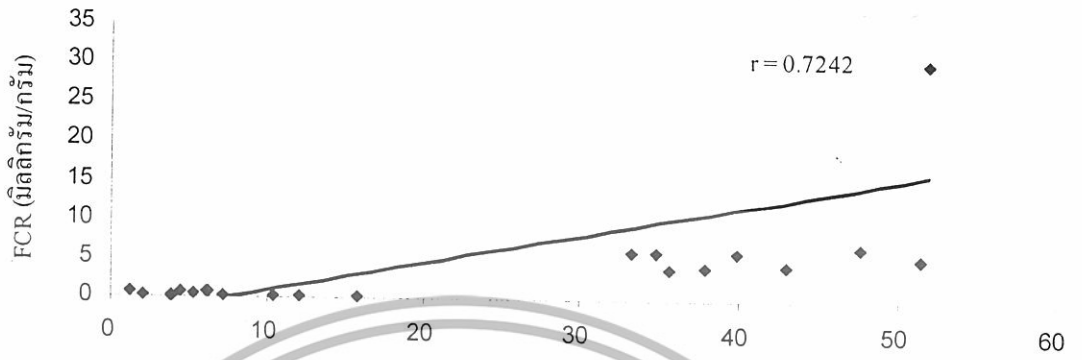
สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง FRAP และ DPPH กับ FCR และ DPPH มีค่าเท่ากับ 0.7237 และ 0.7242 ตามลำดับ



ภาพที่ 1 : แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า FRAP (มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง) และ FCR (มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง)

ภาพที่ 2 : แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า FRAP (มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง) และ  $1/EC_{50}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 : แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า FCR (มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง) และ 1/EC<sub>50</sub>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลอง

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของชาสมุนไพร 5 ชนิด ได้แก่ ชาหอมไก่, ชาดังกุยใบ, ชาเขียวกู่หลาน, ชาเก๋อหลง และชาปูเต๋าลี้มไม้เท้า พบว่า ชาเขียวกู่หลานและชาเก๋อหลง ได้คะแนนความชอบโดยรวมมาก และมีคะแนนความชอบของกลิ่นสูงกว่าชาอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) เมื่อวิเคราะห์ความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน ด้วยวิธีการทั้ง 3 พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $r$ ) อยู่ระหว่าง 0.7237-0.9847 ค่าที่ได้จากวิธี FCR และ FRAP จะแปรผันตามกัน ส่วนค่า  $EC_{50}$  จะแปรผกผันกับวิธีการทั้ง 2 ชาเก๋อหลงมีสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันสูงกว่าชาอื่นๆ ประมาณ 8 – 303 เท่าในการทดสอบทั้ง 3 วิธี ส่วนชาเขียวกู่หลานมีสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันต่ำที่สุดด้วยวิธี DPPH scavenging assay อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และชาปูเต๋าลี้มไม้เท้า มีสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันต่ำที่สุดด้วยวิธี FCR และ FRAP อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การแต่งกลิ่นรสชาสมุนไพรเขียวกู่หลานและชาเก๋อหลง ด้วยผงพีช 5 ชนิด พบว่า ชาเขียวกู่หลานผสมใบเตย, ชาเก๋อหลงผสมใบเตยและชาเก๋อหลงเปลือกแก้วมังกร ได้คะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสมากที่สุด และมีคะแนนความชอบของรสและความชอบโดยรวมสูงกว่าชาผสมผงพีชอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อปรับเปลี่ยนอัตราส่วนของผงพีช พบว่า การผสมผงใบเตย 15% ในชาเขียวกู่หลานและชาเก๋อหลง และเปลือกแก้วมังกร 20% ในชาเก๋อหลง ได้คะแนนการยอมรับมากที่สุด และมีคะแนนความชอบของสีมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นชาเขียวกู่หลานผสมผงใบเตย 15% อย่างไรก็ตาม การเติมผงพีชในชาทั้ง 2 ชนิด มีผลทำให้สมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้น ชาเขียวกู่หลานผสมผงใบเตย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

“กลไกการต้านอนุมูลอิสระ”. 12 มีนาคม 2550. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก

<http://www.pharm.swu.ac.th>

“ชาสมุนไพร”. 1 มีนาคม 2550. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก

<http://www.thaihomemaster.com>

สถาบันการแพทย์แผนไทย. กรมการแพทย์. กระทรวงสาธารณสุข. น้ำสมุนไพร. องค์การส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตร, กรุงเทพฯ : หน้า 50.

ปาริฉัตร ใจจักรคำ. ผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาเมสสารด์ และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ. รายงานวิชาอาหารเสริมสุขภาพและโภชนาการ. สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร. โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ : หน้า 8-17.

ปรีชา บุญจุง. สารต้านอนุมูลอิสระ Radical Scavenging Agents. 190 หน้า.

“เปลือกแก้วมังกร”. 1 มีนาคม 2550. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก

<http://www.centeresort.com/index.php?lay=show&ac=artical&id=329687>

รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2540. พืชเครื่องเทศและสมุนไพร. พิมพ์ครั้งที่ 1. โอ.เอส.พรีนติ้งเฮาส์, กรุงเทพฯ : หน้า 9.

วิภูษิตา วีระจริยะ และ สุพิศรามาหาสุวรรณ. 2546. การศึกษาปริมาณสารแอนติออกซิแดนซ์ในชา. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ : หน้า 10

สุธรรม อารีกุล. 2548. องค์ความรู้เรื่องพืชป่าที่ชาวเขาใช้ประโยชน์ทางภาคเหนือของไทย ระยะที่ 2. มุลนิธิโครงการหลวง 659 หน้า.

สุธรรม อารีกุล. 2547. องค์ความรู้เรื่องพืชป่าที่ชาวเขาใช้ประโยชน์ทางภาคเหนือของไทย. มุลนิธิโครงการหลวง 596 หน้า.

สุนทรี่ สิงหนุตตรา. 2536. สรรพคุณสมุนไพร 200 ชนิด. พิมพ์ครั้งที่ 1. โอ.เอส.พรีนติ้งเฮาส์, กรุงเทพฯ : หน้า 50.

สุรพงษ์ โกสิยะจินดา. 2545. แก้วมังกรเศรษฐกิจ ผลไม้สุขภาพ. ฟันนี้พับบลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ : หน้า 9.

“ส้มเขียวหวาน”. 1 มีนาคม 2550. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก

<http://www.nco-project.com/herbal.htm#tangerin>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

“อนุมูลอิสระ”. 1 มีนาคม 2550. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก

[http://www.greenlife.co.th/resources\\_th\\_05.html](http://www.greenlife.co.th/resources_th_05.html)

อัญชญา เจนวิถีสุข. 2544. การตรวจหาและบ่งชี้ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระจากผักพื้นบ้านและสมุนไพรไทย. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ : หน้า 1-14.

โสภา วัชรคุปต์. 2549. สารต้านอนุมูลอิสระ Radical Scavenging Agents. 190 หน้า.

Benzie I F.F. and Strain J. J. 1999. Ferric reducing/antioxidative power assay: Direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version of simultaneous measurement of antioxidant power and ascorbic acid concentration. *Methods Enzymol.* 299: 15-27.

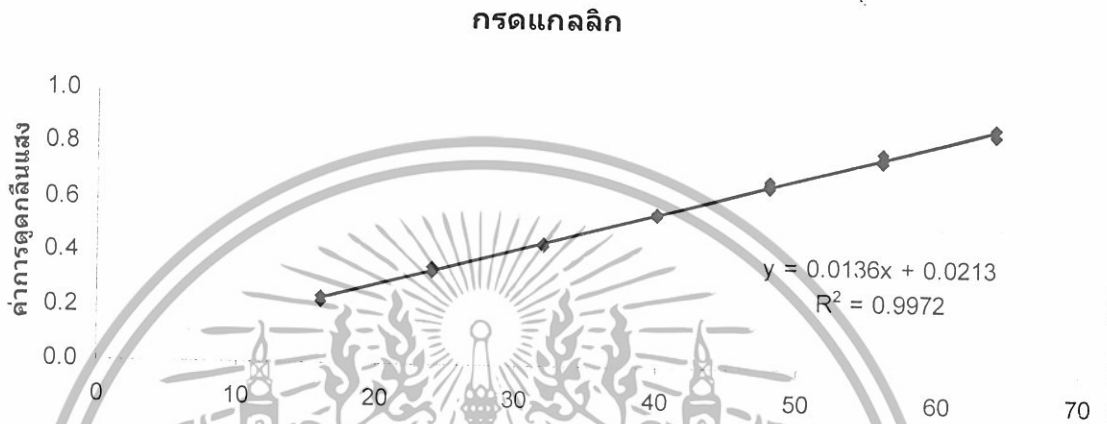
Brand-William W., Cuelier M. and Berset M. E. 1995. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm. Wiss. U. Technol.* 28 : 25-30.

Huang, D., Boxin, O. and Prior, R.L. 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assay. *J. Agric. Food Chem.* 53: 1841-1856.

Singleton, V.L., Orthofer, R. and Lamuela-Raventos, R.M. 1999. Analysis of total phenol and other oxidation substrates and antioxidants by mean of Folin-Ciocalteu Reagent. *Methods Enzymol.* 299: 152-177.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก  
การวิเคราะห์ปริมาณของสารประกอบโพลิฟีนอลทั้งหมด

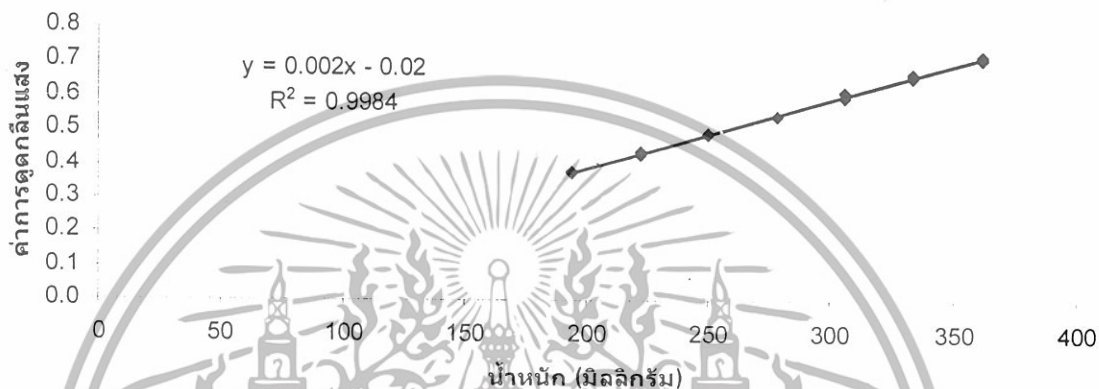


สามารถคำนวณหาปริมาณสารประกอบโพลิฟีนอลทั้งหมดได้จากสมการ ดังนี้  
 จากสมการกราฟสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก  $y = 0.0136x + 0.0213$  ;  $R^2 = 0.9972$   
 ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยของชาหอมโก้ = 0.374  
 แทนค่า  $0.374 = 0.0136x + 0.0213$   
 ไมโครกรัมกรดแกลลิก = 25.91  
 มิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อกรัมตัวอย่าง =  $\frac{\text{ไมโครกรัมกรดแกลลิก} \times \text{ปริมาตรน้ำที่ใช้ชงชา}}{\text{ปริมาตรน้ำชาที่บีบเปิด} \times \text{น้ำหนักตัวอย่าง} \times 10^3}$   
 $= \frac{25.91 \times 500}{1 \times 3 \times 10^3}$   
 ปริมาณสารประกอบโพลิฟีนอลทั้งหมด = 4.318 มิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อกรัมตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวก ข  
การวิเคราะห์สมบัติในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงและน้ำหนัก



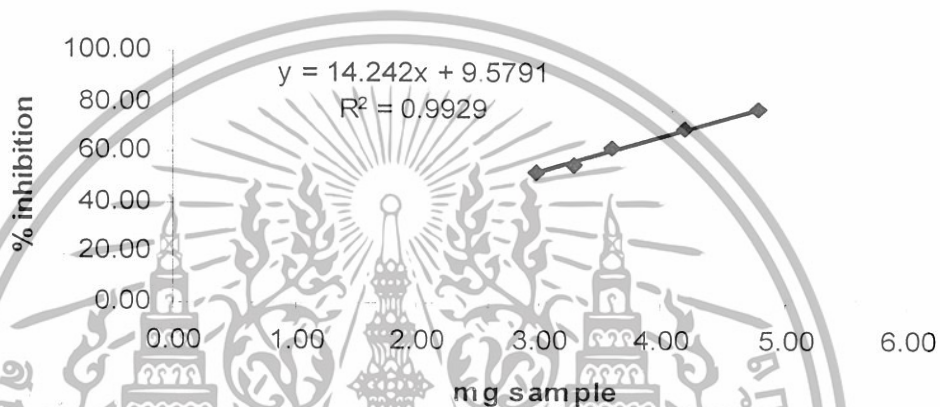
สามารถคำนวณหาปริมาณสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันได้จากสมการ ดังนี้  
จากสมการกราฟสารละลายมาตรฐาน  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$   $y = 0.002x - 0.02$  ;  $R^2 = 0.9984$   
ไมโครกรัม  $\text{Fe}^{++}$   
ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยของชาหอมไถ่ = 0.222  
แทนค่า  $0.222 = 0.002x - 0.02$   
= 121  
ปริมาณสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน =  $\frac{\text{ไมโครกรัม } \text{Fe}^{++} \times \text{ปริมาตรน้ำที่ใช้ชงชา}}{\text{ปริมาตรน้ำชาที่บีบอัด} \times \text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$   
ปริมาณสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน =  $\frac{121 \times 500}{1 \times 3 \times 10^3}$   
= 21.21 มิลลิกรัม  $\text{Fe}^{++}$  ต่อกรัมตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวก ค  
การวิเคราะห์สมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ

ตัวอย่างกราฟค่า  $EC_{50}$  ของชาหอมโก้

หอมโก้



วิธีการหาค่า  $EC_{50}$  ของชาหอมโก้

จากสมการเส้นตรงของชาหอมโก้

$$y = 14.242x + 9.5791$$

$$50 = 14.242x + 9.5791$$

$$= 2.838$$

$$EC_{50}/\text{dilution} = 2.838/2$$

$$EC_{50} = 1.419 \text{ มิลลิกรัมตัวอย่าง}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 สมการและค่า R-square ของชาสมุนไพร 5 ชนิด และ พืช 2 ชนิด

ชื่อ	ชื่อวิทยาศาสตร์	สมการ	ค่า R-square
ชาหอมไก่อ้	<i>Chloranthus erectus</i> (Buch.-Ham.) Verde	$y = 14.242x + 9.5791$	0.9929
		$y = 15.174x + 5.0882$	0.99
ชาตั้งกู่ย	<i>Angelina acutiloba</i> (Siebold & Zucc.) Kitagawa	$y = 15.537x + 11.383$	0.9943
		$y = 16.94x + 6.0942$	0.9957
ชาเจียวกู่หลาน	<i>Gynostemma pentaphyllum</i> (Thumb. Ex Murray) Makino	$y = 2.1462x + 11.759$	0.9905
		$y = 2.2689x + 7.8618$	0.985
ชาก่อนก	<i>Lithocarpus polystachyus</i> (A. DC.) Rehder	$y = 12.89x + 8.6064$	0.9887
		$y = 13.415x + 5.4135$	0.9809
ชาปู่เฒ่าลิ้มไม้เท้า	<i>Aspidistra sp.</i>	$y = 11.485x + 16.832$	0.9712
		$y = 12.667x + 10.664$	0.9736
เตยหอม	<i>Pandanus amaryllifolius</i> Roxb.	$y = 1.8699x + 33.606$	0.9979
		$y = 1.9249x + 31.528$	0.9977
แก้วมังกร	<i>Hylocercus undatus</i> (Haw) Brit & Rose	$y = 2.3374x + 1.7849$	0.9967
		$y = 2.2467x + 2.2105$	0.9879

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 2 สมการและค่า R-square ของชาสมุนไพรผสมผงพืช

ชื่อ	สมการ	ค่า R-square
ชาเจียวกู่หลานผสมใบเตย 10%	$y = 2.9721x + 2.3576$	0.9939
	$y = 3.0236x + 0.3839$	0.9866
ชาเจียวกู่หลานผสมใบเตย 15%	$y = 2.8192x + 5.8765$	0.9751
	$y = 2.8317x + 4.4338$	0.9847
ชาเจียวกู่หลานผสมใบเตย 20%	$y = 2.9117x + 5.9501$	0.9853
	$y = 2.9259x + 4.5138$	0.9926
ชาเจียวกู่หลานผสมใบเตย 25%	$y = 3.42x + 0.3327$	0.9794
	$y = 3.3454x - 0.0032$	0.9905
ชาก่อผสมใบเตย 10%	$y = 12.373x + 4.0809$	0.9942
	$y = 12.559x + 4.1462$	0.9951
ชาก่อผสมใบเตย 15%	$y = 13.27x - 2.1279$	0.9982
	$y = 12.604x + 2.3812$	0.993
ชาก่อผสมใบเตย 20%	$y = 13.829x - 6.4538$	0.9943
	$y = 14.85x - 10.738$	0.9983
ชาก่อผสมใบเตย 25%	$y = 11.761x + 0.9607$	0.9981
	$y = 11.879x + 2.0006$	0.9934
ชาก่อผสมเปลือกแก้วมังกร 10%	$y = 15.43x - 6.5945$	0.9936
	$y = 15.438x - 6.7418$	0.9919
ชาก่อผสมเปลือกแก้วมังกร 15%	$y = 8.1924x + 14.619$	0.9851
	$y = 8.7153x + 11.981$	0.9946
ชาก่อผสมเปลือกแก้วมังกร 20%	$y = 13.945x - 17.056$	0.9886
	$y = 14.128x - 18.074$	0.9848
ชาก่อผสมเปลือกแก้วมังกร 25%	$y = 11.849x - 7.3018$	0.9932
	$y = 12.016x - 8.7245$	0.9934

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวก  
แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส 7 points hedonic scale

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของชาสมุนไพรมะลิ

แบบ Hedonic scale

ชื่อ..... วันที่.....

ข้อปฏิบัติในการทดลอง

1. ชิมตัวอย่างชาจากแก้วชา
2. ทดสอบคุณลักษณะของตัวอย่าง เปรียบเทียบกับทั้งหมด และพิจารณาว่าคุณลักษณะของตัวอย่างที่ต้องการ เมื่อชิมแล้วให้คะแนนอย่างไร
3. การพิจารณาคะแนนและการยอมรับ แบ่งคะแนนตามความชอบออกเป็น  
7 = ชอบมากที่สุด      6 = ชอบปานกลาง      5 = ชอบ      4 = เฉยๆ  
3 = ไม่ชอบ      2 = ไม่ชอบปานกลาง      1 = ไม่ชอบมากที่สุด
4. ในระหว่างการชิมรสแต่ละตัวอย่าง ใช้น้ำล้างปากเพื่อป้องกันการสับสนระหว่างตัวอย่าง
5. ไล่คะแนนตามลำดับความชอบ ตั้งแต่ 1-7 ลงในช่องว่าง

สี

กลิ่น

รส

ความชอบโดยรวม

ข้อเสนอแนะ :

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาพผนวก จ**  
**ตารางวิเคราะห์ผลทางสถิติ**

ตารางภาคผนวกที่ 3 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านสีของชาสมุนไพร

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: COLOR

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	136.253 <sup>a</sup>	33	4.129	1.945	.005
Intercept	2851.440	1	2851.440	1342.907	.000
PANELIST	68.160	29	2.350	1.107	.342
TYPE	68.093	4	17.023	8.017	.000
Error	246.307	116	2.123		
Total	3234.000	150			
Corrected Total	382.560	149			

a. R Squared = .356 (Adjusted R Squared = .173)

ตารางภาคผนวกที่ 4 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านกลิ่นของชาสมุนไพร

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: ODOR

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	158.687 <sup>a</sup>	33	4.809	2.452	.000
Intercept	2488.807	1	2488.807	1268.981	.000
PANELIST	74.593	29	2.572	1.311	.158
TYPE	84.093	4	21.023	10.719	.000
Error	227.507	116	1.961		
Total	2875.000	150			
Corrected Total	386.193	149			

a. R Squared = .411 (Adjusted R Squared = .243)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 5 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านรสของชาสมุนไพร

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: TASTE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	73.380 <sup>a</sup>	33	2.224	.980	.508
Intercept	2068.327	1	2068.327	911.249	.000
PANELIST	55.873	29	1.927	.849	.687
TYPE	17.507	4	4.377	1.928	.110
Error	263.293	116	2.270		
Total	2405.000	150			
Corrected Total	336.673	149			

a. R Squared = .218 (Adjusted R Squared = -.005)

ตารางภาคผนวกที่ 6 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบโดยรวมของชาสมุนไพร

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: TOTAL

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	65.787 <sup>a</sup>	33	1.994	1.120	.323
Intercept	2273.707	1	2273.707	1277.198	.000
PANELIST	48.293	29	1.665	.935	.566
TYPE	17.493	4	4.373	2.457	.049
Error	206.507	116	1.780		
Total	2546.000	150			
Corrected Total	272.293	149			

a. R Squared = .242 (Adjusted R Squared = .026)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 7 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิบัติการออกซิเดชัน โดยวิธี FCR ของชาสมุนไพรมะนาว

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: FCR

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3815.769 <sup>a</sup>	5	763.154	127781.5	.000
Intercept	1798.693	1	1798.693	301170.8	.000
TYPE	3815.769	5	763.154	127781.5	.000
Error	3.583E-02	6	5.972E-03		
Total	5614.497	12			
Corrected Total	3815.805	11			

a. R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

ตารางภาคผนวกที่ 8 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิบัติการออกซิเดชัน โดยวิธี FRAP ของชาสมุนไพรมะนาว

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: FRAP

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1.452E+11 <sup>a</sup>	5	2.904E+10	1766.613	.000
Intercept	5.589E+10	1	5.589E+10	3400.336	.000
TYPE	1.452E+11	5	2.904E+10	1766.613	.000
Error	98626674.9	6	16437779.14		
Total	2.012E+11	12			
Corrected Total	1.453E+11	11			

a. R Squared = .999 (Adjusted R Squared = .999)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 9 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิริยาออกซิเดชัน  
ค่า EC<sub>50</sub> ของชาสมุนไพรมะนาว

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: EC50

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	13.691 <sup>a</sup>	5	2.738	788.724	.000
Intercept	27.847	1	27.847	8021.085	.000
TYPE	13.691	5	2.738	788.724	.000
Error	2.083E-02	6	3.472E-03		
Total	41.558	12			
Corrected Total	13.712	11			

a. R Squared = .998 (Adjusted R Squared = .997)

ตารางภาคผนวกที่ 10 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านสีของการแต่งกลิ่น  
รสของชาสมุนไพรมะนาว

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: COLOR

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	86.600 <sup>a</sup>	33	2.624	1.716	.019
Intercept	3174.000	1	3174.000	2075.445	.000
PANELIST	34.400	29	1.186	.776	.783
TYPE	52.200	4	13.050	8.533	.000
Error	177.400	116	1.529		
Total	3438.000	150			
Corrected Total	264.000	149			

a. R Squared = .328 (Adjusted R Squared = .137)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 11 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านกลิ่นของการแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพรเขียวภูหาลาน

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: ODOR

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	186.287 <sup>a</sup>	33	5.645	3.377	.000
Intercept	2912.807	1	2912.807	1742.517	.000
PANELIST	101.393	29	3.496	2.092	.003
TYPE	84.893	4	21.223	12.696	.000
Error	193.907	116	1.672		
Total	3293.000	150			
Corrected Total	380.193	149			

a. R Squared = .490 (Adjusted R Squared = .345)

ตารางภาคผนวกที่ 12 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านรสของการแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพรเขียวภูหาลาน

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: TASTE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	200.547 <sup>a</sup>	33	6.077	3.368	.000
Intercept	2258.160	1	2258.160	1251.576	.000
PANELIST	116.640	29	4.022	2.229	.001
TYPE	83.907	4	20.977	11.626	.000
Error	209.293	116	1.804		
Total	2668.000	150			
Corrected Total	409.840	149			

a. R Squared = .489 (Adjusted R Squared = .344)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 13 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบโดยรวมของการแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพรเขียวภูหาลาน

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: TOTAL

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	149.880 <sup>a</sup>	33	4.542	3.012	.000
Intercept	2629.227	1	2629.227	1743.865	.000
PANELIST	91.173	29	3.144	2.085	.003
TYPE	58.707	4	14.677	9.734	.000
Error	174.893	116	1.508		
Total	2954.000	150			
Corrected Total	324.773	149			

a. R Squared = .461 (Adjusted R Squared = .308)

ตารางภาคผนวกที่ 14 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านสีของการแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพรก่อ

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: COLOR

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	68.347 <sup>a</sup>	33	2.071	1.346	.127
Intercept	3533.227	1	3533.227	2297.046	.000
PANELIST	57.573	29	1.985	1.291	.172
TYPE	10.773	4	2.693	1.751	.144
Error	178.427	116	1.538		
Total	3780.000	150			
Corrected Total	246.773	149			

a. R Squared = .277 (Adjusted R Squared = .071)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 15 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านกลิ่นของการแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพรก่อ

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: ODOR

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	115.587 <sup>a</sup>	33	3.503	2.126	.002
Intercept	2939.307	1	2939.307	1784.132	.000
PANELIST	64.693	29	2.231	1.354	.132
TYPE	50.893	4	12.723	7.723	.000
Error	191.107	116	1.647		
Total	3246.000	150			
Corrected Total	306.693	149			

a. R Squared = .377 (Adjusted R Squared = .200)

ตารางภาคผนวกที่ 16 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านรสของการแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพรก่อ

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: TASTE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	159.680 <sup>a</sup>	33	4.839	2.404	.000
Intercept	1886.827	1	1886.827	937.380	.000
PANELIST	89.973	29	3.103	1.541	.056
TYPE	69.707	4	17.427	8.658	.000
Error	233.493	116	2.013		
Total	2280.000	150			
Corrected Total	393.173	149			

a. R Squared = .406 (Adjusted R Squared = .237)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 17 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบโดยรวมของการแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพรก่อ

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: TOTAL

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	113.920 <sup>a</sup>	33	3.452	2.196	.001
Intercept	2273.707	1	2273.707	1446.209	.000
PANELIST	66.293	29	2.286	1.454	.085
TYPE	47.627	4	11.907	7.573	.000
Error	182.373	116	1.572		
Total	2570.000	150			
Corrected Total	296.293	149			

a. R Squared = .384 (Adjusted R Squared = .209)

ตารางภาคผนวกที่ 18 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านสีของการแต่งกลิ่นรสใบเตยในชาสมุนไพรเจียวกู่หลาน

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: COLOR

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	42.820 <sup>a</sup>	33	1.298	.952	.549
Intercept	3740.007	1	3740.007	2742.819	.000
PANELIST	35.393	29	1.220	.895	.623
TYPE	7.427	4	1.857	1.362	.252
Error	158.173	116	1.364		
Total	3941.000	150			
Corrected Total	200.993	149			

a. R Squared = .213 (Adjusted R Squared = -.011)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 19 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านกลิ่นของการแต่งกลิ่นสบู่ในชาสมุนไพรเขียวภูหาลาน

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: ODOR

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	78.513 <sup>a</sup>	33	2.379	1.581	.040
Intercept	3109.927	1	3109.927	2066.633	.000
PANELIST	38.673	29	1.334	.886	.635
TYPE	39.840	4	9.960	6.619	.000
Error	174.560	116	1.505		
Total	3363.000	150			
Corrected Total	253.073	149			

a. R Squared = .310 (Adjusted R Squared = .114)

ตารางภาคผนวกที่ 20 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านรสของการแต่งกลิ่นสบู่ในชาสมุนไพรเขียวภูหาลาน

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: TASTE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	127.120 <sup>a</sup>	33	3.852	2.212	.001
Intercept	2764.907	1	2764.907	1587.978	.000
PANELIST	59.893	29	2.065	1.186	.259
TYPE	67.227	4	16.807	9.653	.000
Error	201.973	116	1.741		
Total	3094.000	150			
Corrected Total	329.093	149			

a. R Squared = .386 (Adjusted R Squared = .212)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 21 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบโดยรวมของการแต่งกลิ่นรสไบเตยในชาสมุนไพรเขียวกู่หลาน

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: TOTAL

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	83.200 <sup>a</sup>	33	2.521	1.392	.101
Intercept	3082.667	1	3082.667	1701.726	.000
PANELIST	27.333	29	.943	.520	.978
TYPE	55.867	4	13.967	7.710	.000
Error	210.133	116	1.811		
Total	3376.000	150			
Corrected Total	293.333	149			

a. R Squared = .284 (Adjusted R Squared = .080)

ตารางภาคผนวกที่ 22 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านสีของการแต่งกลิ่นรสไบเตยในชาสมุนไพรก่อ

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: COLOR

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	78.836 <sup>a</sup>	33	2.389	1.720	.019
Intercept	3248.503	1	3248.503	2338.536	.000
PANELIST	51.196	29	1.765	1.271	.186
TYPE	26.896	4	6.724	4.840	.001
Error	161.138	116	1.389		
Total	3488.000	150			
Corrected Total	239.973	149			

a. R Squared = .329 (Adjusted R Squared = .137)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 23 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านกลิ่นของการแต่งกลิ่นสบู่เคยในชาสมุนไพรก่อ

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: ODOR

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	57.116 <sup>a</sup>	33	1.731	1.432	.085
Intercept	3345.952	1	3345.952	2768.058	.000
PANELIST	42.382	29	1.461	1.209	.237
TYPE	14.416	4	3.604	2.981	.022
Error	140.218	116	1.209		
Total	3558.000	150			
Corrected Total	197.333	149			

a. R Squared = .289 (Adjusted R Squared = .087)

ตารางภาคผนวกที่ 24 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านรสของการแต่งกลิ่นสบู่เคยในชาสมุนไพรก่อ

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: TASTE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	83.607 <sup>a</sup>	33	2.534	1.663	.026
Intercept	2726.365	1	2726.365	1789.133	.000
PANELIST	60.767	29	2.095	1.375	.120
TYPE	21.434	4	5.358	3.516	.010
Error	176.766	116	1.524		
Total	2974.000	150			
Corrected Total	260.373	149			

a. R Squared = .321 (Adjusted R Squared = .128)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 25 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบโดยรวมของการแต่งกลิ่นรสไบเบตยในชาสมุนไพรก่อ

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: TOTAL

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	82.642 <sup>a</sup>	33	2.504	2.128	.002
Intercept	2982.157	1	2982.157	2533.705	.000
PANELIST	56.535	29	1.949	1.656	.032
TYPE	24.652	4	6.163	5.236	.001
Error	136.531	116	1.177		
Total	3194.000	150			
Corrected Total	219.173	149			

a. R Squared = .377 (Adjusted R Squared = .200)

ตารางภาคผนวกที่ 26 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านสีของการแต่งกลิ่นรสเปลือกแก้วมังกรในชาสมุนไพรก่อ

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: COLOR

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	83.707 <sup>a</sup>	33	2.537	1.411	.094
Intercept	3280.826	1	3280.826	1824.720	.000
PANELIST	58.467	29	2.016	1.121	.326
TYPE	25.567	4	6.392	3.555	.009
Error	208.567	116	1.798		
Total	3587.000	150			
Corrected Total	292.273	149			

a. R Squared = .286 (Adjusted R Squared = .083)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 27 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านกลิ่นของการแต่งกลิ่นรสเปลือกแก้วมังกรในชาสมุนไพรก่อน

#### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: ODOR

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	84.522 <sup>a</sup>	33	2.561	1.780	.013
Intercept	3039.715	1	3039.715	2112.041	.000
PANELIST	70.216	29	2.421	1.682	.028
TYPE	13.449	4	3.362	2.336	.060
Error	166.951	116	1.439		
Total	3307.000	150			
Corrected Total	251.473	149			

a. R Squared = .336 (Adjusted R Squared = .147)

ตารางภาคผนวกที่ 28 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านรสของการแต่งกลิ่นรสเปลือกแก้วมังกรในชาสมุนไพรก่อน

#### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: TASTE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	80.415 <sup>a</sup>	33	2.437	1.695	.022
Intercept	2663.588	1	2663.588	1852.833	.000
PANELIST	76.241	29	2.629	1.829	.013
TYPE	3.625	4	.906	.630	.642
Error	166.759	116	1.438		
Total	2910.000	150			
Corrected Total	247.173	149			

a. R Squared = .325 (Adjusted R Squared = .133)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 29 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบโดยรวมของการแต่งกลิ่นรสเปลือกแก้วมังกรในชาสมุนไพรรัก่อ

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: TOTAL

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	89.123 <sup>a</sup>	33	2.701	2.028	.003
Intercept	2880.726	1	2880.726	2163.569	.000
PANELIST	81.350	29	2.805	2.107	.003
TYPE	7.533	4	1.883	1.414	.234
Error	154.450	116	1.331		
Total	3130.000	150			
Corrected Total	243.573	149			

a. R Squared = .366 (Adjusted R Squared = .186)

ตารางภาคผนวกที่ 30 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิบัติการออกซิเดชัน โดยวิธี FCR ของชาสมุนไพรรัก่อแก้วมังกรแต่งกลิ่นรสด้วยใบเตย

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: FCR

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	168.022 <sup>a</sup>	4	42.005	177.738	.000
Intercept	952.752	1	952.752	4031.387	.000
TYPE	168.022	4	42.005	177.738	.000
Error	1.182	5	.236		
Total	1121.955	10			
Corrected Total	169.204	9			

a. R Squared = .993 (Adjusted R Squared = .987)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 31 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิบัติการ  
ออกซิเดชัน โดยวิธี FRAP ของชาสมุนไพรเขียวที่หั่นและตากแห้งด้วยใบเตย

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: FRAP

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	102.095 <sup>a</sup>	4	25.524	122.965	.000
Intercept	1219.920	1	1219.920	5877.151	.000
TYPE	102.095	4	25.524	122.965	.000
Error	1.038	5	.208		
Total	1323.053	10			
Corrected Total	103.133	9			

a. R Squared = .990 (Adjusted R Squared = .982)

ตารางภาคผนวกที่ 32 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิบัติการ  
ออกซิเดชัน ค่า EC<sub>50</sub> ของชาสมุนไพรเขียวที่หั่นและตากแห้งด้วยใบเตย

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: EC50

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.574 <sup>a</sup>	4	.143	33.157	.001
Intercept	102.874	1	102.874	23773.84	.000
TYPE	.574	4	.143	33.157	.001
Error	2.164E-02	5	4.327E-03		
Total	103.470	10			
Corrected Total	.596	9			

a. R Squared = .964 (Adjusted R Squared = .935)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 33 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิบัติการ  
ออกซิเดชัน โดยวิธี FCR ของชาสมุนไพรก่อนแต่งกลิ่นรสด้วยใบเตย

#### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: FCR

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	451.379 <sup>a</sup>	4	112.845	64.304	.000
Intercept	19337.830	1	19337.830	11019.52	.000
TYPE	451.379	4	112.845	64.304	.000
Error	8.774	5	1.755		
Total	19797.984	10			
Corrected Total	460.154	9			

a. R Squared = .981 (Adjusted R Squared = .966)

ตารางภาคผนวกที่ 34 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิบัติการ  
ออกซิเดชัน โดยวิธี FRAP ของชาสมุนไพรก่อนแต่งกลิ่นรสด้วยใบเตย

#### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: FRAP

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	10320.758 <sup>a</sup>	4	2580.189	35.518	.001
Intercept	721293.078	1	721293.078	9929.199	.000
TYPE	10320.758	4	2580.189	35.518	.001
Error	363.218	5	72.644		
Total	731977.053	10			
Corrected Total	10683.976	9			

a. R Squared = .966 (Adjusted R Squared = .939)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 35 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิบัติการ  
ออกซิเดชันค่า  $EC_{50}$  ของชาสมุนไพรก่อนแต่งกลิ่นรสด้วยใบเตย

#### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: EC50

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2.606E-02 <sup>a</sup>	4	6.514E-03	581.598	.000
Intercept	.179	1	.179	15984.32	.000
TYPE	2.606E-02	4	6.514E-03	581.598	.000
Error	5.600E-05	5	1.120E-05		
Total	.205	10			
Corrected Total	2.611E-02	9			

a. R Squared = .998 (Adjusted R Squared = .996)

ตารางภาคผนวกที่ 36 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิบัติการ  
ออกซิเดชันโดยวิธี FCR ของชาสมุนไพรก่อนแต่งกลิ่นรสด้วยเปลือกแก้วมังกร

#### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: FCR

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	525.300 <sup>a</sup>	4	131.325	1311.631	.000
Intercept	17228.643	1	17228.643	172074.1	.000
TYPE	525.300	4	131.325	1311.631	.000
Error	.501	5	.100		
Total	17754.443	10			
Corrected Total	525.800	9			

a. R Squared = .999 (Adjusted R Squared = .998)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 37 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิบัติการ  
ออกซิเดชัน โดยวิธี FRAP ของชาสมุนไพรก่อนแต่งกลิ่นรสด้วยเปลือกแก้วมังกร

### FRAP

Duncan<sup>a,b</sup>

TYPE	N	Subset				
		1	2	3	4	5
4	2	200.6950				
3	2		219.0950			
2	2			240.2750		
1	2				261.1800	
0	2					312.6350
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 22.178.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

b. Alpha = .05.

ตารางภาคผนวกที่ 38 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิบัติการ  
ออกซิเดชันค่า EC<sub>50</sub> ของชาสมุนไพรก่อนแต่งกลิ่นรสด้วยเปลือกแก้วมังกร

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: EC50

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	6.142E-02 <sup>a</sup>	4	1.536E-02	13960.14	.000
Intercept	.336	1	.336	305444.5	.000
TYPE	6.142E-02	4	1.536E-02	13960.14	.000
Error	5.500E-06	5	1.100E-06		
Total	.397	10			
Corrected Total	6.143E-02	9			

a. R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

นางสาวดาวรุ่ง ตีรวงศ์กุล เกิดเมื่อวันที่ 21 พฤศจิกายน พ.ศ. 2527 บ้านเลขที่ 146 ถ.สิรินธร แขวงบางพลัด เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร 10700 ปี พ.ศ.2545 สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนเขมะสิริอนุสสรณ์ ปี พ.ศ. 2549 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร) โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นางสาวนฤดี โชคอนุวัฒน์ เกิดเมื่อวันที่ 20 ธันวาคม พ.ศ. 2527 บ้านเลขที่ 348/36-37 ถ.รัฐประชา ต.เมืองคง อ.ราชสีห์ จ.ศรีสะเกษ 33160 ปี พ.ศ. 2545 สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย ปี พ.ศ. 2549 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร) โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้