สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ความคงตัวของรงควัตถุเบทาเลนในน้ำสลัด

(Stability of betalain in salad dressing)

จัดทำโดย

นางสาวจินดาวรรณ ปัญจางค์เจริญ รหัส 47040151

นางสาวอาภรณ์ แจ่มจำรัส รหัส 47040186

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร. วริพัสย์ อารีกุล

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

มพ.
ค417ค
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 85417
วัน,เดือน,ปี 11 มิ.ย. 2551

b 12009556
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ความคงตัวของรงควัตถุเบทาเลนในน้ำสลัด

(Stability of betalain in salad dressing)

จัดทำโดย

นางสาวจินดาวรรณ ปัญจางค์เจริญ รหัส 47040151

นางสาวอาภรณ์ แจ่มจำรัส รหัส 47040186

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.... 21 สค. 51

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(ดร. วริพัสย์ อารีกุล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาวจินดาวรรณ ปัญจางค์เจริญ และ นางสาวอาภรณ์ แจ่มจำรัส 2550 :
ความคงตัวของรงควัตถุเบทาเลนในน้ำสลัด
(Stability of betalain in salad dressing)
คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร. วริพัสย์ อารีกุล

บทคัดย่อ

ผลของการเติมรงควัตถุเบทาเลนที่สกัดจากเปลือกแก้วมังกร ในน้ำสลัด 2 ชนิด คือ สลัดน้ำใสและสลัดครีม แล้วการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณของเบทาเลน พีเอช ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS^{+} Radical Cation Scavenging Assay และปริมาณมาโลนไดอัลดีไฮด์ (MDA) ด้วยวิธี TBARS ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน และ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า ปริมาณเบทาเลนมีแนวโน้มลดลงระหว่างการเก็บรักษาในทุกสภาวะ มีแต่อัตราการลดลงของเบทาเลนในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจะสูงกว่า ณ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และรงควัตถุเบทาเลนที่มีความเข้มข้นมากจะมีแนวโน้มการสลายตัวสูงกว่า

การเติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชทั้งในสลัดน้ำใสและสลัดครีมที่เป็นตัวควบคุม แต่ตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษาทั้ง 2 สภาวะไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($\alpha < 0.05$) โดยในสลัดน้ำใสและสลัดครีมมีค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 2.58-3.41 และ 3.33-3.87 ตามลำดับ ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระเพิ่มสูงขึ้นเพียงเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับตัวควบคุม ยกเว้นในวันที่ 2 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และสัปดาห์ที่ 2 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส น้ำสลัดจะแสดงความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระสูงกว่าตัวควบคุมมากกว่า 19 และ 43-49 เท่า แล้วจึงลดลงมาใกล้เคียงกับตัวควบคุมตามเดิม ส่วน ค่า TBARS จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น โดยการเพิ่มสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรไม่มีผลต่อการชะลอการเกิดมาโลนไดอัลดีไฮด์ในสลัดน้ำใสที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส และสลัดครีมที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องยกเว้น การเพิ่มสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในสลัดครีมน้ำสลัดที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จะสามารถชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันหรือการเหม็นหืนได้ดีกว่า

จินดาวรรณ ปัญจางค์เจริญ .... 21 มิ.ค 51

อาภรณ์ แจ่มจำรัส ....

ลายมือชื่อนักศึกษา ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา วัน เดือน ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปัญหาพิเศษเรื่อง ความคงตัวของรงควัตถุเบทาเลนในน้ำสลัด ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ดร.วริพัสย์ อารีกุล ซึ่งเป็นที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ได้เสียสละเวลาให้ความรู้และคำปรึกษาแนวทางในการทำงานทุกๆ ขั้นตอนที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง รวมทั้งการตรวจสอบแก้ไขรายงานปัญหาพิเศษเล่มนี้ จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ และเจ้าหน้าที่ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่าน ที่อำนวยความสะดวก และข้อเสนอแนะต่างๆ ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้เป็นอย่างยิ่ง

นอกจากนี้ ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่เป็นกำลังทรัพย์และให้การสนับสนุน คอยเอาใจใส่ ช่วยให้การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี และขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยให้กำลังใจและเต็มใจช่วยเหลือจนรายงานฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

นางสาวจินดาวรรณ ปัญจางค์เจริญ

นางสาวอาภรณ์ แจ่มจำรัส

20 มีนาคม 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง - จ
สารบัญตารางภาคผนวก	ฉ - ช
สารบัญภาพ	ซ - ฌ
สารบัญภาพภาคผนวก	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์	2
2.1 เบทาเลนและอนุพันธ์เบทาเลน	2
2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวของรงควัตถุเบทาเลน	3
2.3 น้ำสลัด	10
2.4 อายุการเก็บรักษาน้ำสลัด	11
2.5 ปฏิกิริยาลิปิดเปอร์ออกซิเดชัน (Lipid peroxidation)	12
2.6 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออัตราการเกิดลิพิดออกซิเดชันในอาหาร	13
2.7 ความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชัน	14
บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง	19
3.1 วัตถุดิบ	19
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	19
3.3 แผนการทดลอง	20
3.3.1 การเตรียมตัวอย่างน้ำสลัดและสารสกัดเปลือกแก้วมังกร	20
3.3.2 การหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของรงควัตถุเบทาเลนในน้ำสลัดชนิดน้ำใสและสลัดครีม	21
3.3.3 ทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคด้วยวิธีทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Hedonic Scale	21
3.3.4 ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาต่อความคงตัวของรงควัตถุเบทาเลนในสลัดน้ำใสและสลัดครีม	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.4 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพ	22
3.4.1 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชในน้ำสลัด	22
3.4.2 การวิเคราะห์ปริมาณเบทาเลนของน้ำสลัด	22
3.4.3 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสีในสลัดครีม	22
3.4.4 การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีABTS^{+} Scavenging Method	22
3.4.5 การวิเคราะห์การเกิดกลิ่นเหม็นหืนด้วยวิธี TBARS	22
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	23
4.1 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคด้วยวิธีทางประสาทสัมผัส 7 Point Hedonic Scale	23
4.2 ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพของน้ำสลัด	26
4.2.1 พีเอช	26
4.2.2 ปริมาณรงควัตถุเบทาเลนในน้ำสลัด	28
4.2.3 การศึกษาความเปลี่ยนแปลงของสีของน้ำสลัดครีมที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร	33
4.2.4 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ABTS^{+}	36
4.2.5 ค่า TBARS	38
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	42
เอกสารอ้างอิง	44
ภาคผนวก	45
ภาคผนวก ก	45
ภาคผนวก ข	47
ภาคผนวก ค	55
ภาคผนวก ง	61
ภาคผนวก จ	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 แสดงผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสของสลัดน้ำใสที่เติมสารสกัดจากแก้วมังกร	23
2 แสดงการยอมรับทางประสาทสัมผัสของสลัดครีมที่เติมสารสกัดจากแก้วมังกร	24
3 แสดงค่าพีเอชของน้ำสลัดในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	26
4 แสดงค่าพีเอชของน้ำสลัดในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่	หน้า
1 แสดงปริมาณสัดส่วนสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในสลัดน้ำใสและสลัดครีมที่ใช้ในการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบ	46
2 แสดงความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานมาโลนไดอัลดีไฮด์ (MDA) ของกราฟมาตรฐาน TBARS	53
3 การวิเคราะห์ผลทางสถิติทางด้านสีเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในสลัดน้ำใส	55
4 การวิเคราะห์ผลทางสถิติทางด้านกลิ่นเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในสลัดน้ำใส	55
5 การวิเคราะห์ผลทางสถิติทางด้านรสชาติเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในสลัดน้ำใส	56
6 การวิเคราะห์ผลทางสถิติทางด้านความหนืดเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในสลัดน้ำใส	56
7 การวิเคราะห์ผลทางสถิติทางด้านความชอบโดยรวมเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในสลัดน้ำใส	57
8 การวิเคราะห์ผลทางสถิติทางด้านสีเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในสลัดครีม	57
9 การวิเคราะห์ผลทางสถิติทางด้านกลิ่นเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในสลัดครีม	58
10 การวิเคราะห์ผลทางสถิติทางด้านรสชาติเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในสลัดครีม	58
11 การวิเคราะห์ผลทางสถิติทางด้านความหนืดเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในสลัดครีม	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก(ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่	หน้า
12 การวิเคราะห์ผลทางสถิติทางด้านความชอบโดยรวมเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในสลัดครีม	59
13 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชในสลัดน้ำใสที่อุณหภูมิห้อง	64
14 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชในสลัดน้ำใสที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	64
15 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชในสลัดครีมที่อุณหภูมิห้อง	65
16 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชในสลัดครีมที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	65
17 การวิเคราะห์ผลทางสถิติทางเคมีด้านความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระในสลัดน้ำใสที่อุณหภูมิห้อง	66
18 การวิเคราะห์ผลทางสถิติทางเคมีด้านความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระในสลัดน้ำใสที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1	หน้า
1(a) แสดงปริมาณเบทาเลนของสลัดน้ำใสที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในระหว่างการเก็บรักษา ณ อุณหภูมิห้อง	28
1(b) แสดงปริมาณเบทาเลนของสลัดน้ำใสที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในระหว่างการเก็บรักษา ณ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	29
2(a) แสดงปริมาณเบทาเลนของสลัดครีมที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในระหว่างการเก็บรักษา ณ อุณหภูมิห้อง	31
2(b) แสดงปริมาณเบทาเลนของสลัดครีมที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในระหว่างการเก็บรักษา ณ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	32
3(a) แสดงการเปลี่ยนแปลงของ ΔE ของสลัดครีมที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในระหว่างการเก็บรักษา ณ อุณหภูมิห้อง	33
3(b) แสดงการเปลี่ยนแปลงของ ΔE ของสลัดครีมที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในระหว่างการเก็บรักษา ณ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	34
4(a) แสดงการเปลี่ยนแปลงของ Δa ของสลัดครีมที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในระหว่างการเก็บรักษา ณ อุณหภูมิห้อง	35
4(b) แสดงการเปลี่ยนแปลงของ Δa ของสลัดครีมที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในระหว่างการเก็บรักษา ณ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	35
5(a) แสดงความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระของสลัดน้ำใสที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในระหว่างการเก็บรักษา ณ อุณหภูมิห้อง	36
5(b) แสดงความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระของสลัดน้ำใสที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในระหว่างการเก็บรักษา ณ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	38
6(a) แสดงปริมาณ MDA ของสลัดน้ำใสที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในระหว่างการเก็บรักษา ณ อุณหภูมิห้อง	39
6(b) แสดงปริมาณ MDA ของสลัดน้ำใสที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในระหว่างการเก็บรักษา ณ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
7(a) แสดงปริมาณ MDA ของสลัดครีมที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในระหว่างการเก็บรักษา ณ อุณหภูมิห้อง	41
7(b) แสดงปริมาณ MDA ของสลัดครีมที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในระหว่างการเก็บรักษา ณ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพภาคผนวก

ภาพภาคผนวกที่	หน้า
1 แสดงการตรวจวิเคราะห์ค่าพีเอชตัวอย่างด้วยเครื่องพีเอชมิเตอร์	47
2 แสดงสีของรงควัตถุเบทาเลนในสลัดน้ำใสที่ผ่านขั้นตอนการสกัด	48
3 แสดงสีของรงควัตถุเบทาเลนในสลัดครีมที่ผ่านขั้นตอนการสกัดขั้นแรก	48
4 แสดงสีของรงควัตถุเบทาเลนในสลัดครีมที่ผ่านขั้นตอนการสกัดขั้นสุดท้าย	49
5 แสดงเครื่องวิเคราะห์ค่าสีของรงควัตถุเบทาเลนในสลัดครีม (Chroma meter, Minolta รุ่น CR300)	49
6 แสดงการวิเคราะห์ค่าสีของรงควัตถุเบทาเลนในสลัดครีมด้วยเครื่องChroma meter, Minolta รุ่น CR300	49
7 แสดงค่าผลแตกต่างของการดูดกลืนแสงกับ Antiradical activity (mM trolox/mL) ด้วยวิธี ABTS radical cation scavenging assay	50
8 แสดงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วยวิธี TBARS	54
9 แสดงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารละลายมาตรฐาน MDA ด้วยวิธี TBARS	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

อุตสาหกรรมน้ำสลัดเป็นอุตสาหกรรมที่ค่อนข้างแพร่หลาย โดยมีการแปรรูปและพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีความหลากหลายเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น เนื่องจากในปัจจุบัน ผู้บริโภคจะให้ความสำคัญต่อสุขภาพและการเลือกบริโภคอาหารที่มีองค์ประกอบที่ได้จากธรรมชาติมากกว่าอาหารที่เติมสารสังเคราะห์ทางเคมีเพิ่มขึ้น

การใช้ประโยชน์จากสีของเปลือกผลไม้ เช่น แก้วมังกร ที่ให้สีม่วงแดงของรงควัตถุเบทาเลนและอนุพันธ์เป็นองค์ประกอบ นอกจากจะให้สีที่สวยงามแล้วยังมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ช่วยชะลอการเกิด ปฏิกิริยาออกซิเดชันหรือการเหม็นหืนของน้ำมันและยังสามารถลดการเสี่ยงโรคต่างๆ รวมถึงโรคมะเร็งได้ ดังนั้นรงควัตถุเบทาเลนอาจเป็นทางเลือกใหม่ที่สามารถนำมาใช้ในอุตสาหกรรมน้ำสลัดได้

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของรงควัตถุเบทาเลนในน้ำสลัด ชนิดน้ำใสและสลัดครีม
2. ศึกษาผลของอุณหภูมิและระยะเวลาต่อความคงตัวของรงควัตถุเบทาเลนในน้ำสลัด ชนิดน้ำใสและสลัดครีม

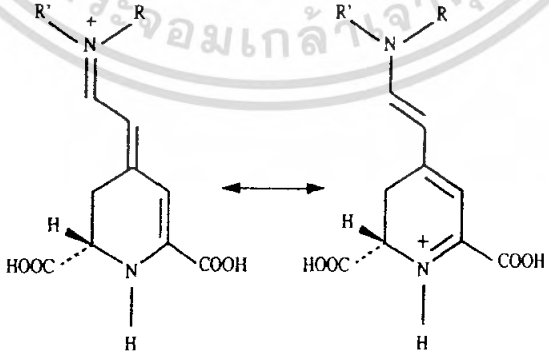
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทัศน์

2.1 เบทาเลนและอนุพันธ์เบทาเลน

เบทาเลน (Betalain) เป็นรงควัตถุที่พบได้ในดอกไม้ ผลไม้ ในส่วนต่างๆของพืช เช่น ดอก ใบ ราก และลำต้น ซึ่งเป็นสารที่ให้ตั้งแต่สีเหลือง แดง และม่วง เช่น บีทรูท (beet root) ผลแก้วมังกร พืชกลุ่มกระบองเพชรทั้งหมด และดอกเฟื่องฟ้า (กินได้) เป็นต้น โดยรงควัตถุในกลุ่มนี้ เป็นสารประกอบไนโตรเจนที่สามารถละลายน้ำได้ (water–soluble nitrogenous pigment)

ในทางเคมี เบทาเลนจะแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อย 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเบทาไซยานิน (Betacyanin) ซึ่งให้สารที่มีสีม่วงถึงแดง เช่น เบทานิดิน(Betanidin) , เบทานิน (Betanin) เป็นต้น และกลุ่มที่ 2 ได้แก่ เบทาแซนทิน(Betaxanthin) ซึ่งให้สารที่มีสีเหลือง เช่น โวคาแซนทิน I, โวคาแซนทิน II (Vulgaxanthin I, II) เป็นต้น (Zrÿd and Christinet, 2004) โดยประโยชน์ของเบทาเลนและอนุพันธ์ต่างๆของเบทาเลน ได้แก่ การมีคุณสมบัติเป็นสารที่ต่อต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งป้องกันโรคต่างๆ รวมถึงโรคมะเร็งและเป็นสารให้สีจากธรรมชาติ (นิธิยา,2545)โครงสร้างพื้นฐานทางเคมีของเบทาเลนและอนุพันธ์ของเบทาเลนสามารถแสดงดังภาพที่ 1



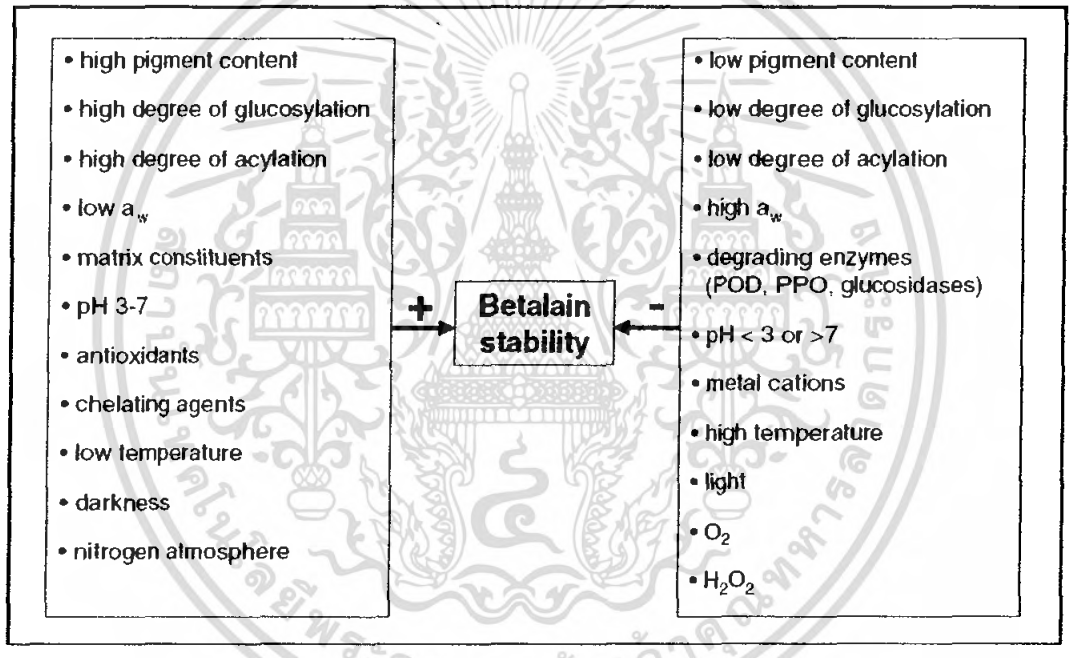
ภาพที่ 1 โครงสร้างพื้นฐานของเบทาเลน

ที่มา : นิธิยา รัตนปนนท์ (2545)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวของรงควัตถุเบทาเลน

ความคงตัวของเบทาเลน มีผลมาจากลักษณะที่จำเพาะเจาะจงของรงควัตถุและปัจจัยภายนอกทั้งชนิดและสภาวะแวดล้อมของอาหาร นอกจากทั้งปริมาณของรงควัตถุและโครงสร้างของเบทาเลนที่มีลักษณะที่จำเพาะ, ค่าพีเอช และ Water activity จะมีอิทธิพลต่อความคงตัวของรงควัตถุแล้ว ระยะเวลาและอุณหภูมิในระหว่างกระบวนการแปรรูปอาหารก็ควรควบคุมให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสม นอกจากนี้ ปัจจัยภายนอกในระหว่างการเก็บรักษา เช่น อุณหภูมิ, แสง และก๊าซออกซิเจน เป็นปัจจัยที่ใช้พิจารณาที่มีผลต่อความคงตัวของรงควัตถุเบทาเลน (Herbach ,2006) ภาพที่ 6 สามารถสรุปปัจจัยที่มีผลทางบวกและลบต่อความคงตัวของรงควัตถุ ดังนี้



ภาพที่ 6 สรุปปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวของรงควัตถุเบทาเลน

ที่มา : Herbach และคณะ (2006)

2.2.1โครงสร้างของรงควัตถุ

โครงสร้างของรงควัตถุมีความสำคัญต่อความคงตัวของรงควัตถุเบทาเลน การรวมตัวกันของกรดเบทาเลมิก (Betalamic acid) กับสารประกอบที่มีหมู่อะมิโน (amino compound) เกิดเป็นเบทาเซนทิน (betaxanthins) หรือโครงสร้างที่เป็น *cyclo-Dopa* ของเบทาไซยานิน (betacyanins) มีผลทำให้ความคงตัวของรงควัตถุในแต่ละสภาพแวดล้อมมีความแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปรียบเทียบความคงตัวของเบทาไซยานินที่มีโครงสร้างที่แตกต่างกัน พบว่า การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของเบทานินสูงกว่าเบทานิดิน ดังนั้นความคงตัวของรงควัตถุเบทานิดินจะมีค่ามากกว่าเบทานิน

ในพืชต่างชนิดกันที่มีองค์ประกอบของอนุพันธ์เบทาเลนในกลุ่มเดียวจะมีความเข้มสีที่แตกต่างกันพืชสายพันธ์ *A. cruentus* และ *A. tricolor* มีรงควัตถุเบทาไซยานินเป็นองค์ประกอบ พบว่าค่า a* มีค่าเท่ากับ 24.3 และ 22.4 ตามลำดับ ในขณะที่มีค่า b* เท่ากับ -5.0 และ 1.1 รวมทั้งมีค่า H° เท่ากับ 348.4 และ2.8 ตามลำดับ แสดงว่าพืชต่างสายพันธุ์จะให้สีของรงควัตถุที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 3 นอกจากนี้ เบทาไซยานินเป็นสารที่ให้สารสีม่วงแดง ดังนั้นค่า redness (a*) จึงมีค่าเป็นบวกมาก ส่วนค่า yellowness (b*) มีค่าน้อย ในทางตรงกันข้ามเบทาแซนทินให้สารที่มีสีเหลือง จึงให้ค่า yellowness สูง ส่วนค่า redness มีค่าต่ำ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ลักษณะสีและคุณสมบัติของอนุพันธ์เบทาเลนในพืชชนิดต่างๆ

Color characteris and properties of betalain (betacyanins and betaxanthins) from representative species in the Amaranthaceae							
Betalains	**Species source**	**L***	**a***	**b***	**C**	**H°**	**Suitable pH range**
Red-violet betacyanins	-*Amaranthus cruentus*(Cr072)	41.1	24.3	-5.0	24.8	348.4	5.0-7.0
	- *Amaranthus tricolor*(Tr010)	41.1	22.4	1.1	22.4	2.8	-
	- *Amaranthus caudatus*(Sheng07)	41.0	21.5	0.9	21.5	2.3	-
Yellow betaxanthins	- *Celosia plumose* (yellow)	26.7	-2.2	12.5	12.7	99.8	2.2-7.0
	- *Celosia plumose* (orange-red)[a]	23.8	4.1	5.2	6.6	51.9	-
[a]Orange-red species contained both yellow betaxanthins and red-violet betacyanins							

ที่มา : Cai และคณะ (2001)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 พีเอช

ความคงตัวของเบทาเลนที่ดีจะอยู่ในพีเอชช่วง 3 – 7 ซึ่งนอกเหนือจากช่วงพีเอชนี้จะส่งผลทำให้เกิดการสลายตัวของโครงสร้าง Stintzing และ Carle (2004) ได้รายงานช่วงพีเอชที่เหมาะสมต่อความคงตัวของเบทานินระหว่าง 4 – 6 ในสภาวะปกติ แต่ถ้าอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น ค่าพีเอชที่เหมาะสมจะอยู่ที่ประมาณ 6 แต่ในสภาวะที่มีออกซิเจน จะทำให้รงควัตถุเกิดการออกซิไดซ์ ทำให้ความคงตัวลดต่ำ และพีเอชที่มีความคงตัวสูงสุดจะอยู่ในช่วงระหว่าง 5.5-5.8 ส่วนพีเอชที่เหมาะสมต่อความคงตัวของเบทาแซนทินจะอยู่ระหว่าง 4-7 และในสภาวะปกติความคงตัวสูงสุดของรงควัตถุนี้จะอยู่ที่พีเอช 7.5

2.2.3 Water activity (Aw)

ปริมาณน้ำอิสระเป็นปัจจัยสำคัญต่อความคงตัวของรงควัตถุเบทาเลน Cai และคณะ (1998a , 2001b) พบว่า ในพืชตระกูล *Amaranthus* ที่เก็บในรูปผงจะมีความคงตัวของรงควัตถุมากกว่าการเก็บในรูปแบบสารละลาย เช่น การสลายตัวของรงควัตถุเบทาไซยานินจะเพิ่มจาก 6.4 เป็น 37.7 ในรูปผงและสารละลายเมื่อเก็บที่สภาวะเดียวกัน ซึ่งให้ผลสอดคล้องเช่นเดียวกับเบทาแซนทิน (ตารางที่ 4) แสดงว่าปริมาณน้ำอิสระมีผลต่อความคงตัวของรงควัตถุเบทานิน และรงควัตถุจะมีความคงตัวในการเก็บในสภาวะที่แห้งดีกว่าในรูปสารละลาย

การใช้ประโยชน์ของเบทาเลนในรูปแบบ spray-dried color จะมีข้อดี คือ ความคงตัวของรงควัตถุสูง เนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาในน้ำผักหรือน้ำผลไม้มีปริมาณน้ำอยู่น้อยทำให้มีการเคลื่อนที่ของน้ำระหว่างกระบวนการแปรรูปมีค่าต่ำซึ่งส่งผลดีต่อผลิตภัณฑ์ที่ได้

2.2.4 ก๊าซ

ในสภาพที่มีก๊าซออกซิเจนและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีผลกระทบต่อความคงตัวและการสลายตัวของโครงสร้างเบทาเลน ซึ่ง ทั้งเบทานิดินและเบทานินไม่เสถียรในสภาวะที่มีก๊าซออกซิเจนและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Wyler และคณะ,1963) นอกจากนี้ Pasch และ von Elbe (1997) ได้รายงานถึงความคงตัวของเบทานินว่า ซึ่งเมื่อก๊าซออกซิเจนเพิ่มขึ้นทำให้การค่าความคงตัวของเบทานินลดลง ในทางตรงข้ามสภาวะที่มีก๊าซไนโตรเจนจะทำให้ความคงตัวของเบทานินเพิ่มสูงขึ้น

2.2.5 แสง

Herbach และคณะ (2006) ได้ทำการศึกษาผลกระทบจากแสง โดยตรวจสอบที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในสภาพที่มีแสงและสภาพที่ไม่มีแสง(ที่มืด) พบว่ารงควัตถุเบทาเลนในสภาพที่ไม่มีแสงจะมีความคงตัวมากกว่าในสภาพที่มีแสง ดังนั้นจึงควรเก็บอาหารที่มีองค์ประกอบของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เบทาเลนในที่มืด นอกจากนี้แสงในช่วง UV และช่วง visible เป็นช่วงแสงที่เหนี่ยวนำให้เกิดการสลายตัวของเบทาเลน โดยที่แสงในช่วงนี้จะกระตุ้นอิเลคตรอนในโครงสร้างให้มีพลังงานสูงขึ้น ทำให้โครงสร้างเกิดความไม่เสถียร และสลายตัวในที่สุด

2.2.6 อุณหภูมิ

อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อความคงตัวของเบทาเลนทั้งในระหว่างกระบวนการแปรรูปและการเก็บรักษา เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงขึ้นกับเบทาเลนทำให้ความคงตัวรงควัตถุมีแนวโน้มลดลง

ความร้อนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการสลายตัวของโครงสร้าง โดยความคงตัวของเบทาเลนจะลดลง ที่อุณหภูมิมากกว่าหรือเท่ากับ 50 องศาเซลเซียส (Havlikovaและคณะ, 1983) นอกจากนี้ Fernandez – Lopez (2001) ได้แสดงให้เห็นถึงผลของอุณหภูมิภายหลังการให้ความร้อนเป็นระยะเวลา 30 นาที ต่ออัตราการสลายตัวของเบทาไซยานินที่อุณหภูมิต่างๆ ดังตารางที่ 5 และสรุปได้ว่า การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิมีผลให้ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 535 นาโนเมตรลดลง โดยมีเปอร์เซ็นต์การสลายตัวของรงควัตถุสูงขึ้นจาก 0.3 เป็น 90.4 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเพิ่มอุณหภูมิจาก 25 เป็น 90 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 535 นาโนเมตรและเปอร์เซ็นต์การสลายตัวที่อุณหภูมิต่างๆ ของเบทาไซยานินในผล **reddish purple prickly pear fruits**

Temperature (°C)	Initial absorbance (535 nm.)	Absorbance after 30 min (535 nm.)	Thermodegraded pigment (%)
25	0.623 ± 0.001	0.621 ± 0.003	0.3 ± 0.2
50	0.623 ± 0.001	0.400 ± 0.010	35.8 ± 1.6
70	0.623 ± 0.001	0.159 ± 0.030	74.5 ± 4.8
90	0.623 ± 0.001	0.060 ± 0.006	90.4 ± 1.0

[a] **Mean values ± standard deviation of triplicate samples**

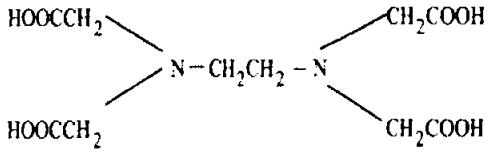
ที่มา : Fernandez – Lopez (2001)

2.2.7 อิออนของโลหะ

อิออนของโลหะเช่น Fe^{2+} , Fe^{3+} , Sn^{2+} , Al^{3+} , Cr^{3+} และ Cu^{2+} จะสามารถเร่งอัตราการสลายตัวของเบทานินและการฟอร์มตัวของโลหะกับรงควัตถุทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด ซึ่งสามารถแก้ปัญหานี้ โดยการเติมกรดหรือเพิ่ม EDTA (ethylene diamine-tetra acetic acid)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

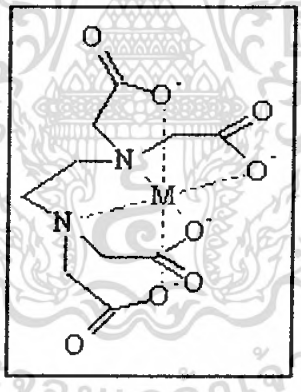
ซึ่งโครงสร้าง EDTA สามารถแสดงดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 โครงสร้างของ ethylene diaminetetra – acetic acid (EDTA)

ที่มา : http://www.pharmacy.kku.ac.th/analyse1/uploads/22cp.gif (17/08/07)

EDTA เป็นสาร Chelating agent ที่สามารถจับอิออนจะส่งเสริมและเร่งปฏิกิริยาออกเดชชัน EDTA เป็น Chelating agent ที่สามารถจับอิออนของโลหะ ซึ่งอิออนเหล่านี้จะส่งเสริมและเร่งปฏิกิริยาออกเดชชัน สารประกอบเชิงซ้อนที่เกิดขึ้นจาก EDTA ส่วนใหญ่ละลายน้ำได้ดีและมีความเสถียร(ภาพที่ 10) นอกจากนี้สารประกอบเชิงซ้อนที่เกิดขึ้นสามารถในการจับกับอิออนของโลหะ จึงทำให้สามารถเพิ่มความคงตัวของเบทานินได้



ภาพที่ 10 โครงสร้างของสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างอิออนของโลหะกับ EDTA

ที่มา : http://www. content.answers.com/.../5/57/Metal-EDTA.png (17/08/07)

2.2.8 เอนไซม์

การสลายตัวของเบทาเลนโดยเอนไซม์ที่มีคุณสมบัติในการเร่งปฏิกิริยา เช่น กลุ่มเอนไซม์เพอร์ออกซิเดส (peroxidase) เอนไซม์กลุ่มนี้จะพบอยู่ในผักและผลไม้ ในบริเวณเซลล์เมนเบรนและผนังเซลล์ เช่น บีทรูท เป็นต้น เอนไซม์เพอร์ออกซิเดสจะพีเอชที่เหมาะสม คือ 3.4 และสามารถเร่งปฏิกิริยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสลายตัวในเบทาไซยานินได้ดีกว่าในเบทาเซนทิน และเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสเป็นปัจจัยสำคัญในการสลายตัวของรงควัตถุในบีทรูท

Im และคณะ (1990) รายงานว่า เอนไซม์เพอร์ออกซิเดสและเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (polyphenol oxidase) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีในพืชบีทรูท เอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสมีความคงตัวที่พีเอช 7 ขณะที่เอนไซม์เพอร์ออกซิเดสมีความคงตัวที่พีเอช 6 อย่างไรก็ตามเอนไซม์เหล่านี้สามารถถูกทำลายได้ด้วยความร้อน โดยที่เอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสถูกทำลายที่อุณหภูมิสูงกว่า 80 องศาเซลเซียสและเอนไซม์เพอร์ออกซิเดสถูกทำลายที่อุณหภูมิสูงกว่า 70 องศาเซลเซียส

2.2.9 สารเพิ่มความคงตัว

สารเติมที่ใช้เติมเพื่อเพิ่มความคงตัวในอาหารและสารต้านอนุมูลอิสระมีผลต่อการส่งเสริมความคงตัวของเบทาเลน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การเพิ่มปริมาณกรด เช่น กรดแอสคอร์บิก , กรดไอโซแอสคอร์บิก และกรดซิตริก เป็นต้น โดย Pasch และ von Elbe (1979) รายงานว่า กรดจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนทำให้ไม่สามารถเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของเบทาเลน ทำให้มีความคงตัวมากขึ้น และความเข้มข้นของกรดแอสคอร์บิกและกรดไอโซแอสคอร์บิก ที่เหมาะสมคือช่วง 30 – 2,000 ppm ในการเพิ่มความคงตัวของเบทาเลน แต่กรดซิตริกจะให้ประสิทธิภาพต่ำกว่ากรดแอสคอร์บิกและกรดไอโซแอสคอร์บิก

Attoe และ von Elbe (1985) อธิบายผลการเพิ่มความคงตัวของเบทานินโดยการใช้กรดไอโซแอสคอร์บิกแทนกรดแอสคอร์บิก อย่างไรก็ตามการศึกษาเบทาไซยานินในผล purple pitaya นั้นพบว่า กรดแอสคอร์บิกจะมีผลทำให้ความคงตัวของรงควัตถุในการเก็บรักษามีค่ามากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกรดไอโซแอสคอร์บิกที่ความเข้มข้นเดียวกัน ต่อมา Herbach และคณะ (2006) รายงานว่า การเติมกรดแอสคอร์บิกและกรดไอโซแอสคอร์บิก ก่อนการให้ความร้อนจะส่งเสริมความคงตัวของรงควัตถุได้ดีกว่าหลังการให้ความร้อน

Stintzing และคณะ (2006) ได้ศึกษาผลของการเติมกรดที่ความเข้มข้นต่างๆ ในน้ำผลไม้ purple pitaya juices และรายงานผลการทดลอง ดังตารางที่ 7 โดยพบว่าการเพิ่มความเข้มข้นของกรดจะทำให้ความคงตัวของเบทาไซยานินสูงขึ้น นอกจากนี้ การปรับพีเอชเป็น 4.0 จะทำให้มีความคงตัวของเบทาไซยานินสูงกว่าในสภาวะที่มีพีเอช 6.0 โดย การเติมกรดแอสคอร์บิก 1 เปอร์เซ็นต์ในน้ำผลไม้ที่พีเอช 4 จะทำให้ค่าความคง ตัวของเบทาไซยานินสูงที่สุด นอกจากนี้ การให้ความร้อนจะเร่งการสลายตัวของรงควัตถุนี้ เมื่อเปรียบเทียบกับการเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 เปอร์เซ็นต์ความคงตัวของเบทาไซยานินหลังจากให้ความร้อน (H) และเก็บที่อุณหภูมิต่ำ (CS) ใน purple pitaya juices ที่พีเอช 4 และ 6

Additives	Additive concentration (%)	Juice heat at pH 4		Juice heat at pH 6		Pigment preparation heated at pH 4	
		Betacyanin retention (%)[2]		Betacyanin retention (%)[2]		Betacyanin retention (%)[2]	
		After H	After CS	After H	After CS	After H	After CS
With additive	-	36.9±0.5e	36.4±7.0e	23.2±3.8f	44.3±7.6d	38.1±1.7e	44.1±2.5c
Ascorbic acid	0.1	73.5±2.4b	80.8±4.4b	44.0±4.8b	77.1±5.3d	42.4±2.5d	46.0±3.0bc
Ascorbic acid	1.0	82.9±5.3a	91.4±4.2a	53.4±2.0a	80.7±4.4a	57.3±2.3a	60.3±2.5a
Isoascorbic acid	0.1	73.6±3.3b	78.4±2.9b	35.3±3.6d	64.0±3.4b	46.3±3.7c	44.8±1.4c
Isoascorbic acid	1.0	75.3±4.2b	80.0±4.9b	39.5±0.8c	66.2±3.0b	54.2±3.1a	59.6±2.1a
Citric acid	0.1	43.3±6.5d	44.8±8.1d	27.6±0.5e	51.0±2.7c	38.7±1.8e	44.1±1.6c
Citric acid	1.0	55.1±2.4d	55.5±1.5b	21.1±0.7f	47.4±2.5e	50.5±2.0b	48.3±2.8b

Significant differences within values in the same column are indicated with different letter ($P < 0.05$)

[a] Calculated as betanin equivalents.

ที่มา : Stintzing และคณะ (2006)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 น้ำสลัด

Allen และ คณะ (1982) ได้แบ่งน้ำสลัดเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ แบบตัก (spoonable) ซึ่งจัดเป็นพวกสลัดครีมและมายองเนสชนิดต่างๆ และแบบเท (pourable) หมายถึง สลัดน้ำใส

ในปัจจุบันคนไทยนิยมบริโภคน้ำสลัดมากขึ้นและได้มีผู้ประกอบการพยายามคิดค้นดัดแปลงผลิตภัณฑ์น้ำสลัดให้มีความแปลกใหม่และเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค

2.3.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำสลัด ชนิดน้ำใสและสลัดครีม

2.3.1.1น้ำมันรำข้าว

น้ำมันรำข้าวมีกรดไขมันอิสระสูงมาก เพราะรำข้าวมีเอนไซม์ไลเปสสูงมาก ซึ่งน้ำมันรำข้าวมีความคงตัวต่อการออกซิเดชันเพราะมีวิตามินอีเป็นสารต้านการออกซิเดชันที่อยู่ในน้ำมันตามธรรมชาติสูง โดยน้ำมันรำข้าวประกอบด้วยกรดไขมันชนิดอิ่มตัวประมาณ 15 - 20 เปอร์เซ็นต์ และกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวประมาณ 80 – 85 เปอร์เซ็นต์ เป็นกรดไขมันชนิดต่างๆ ดังนี้ กรดไมริสติก 0.4 – 1 เปอร์เซ็นต์ กรดปาล์มมิติก 12 -16 เปอร์เซ็นต์ กรดสเตียริก 1 - 3 เปอร์เซ็นต์ กรดลิโนเลอิก 29 – 42 เปอร์เซ็นต์ กรดลิโนเลนิกน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ กรดปาล์มมิโตเลอิก 0.2 – 0.4 เปอร์เซ็นต์

มาตรฐานน้ำมันราข้าว มีดังนี้

• ความถ่วงจำเพาะ (25/25°C)	0.910 – 0.921
• ค่าการหักเหของแสง (25°C)	1.470 – 1.473
• ค่าไอโอดีน (Wijs)	99 – 108
• ค่าสปอนนิฟิเคชัน	181 – 189
• สารที่ไม่ถูกไฮโรไลซ์ด้วยด่าง (%)	3 – 5
• ไดเตอร์ (°C)	24 -28
• ค่าความเป็นกรด	4 -120

ลักษณะน้ำมันพืชที่ดี

1. ไม่มีกลิ่นหืน
2. ใส ปราศจากตะกอน
3. สีเหลืองปานกลาง
4. มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวปริมาณสูง มีคลหะหนักหรือสารพิษปนเปื้อนน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1.2 น้ำส้มสายชู

มีลักษณะเป็นของเหลวไม่มีสี ผสมกับน้ำ แอลกอฮอล์และกลีเซอรีนได้ดี ซึ่งนิยมใช้กันที่ความเข้มข้นอยู่ระหว่างร้อยละ 4.5 – 10.1 ถ้าเติมกรดน้ำส้มสายชูในปริมาณไม่ต่ำกว่าร้อยละ 2.5 จะทำให้เชื้อ Samonella ที่ปนเปื้อนมามีความต้านทานความร้อนลดลง แต่ข้อเสีย คือ ทำให้คุณสมบัติในการเป็นอิมัลซิไฟเออร์ของไข่แดงในสลัดครีมเสียไประหว่างการฆ่าเชื้อ (ศิริพร, 2535) การใช้น้ำส้มสายชูควรมีการกำจัดโลหะหนักในน้ำส้มสายชูออกเพราะจะเป็นตัวเร่งการออกซิไดซ์ของน้ำมัน(จันทร์สุดา, 2520)

2.3.1.3 น้ำตาล

น้ำตาลที่นำมาใช้จะมีปริมาณซูโครสประมาณร้อยละ 99.5 มีเกลือแร่และวิตามินต่างๆ น้อยมาก วัตถุประสงค์หลักของการเติมน้ำตาลในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อให้รสหวานและสร้างความหนืดแก่ผลิตภัณฑ์ น้ำตาลที่มีความหนืดสูงจะทำให้การแพร่กระจายตัวของอากาศหรือออกซิเจนเป็นไปได้ช้า จึงเป็นการป้องกันการออกซิไดซ์หรือสนิมของภาชนะที่สัมผัสกับน้ำตาล นอกจากนี้การเติมน้ำตาลลงในอาหารนอกจากจะเพิ่มแรงตึงผิว แรงดันออสโมซิสแล้ว ยังทำการลดปริมาณของน้ำลงอีกด้วย ลดค่า A_w ทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตในอาหารได้อีกด้วย (กล้าณงค์, 2542)

2.3.1.4 เกลือ

เกลือที่นิยมนำมาทำน้ำสลัด ได้แก่ เกลือแกงหรือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เกลือที่เติมลงไปจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีรสเค็มเพิ่มขึ้นและจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งเกลือจะทำให้เซลล์ของจุลินทรีย์เกิด plasmolysis ทำให้ปริมาณของออกซิเจนในส่วนของที่เป็นน้ำของอาหารลดลง (วราวุฒิ, 2538)

2.4 อายุการเก็บรักษาน้ำสลัด

องค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกาได้กำหนดมาตรฐาน และรายงานต่างๆ เกี่ยวกับสลัดน้ำใสและสลัดครีม ดังนี้ (Charlambous, 1993)

1. ในปี 1990 ได้มีการสำรวจในประเทศสหรัฐอเมริกาพบว่ามีน้ำสลัดแคลอรี่ต่ำเป็นอาหารเพื่อสุขภาพจำนวน 24 % ของสลัดทั้งหมด

2. กำหนดให้ผลิตภัณฑ์ประเภทอิมัลชันแบบน้ำมันในน้ำให้มีอายุการเก็บรักษาได้ในระยะเวลา 3 – 6 เดือนโดยเก็บที่ช่วงอุณหภูมิระหว่าง - 1.1 องศาเซลเซียส ถึง37 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การเกิดกลิ่นเหม็นหืน (rancidity) และความคงตัวของอิมัลชันลดลง (emulsion breakdown) ซึ่งเป็นปัจจัยหลักของการลดอายุการเก็บรักษา ทำให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับ และคุณภาพของอาหารลดลง

ในระหว่างการเก็บรักษาน้ำสลัดทั้งสลัดน้ำใสและสลัดครีม มีการเปลี่ยนแปลงทำให้เกิดการเน่าเสียได้ด้วยเหตุนี้ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษาที่สั้นลง รวมทั้งเกิดการเหม็นหืน กลิ่นที่ไม่ดี เกิดการแยกชั้นของไขมัน สูญเสียความคงตัวของอิมัลชัน การเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ การหมักและการเปลี่ยนสี (discoloration) ของผลิตภัณฑ์

2.5 ปฏิกิริยาลิปิดเปอร์ออกซิเดชัน (Lipid peroxidation)

การเกิดออกซิเดชันเป็นปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างออกซิเจนกับกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวอิสระหรือที่เป็นองค์ประกอบในโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์ที่อยู่ในลิพิดหรืออาหารที่มีลิพิด ทำให้อาหารเสื่อมคุณภาพ (deterioration) ปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เกิดขึ้นเป็นไปอย่างต่อเนื่องเมื่อลิพิดหรืออาหารสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศ อัตราเร็วของปฏิกิริยาออกซิเดชันจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องของอนุมูลอิสระ (free-radical chain reaction) ซึ่งมีกลไกการเกิดได้เป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. Initiation เป็นขั้นตอนการเกิดอนุมูลอิสระ (free radical)
2. Propagation เป็นปฏิกิริยาต่อเนื่องของอนุมูลอิสระ
3. Termination เป็นปฏิกิริยาสุดท้ายที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นไม่ได้เป็นอนุมูลอิสระ (non-radical products)

ปฏิกิริยาเริ่มต้นของออกซิเจนกับกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวจะทำให้เกิดไฮโดรเพอร์ออกไซด์ (hydroperoxide, ROOH) โดยไฮโดรคาร์บอนตรงตำแหน่งพันธะคู่สูญเสียไฮโดรเจนอะตอมทำให้เกิดเป็นอนุมูลอิสระ

$$\underset{\text{กรดไขมัน}}{RH} \longrightarrow \underset{\text{อนุมูลอิสระ}}{R.} + H.$$

และออกซิเจนจะเข้าไปทำปฏิกิริยาที่พันธะคู่เกิดเป็น diradical หลังจากนั้นก็จะเกิดปฏิกิริยาของอนุมูลอิสระกับออกซิเจนต่อเนื่องไปเรื่อยๆ

$$R. + O_2 \longrightarrow ROO.$$

$$ROO. + RH \longrightarrow ROOH + R.$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้เป็นอนุมูลเพอร์ออกซี(ROO.) ไฮโดรเพอร์ออกไซด์(ROOH) และอนุมูลไฮโดรคาร์บอน(R.) อนุมูลที่เกิดขึ้นใหม่นี้ก็จะเกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องกับออกซิเจนต่อไป และเมื่อใดที่อนุมูลอิสระมาทำปฏิกิริยากันเอง จะเกิดเป็นสารประกอบใหม่ที่ไม่เป็นอนุมูลอิสระ ปฏิกิริยาก็จะหยุดลง ตัวอย่างเช่น

$$R. + R. \longrightarrow R - R$$

$$ROO. + ROO. \longrightarrow ROOR + O_2$$

$$RO. + R. \longrightarrow ROR$$

$$ROO. + R. \longrightarrow ROOR$$

$$2RO. + 2ROO. \longrightarrow 2ROOR + O_2$$

เมื่อไม่มีอนุมูลอิสระเหลือสำหรับทำปฏิกิริยาต่อเนื่องกับออกซิเจนแล้ว หากยังมีออกซิเจนมากพออยู่ ก็จะเริ่มต้นเกิดปฏิกิริยาขั้นที่ 1 (Initiation reaction) เพื่อให้เกิดเป็นอนุมูลอิสระได้ใหม่

2.6 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออัตราการเกิดลิพิดออกซิเดชันในอาหาร (กฤษณี , 2543 และนิธิยา , 2545) เนื่องจากลิพิดที่อยู่ในอาหารมีองค์ประกอบเป็นกรดไขมันชนิดต่างๆ มากมาย ซึ่งมีความแตกต่างกันทั้งสมบัติทางกายภาพและทางเคมี รวมทั้งความไวต่อการเกิดออกซิเดชัน นอกจากนั้นส่วนประกอบอื่นๆ ในอาหารอาจทำหน้าที่ร่วมออกซิไดส์ (coxoxidize) หรือทำปฏิกิริยากับลิพิดที่ถูกออกซิไดส์แล้ว หรือผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการออกซิเดชัน ดังนั้นปฏิกิริยาการเกิดออกซิเดชันของลิพิด จึงเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและค่อนข้างสลับซับซ้อน ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดลิพิดออกซิเดชัน มีดังนี้

2.6.1 ชนิดของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบ เนื่องจากชนิดของกรดไขมันในโมเลกุลของไขมันและน้ำมันมีผลกระทบต่ออัตราเร็วของปฏิกิริยาออกซิเดชัน กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเท่านั้นที่จะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และอัตราเร็วของการเกิดจะแตกต่างกัน กรดไขมันที่มีพันธะคู่มากจะเกิดได้เร็วกว่า ดังนี้

กรดอะราคิโดนิก : กรดลิโนเลนิก : กรดลิโนเลอิก : กรดโอเลอิก = 40 : 20 : 10 : 1

กรดไขมันที่อยู่ในรูปซิสไอโซเมอร์ เกิดออกซิไดส์ได้เร็วกว่า ทรานส์ไอโซเมอร์ และตำแหน่งที่เป็น conjugated double bond จะเกิดได้ไวกว่า nonconjugated double bond การเก็บรักษาอาหารที่อุณหภูมิห้อง กรดไขมันชนิดอิ่มตัวจะไม่เกิดออโตออกซิเดชัน จะเกิดเฉพาะกับกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเท่านั้น แต่ที่อุณหภูมิสูงกรดไขมันชนิดอิ่มตัวก็อาจเกิดออโตออกซิเดชันได้บ้าง

2.6.2 กรดไขมันอิสระ กรดไขมันที่อยู่ในรูปอิสระจะถูกออกซิไดส์ได้ง่ายกว่าที่อยู่ในรูปเอสเทอร์กับกลีเซอรอล

2.6.3 ความเข้มข้นของออกซิเจน ในภาวะที่มีออกซิเจนมาก อัตราการเกิดออกซิเดชันจะไม่ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของออกซิเจน แต่ในภาวะที่มีออกซิเจนน้อยอัตราการเกิดออกซิเดชันจะขึ้นอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับความเข้มข้นของออกซิเจน อย่างไรก็ดีผลของออกซิเจน ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นด้วย เช่น อุณหภูมิและพื้นที่ผิวที่สัมผัสกับออกซิเจน

2.6.4 อุณหภูมิ

การเพิ่มอุณหภูมิมีผลทำให้การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเพิ่มขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นทำให้เกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ในขั้นโพรพาเกรชันเพิ่มขึ้น และยังเร่งให้เกิดการแตกตัวของเปอร์ออกไซด์ทำให้มีอนุมูลอิสระเพิ่มมากขึ้น จึงเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเพิ่มขึ้น และจากการศึกษาของ Bloukas และ Honokel ในปี 1992 พบว่าระยะเวลาการเก็บที่อุณหภูมิสูงมีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยการเก็บนานขึ้นทำให้ค่า TBA และปริมาณเปอร์ออกไซด์สูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตามเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นมากๆ ทำให้การละลายของออกซิเจนลดลงจึงเป็นการลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันลงได้

2.6.5 Radiant energy

แสงและรังสีต่างๆ เช่น visible light แสงอัลตราไวโอเลต และแกมมาเรดิเอชัน มีผลช่วยเร่งให้เกิดออกซิเดชันได้เร็วขึ้น โดย Ultraviolet เร่งปฏิกิริยาได้ดีกว่า เพราะมีพลังงานสูงกว่า (λของ UV เท่ากับ 200-350, visible light = 350-800 nm) แสงและรังสีต่างๆ เช่น visible light แสงอัลตราไวโอเลต และแกมมาเรดิเอชัน มีผลช่วยเร่งให้เกิดออกซิเดชันได้เร็วขึ้น

2.6.6 การบด หรือ พื้นที่ผิวสัมผัส

จากการศึกษาผลการบดมันหมูแข็งต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันโดย Bloukas และ Honokel ในปี 1992 พบว่ามันหมูแข็งที่ผ่านการบดจะมีค่า TBA เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อเก็บนาน 2 วัน และมีค่าสูงสุดเมื่อเก็บนาน 15 วัน เนื่องจากการบดทำให้ไขมันมีพื้นที่ผิวที่สัมผัสกับอากาศมากขึ้น จึงเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเพิ่มขึ้น

อัตราเร็วของการเกิดออกซิเดชันจะเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงต่อพื้นที่ผิวของลิพิดที่สัมผัสกับอากาศ ดังนั้น หากอัตราส่วนของพื้นที่ผิวต่อปริมาตรเพิ่มขึ้น การเกิดออกซิเดชันจะเร็วขึ้น สำหรับอาหารที่เป็นอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ การเกิดออกซิเดชันจะขึ้นอยู่กับอัตราการแพร่กระจายของออกซิเจนเข้าไปยังส่วนที่เป็นน้ำมัน

2.6.7 โซเดียมคลอไรด์

โซเดียมคลอไรด์ มักใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เพื่อเพิ่มรสชาติและสกัดโปรตีนที่ละลายได้ในสารละลายเกลือออกมา นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่พบว่าโซเดียมคลอไรด์เร่งการเกิดออกซิเดชันในเนื้อสัตว์ โดยการใช้โซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นเพิ่มขึ้นทำให้ค่า thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) เพิ่มขึ้น เนื่องจากโซเดียมคลอไรด์ไปลดกิจกรรมของเอนไซม์ที่ยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (antioxidant enzyme) คือ catalase (CAT), glutathione peroxidase (GSH-Px) และ superoxide dismutase (SOD) โดยการใช้โซเดียมคลอไรด์ 2 เปอร์เซ็นต์ในเนื้อหมูจะทำให้กิจกรรมของเอนไซม์ CAT, Gsh-Px และ SOD ลดลง 18, 41 และ58 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.8 ตัวกระตุ้นให้เกิดออกซิเดชัน (prooxidation)

ตัวกระตุ้นให้เกิดออกซิเดชันที่สำคัญคือ อิออนของโลหะเช่น เหล็ก, ทองแดงและฮีโมโกลบิน ซึ่งมีอิออนของเหล็กเป็นองค์ประกอบก็ถือเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดออกซิเดชันด้วย โดยฮีโมโกลบินจะสามารถกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้มากกว่าอิออนของเหล็ก และเมื่อพีเอชเพิ่มขึ้นการกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยฮีโมโกลบินจะเพิ่มขึ้นจนสูงสุดที่พีเอช 6.6 และที่พีเอช 7.5 การกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันจะลดลง เนื่องจาก การเกิดปฏิกิริยา ionization ของโมเลกุลน้ำที่นับที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 6 บนฮีม (pk 8.9) และการเกิดปฏิกิริยารีดักชันบางส่วนเป็นเฟอร์รัส นอกจากนี้การมีโซเดียมคลอไรด์อยู่ด้วยทำให้ เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเพิ่มขึ้นประมาณ 3-5 เท่าของตัวอย่างที่มีอิออนเหล็กเพียงอย่างเดียว เนื่องจากอิออนเหล็กที่เติมส่วนใหญ่เกิดปฏิกิริยากับโปรตีนจึงเป็นการป้องกันไม่ให้อิออนเหล็กเกิดปฏิกิริยากับลิปิดและป้องกันปฏิกิริยาที่อิออนเหล็กเป็นตัวเร่งให้เกิดออกซิเดชัน ส่วนโซเดียมคลอไรด์จะมีผลกับปฏิกิริยาระหว่างอิออนเหล็กกับโปรตีนทำให้เกิดอิออนเหล็กอิสระขึ้นจำนวนมาก จึงเกิดออกซิเดชันเพิ่มขึ้น

จากการศึกษาผลของอิออนทองแดงในมันหมูโดย Coxon และคณะในปี 1986 พบว่าการเติมทองแดงทั้งในรูป copper II sulphate, copper II acetate หรือ copper II palmitate ที่ความเข้มข้น 5, 25, และ 50 ไมโครกรัมต่อตัวอย่าง 1 กรัมจะทำให้สูญเสียกลิ่นมันหมูสดหลังเก็บที่ -20 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์และหลังเก็บนาน 10 สัปดาห์จะเกิดกลิ่นหืนและกลิ่นโลหะรุนแรงขึ้น นอกจากนี้เกลือที่ใช้ในการหมักยังเสริมฤทธิ์การเร่งการเกิดออกซิเดชันของอิออนทองแดงด้วย

แร่ธาตุหรือโลหะบางชนิด เช่น โคบอลต์ ทองแดง เหล็ก แมงกานีสและนิกเกิล มีสมบัติเป็น pro-oxidants ได้ ที่ความเข้มข้นต่ำเพียง 0.1 ส่วนต่อล้านส่วน ซึ่งจะเร่งอัตราการเกิดออกซิเดชันได้ แร่ธาตุหรือโลหะเหล่านี้ได้มาจากดินที่ปลูกพืช และปนเปื้อนอยู่ในน้ำมันพืชหรือมาจากสัตว์ และอุปกรณ์โลหะที่ใช้ในกระบวนการแปรรูปและเก็บรักษา

2.6.9 เอนไซม์

เอนไซม์ไลเปส (lipase) และไลพอกซีจีเนส (lipoxygenase) จะเพิ่มอัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของรงควัตถุและลิปิด โดยไลเปสมีผลต่อการเกิดออกซิเดชันมากกว่าไลพอกซีจีเนส ในขณะที่ฟอสโฟไลเปสเอ (phospholipase A) ยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของรงควัตถุ ซึ่งอาจเกิดเนื่องจากฟอสโฟไลเปสเอไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์บางอย่างหรือระบบของไลโพโปรตีน (lipoprotein) ที่เกี่ยวข้องกับความไม่เสถียรของไมโครโกลบิน โดยความไม่เสถียรนี้เกิดจากผลตรงข้ามหรือทางอ้อมขององค์ประกอบของลิปิดด้วย (Govindarajan และ Hultin, 1977)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.10 ความชื้น

อัตราเร็วของการเกิดออกซิเดชันขึ้นอยู่กับค่า a_w อาหารแห้งที่มีความชื้นต่ำมาก (a_w น้อย ประมาณ 0.1) ปฏิกิริยาออกซิเดชันจะเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว เมื่อค่า a_w เพิ่มขึ้นถึงประมาณ 0.3 จะยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของลิพิดให้เกิดน้อยที่สุด อย่างไรก็ตามเมื่อค่า a_w เพิ่มมากขึ้นอยู่ในช่วง 0.55 – 0.85 อัตราการเกิดออกซิเดชันจะเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่ง เนื่องจากมีปริมาณน้ำมากพอที่จะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของคะตะลิสต์และออกซิเจน

2.6.11 การเกิดอิมัลซิฟิเคชัน

ในอาหารที่เป็นอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ หยดน้ำมันจะกระจายตัวอยู่ ในตัวกลางที่เป็นน้ำ ออกซิเจนจะต้องแพร่กระจายผ่านตัวกลางที่เป็นน้ำเข้าไปยังหยดน้ำมันผ่านชั้นระหว่างผิวของน้ำกับน้ำมัน ดังนั้นอัตราการเกิดออกซิเดชันจึงขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ ร่วมด้วยเช่น ชนิดและความเข้มข้นของอิมัลซิไฟอิงเอเจนต์ ขนาดของอนุภาคหยดน้ำมัน พนที่ผิวของ interface ความหนืดของตัวกลางที่เป็นน้ำ ค่าพีเอช ส่วนประกอบและ porosity ของตัวกลาง

2.6.12 สารต้านออกซิเดชัน

สารต้านออกซิเดชันจะช่วยยับยั้ง หรือชะลอการเกิดออกซิเดชันได้ ซึ่งมีทั้งสารต้านออกซิเดชันในธรรมชาติ เช่น วิตามินอีในน้ำมันพืช และสารต้านออกซิเดชันที่เป็นสารสังเคราะห์และอนุญาตให้เติมลงในอาหารได้ เช่น โพรพิลแกลเลต BHA และ BHT เป็นต้น

2.7ความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชัน

ความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชันเป็นตัวบ่งชี้การควบคุมคุณภาพที่สำคัญสำหรับการผลิต การสูญเสียความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชันในผลิตภัณฑ์จะทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการเหม็นหืน การเหม็นหืนของอาหารเป็นการเสื่อมเสียเนื่องจากปฏิกิริยาเคมีที่เกิดในอาหารพวกไขมันและน้ำมัน รวมทั้งอาหารที่มีไขมันและน้ำมันเป็นองค์ประกอบ ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันหรือปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส อัตราการเกิดออกซิเดชันของไขมันมีผลจากปัจจัยหลายประการ โดยเฉพาะอุณหภูมิภายนอกเป็นตัวแปรที่สำคัญ การมีออกซิเจนบริเวณที่เก็บรักษาอาหารทำให้อัตราการออกซิเดชันเพิ่มขึ้น ในทำนองเดียวกันน้ำมีบทบาทสำคัญเนื่องจากการออกซิเดชันของไขมันในอาหารมักเกิดด้วยอัตราสูงที่ Aw ต่ำมาก ในการกำหนดอายุการเก็บของอาหารที่มีไขมันสูงอาจต้องพิจารณาปฏิกิริยาเคมีอื่นๆ ที่แสงเป็นสาเหตุในการกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาได้ การเหม็นหืนของผลิตภัณฑ์แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การเหม็นหืนเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation rancidity) เป็นการเหม็นหืนที่เกิดขึ้นเนื่องจากปฏิกิริยาออโตออกซิเดชัน(autoxidation) ที่พันธะคู่ของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวกับออกซิเจนในอากาศเกิดเป็นพันธะเปอร์ออกไซด์ (peroxide linkage) ขึ้นระหว่างพันธะคู่ ปฏิกิริยาออโตออกซิเดชันจะเกิดเองแบบต่อเนื่องตลอดเวลาเมื่อไขมันและน้ำมันสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศ ทำให้กลิ่นและรสชาติผิดปกติ การหืนด้วยปฏิกิริยานี้จะเกิดขึ้นในอาหารที่มีไขมันและน้ำมันผสมอยู่ด้วย นอกจากนี้ความร้อนและแสงก็มีผลช่วยเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วย

การตรวจสอบเพื่อวัดการเกิดออกซิเดชันของลิปิดทำได้โดยทดสอบกรดด้วยไทโอบาร์บิทูริค (Triobabituric acid) โดยที่ผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวจะทำปฏิกิริยากับกรดไทโอบาร์บิทูริค ทำให้เกิดสีของสารประกอบเชิงซ้อน ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาคอนเดนเซชัน(Condensation) ของมาโลนอัลดีไฮด์(malonadehyde) กับกรดไปโอบาร์บิทูริค 2 โมเลกุล อย่างไรก็ตาม การเกิดออกซิเดชันอาจไม่จำเป็นต้องเกิดมาโลนัลดีไฮด์เสมอไป เพราะสารประกอบพวกแอลคาแนล (Alkanals) แอลคีแนล(Alkenals) และ 2,4-ไดอีแนล (2,4- dienals) กับกรดไทโอบาร์บิทูริค จะให้สีเหลืองและดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 นาโนเมตร

2. การเหม็นหืนเนื่องจากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (Hydrolytic rancidity) การเหม็นหืนที่เกิดจากปฏิกิริยาของเอนไซม์ไลเปส(Lipase) โดยเอนไซม์ไลเปสจะทำให้ไขมันแตกตัวเป็นกรดไขมันอิสระและกลีเซอรอลซึ่งกรดไขมันอิสระเหล่านี้ ทำให้เกิดกลิ่นผิดปกติ การเกิดเหม็นหืนแบบนี้อาจป้องกันได้โดยการทำลายเอนไซม์ที่ทำให้เกิดการหืนด้วยความร้อน (รุ่งนภา, 2540) ดังนั้นการเหม็นหืนนี้จึงมักจะเกิดในผลิภัณฑ์ที่ไม่ได้ผ่านความร้อนสูงพอที่จะทำลายเอนไซม์ได้ เช่น ผลิตภัณฑ์น้ำสลัด

2.7 การแยกชั้นและการเสื่อมสภาพของสลัดครีม

Allen และคณะ(1982) กล่าวว่า สลัดครีมจัดเป็นอาหารประเภทที่เสื่อมคุณภาพได้ปานกลาง (semiperishable product) จึงเก็บไว้ได้นานพอสมควรโดยไม่ต้องใส่ตู้เย็น (Grey,1972) ได้ศึกษาการเสียสภาพของสลัดครีมเนื่องจากอัตราส่วนของน้ำและน้ำมันไม่สมดุลกันและสรุปว่า การเสียสภาพอาจเกิดขึ้นเนื่องจากสาเหตุหลายประการดังนี้

1. การใส่น้ำมันเร็วเกินไป ซึ่งเมื่อหยดน้ำมันเล็กๆ รวมตัวกันมากๆ จะทำให้เกิดการแยกชั้น ถ้าเกิดในขณะกำลังผสมแสดงว่าการเติมน้ำมันเร็วเกินไป หรือมีอัตราส่วนของน้ำมันต่ออิมัลซิไฟเออร์สูงเกินไป

2. ไม่มีการตีที่สม่ำเสมอในขณะที่ทำให้เกิดอิมัลชัน ซึ่งการตีที่ไม่สม่ำเสมอหรือมีส่วนผสมของน้ำเกินกว่าร้อยละ 15 เมื่อตั้งสลัดครีมไว้นานอาจเกิดการแยกชั้นได้ โดยเฉพาะในบริเวณส่วนล่างของขวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
85417

3. อุณหภูมิการเก็บรักษาสูงเกินไป จะเกิดการแยกชั้นเนื่องจากอัตราการขยายตัวของน้ำกับน้ำมันแตกต่างกัน

4. มีการเขย่าระหว่างการขนส่งโครรับแรงสั่นสะเทือนมากๆ จะทำให้อนุภาคน้ำมันรวมตัวกันได้ง่ายและเกิดการแยกชั้น โดยเฉพาะเมื่อทำการขนส่งเป็นระยะทางไกลๆ

นอกจากนี้การแช่แข็งผลิตภัณฑ์สลัดครีมจะทำให้ฟิล์มของอิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier) แตก ทำให้อนุภาคน้ำมันรวมตัวกันเกิดการแยกชั้น และถ้าปิดภาชนะบรรจุไม่สนิททำให้น้ำระเหยออกไปมาก ทำให้ความเข้มข้นของน้ำมันต่ออิมัลซิไฟเออร์เพิ่มขึ้นจึงเกิดการแยกชั้นได้ (ฉรงค์ และ อัฉชนีย์, 2528)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์ และ วิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

- สลัดน้ำใส
  - เกลือ
  - น้ำตาล
  - มัสตาร์ด
  - น้ำส้มสายชู
  - น้ำมันรำข้าว
  - พริกไทย
- สลัดครีม ยี่ห้อ Best Food
- เปลือกแก้วมังกร
- น้ำกลั่น

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

<u>เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมี</u>

- เครื่อง UV-Vis Spectrophotometer (Simadzu รุ่น V-1601, Germany)
- เครื่อง Vortex
- เครื่อง pH meter (CG 842 Schott, Germany)
- เครื่องวัดสี (Minolta รุ่น CR300, Japan)
- เครื่อง Rotary Evaporator
- เครื่อง Centrifuge Beckman Coulter (Allegra X-12R Centrifuge)
- เครื่อง Centrifuge (Hettich zentrifugen)
- เครื่อง Centrifuge (Hettich zentrifugen EBA20, Germany)
- เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง (Mettler Toledo, Germany)
- เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง (Sartorius TE2145)
- เครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrikon T-42K Milano, Italy)
- เครื่องระเหยสูญญากาศ (Rotavapor Buchi R-114, Switzerland)
- เครื่อง Blender (Moulinex Optiblend Duo)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์ทางเคมี

- ดิวเวตแก้ว
- หลอดทดลองแก้ว
- หลอดทดลองพลาสติก
- กรวยแยก
- แท่งแก้ว
- ขวดปรับปริมาตร 100 มิลลิลิตร
- ขวดปรับปริมาตร 500 มิลลิลิตร
- กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1
- กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 4
- หลอดหยด
- ปีเปต 10 มิลลิลิตร
- ปีเปต 5 มิลลิลิตร
- ชุดอุปกรณ์เครื่องแก้ว

สารเคมี

- แอลกอฮอล์ 70 %
- แอลกอฮอล์ 95 %
- น้ำกลั่น
- 2-Thioarbutyric acid
- NaCl
- Hexane
- กรดไฮโดรคลอริก
- สารละลายมาตรฐาน Trolox
- 2, 2' - azino-bis-(3-ethylbenzthaizonnline-6-sulfonic acid) (ABTS)
-

3.3 แผนการทดลอง

3.3.1 การเตรียมตัวอย่างน้ำสลัดและสารสกัดเปลือกแก้วมังกร

เตรียมน้ำสลัดทั้งสลัดน้ำใสและสลัดครีม สารสกัดเปลือกแก้วมังกรสกัดโดยใช้แอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ (อัตราส่วนเปลือกแก้วมังกร : แอลกอฮอล์ เท่ากับ 1 : 3) นำไป centrifuge เพื่อแยกตะกอนออกก่อน และทำให้เข้มข้นโดยเครื่องระเหยสุญญากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของรงควัตถุเบทาเลนในน้ำสลัดชนิดน้ำใสและสลัดครีม

แบ่งระดับความเข้มข้นของรงควัตถุเบทาเลน เป็น 5 ระดับ คือ

- ระดับที่ 1 : สารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร 20 เปอร์เซ็นต์
  น้ำกลั่น 0 เปอร์เซ็นต์
- ระดับที่ 2 : สารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร 16 เปอร์เซ็นต์
  น้ำกลั่น 4 เปอร์เซ็นต์
- ระดับที่ 3 : สารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร 12 เปอร์เซ็นต์
  น้ำกลั่น 8 เปอร์เซ็นต์
- ระดับที่ 4 : สารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร 8 เปอร์เซ็นต์
  น้ำกลั่น 12 เปอร์เซ็นต์
- ระดับที่ 5 : สารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร 4 เปอร์เซ็นต์
  น้ำกลั่น 16 เปอร์เซ็นต์

โดยจะใช้ปริมาณน้ำสลัด : สารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร เท่ากับ 80 : 20 เปอร์เซ็นต์

3.3.3 ทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคด้วยวิธีทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Hedonic Scale

นำผลิตภัณฑ์น้ำสลัดที่ผสมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรทั้งหมด 5 ระดับสี มาทำการตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธี 7 Point Hedonic Scaling โดยตรวจสอบลักษณะต่างๆ ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม ซึ่งจะใช้จำนวนผู้ทดสอบ 30 คน แล้วทำการวิเคราะห์ทางสถิติ (SPSS) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยผลการทดสอบที่ได้จากผู้ทดสอบใน 3 อันดับที่ผู้ทดสอบมีความพึงพอใจมากที่สุด มาวิเคราะห์เพื่อหาความคงตัวของรงควัตถุเบทาเลนในน้ำสลัด

3.3.4 ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาต่อความคงตัวของรงควัตถุเบทาเลนในสลัดน้ำใสและสลัดครีม

การเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์

เก็บที่อุณหภูมิห้อง

สลัดน้ำใส ชักตัวอย่างโดยแยกบรรจุภัณฑ์ในการวิเคราะห์แต่ละวัน

สลัดครีม ชักตัวอย่างจากบรรจุภัณฑ์เดียวกันในการวิเคราะห์แต่ละวัน

เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

สลัดน้ำใส ชักตัวอย่างโดยแยกบรรจุภัณฑ์ในการวิเคราะห์แต่ละสัปดาห์

สลัดครีม ชักตัวอย่างจากบรรจุภัณฑ์เดียวกันในการวิเคราะห์แต่ละสัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพ

3.4.1 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชในน้ำสลัด ใช้เครื่องพีเอชมิเตอร์ นำน้ำสลัดเทใส่บีกเกอร์แล้วทำการวัด โดยจุ่มหัววัดลงไปในน้ำสลัด เพื่อทดสอบเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษามากขึ้นมีผลอย่างไรต่อการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช

3.4.2 การวิเคราะห์ปริมาณแบทาเลนของน้ำสลัด

สลัดน้ำใส นำไป Centrifuge และใช้กรวยแยกเพื่อแยกระหว่างสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรกับน้ำมัน จากนั้นจึงเติมแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ (โดยใช้อัตราส่วนของสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรกับแอลกอฮอล์ 1 : 2) นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงประเภท UV-Visible spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 536 นาโนเมตร

สลัดครีม ผสมสารละลายโซเดียมคอลไรด์ นำไปเซนติฟิวจ์ ใช้หลอดหยดดูดสารสีออก เติมเฮกเซน ไปเซนติฟิวจ์ นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงประเภท UV-Visible spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 536 นาโนเมตร

3.4.3 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสีในสลัดครีมสลัดครีม

ใช้เครื่อง Colorimeter เป็นการวัดค่าสี L*, a*, b* ตามระบบ Commission Internationaled Eclarige (CIE) ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงค่าสี ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

ค่า L* วัดค่าความมืด - สว่าง : มีค่า 0-100 ; L = 0 เป็นสีดำ ; L = 100 เป็นสีขาว

ค่า a* วัดค่าความแดง - เขียว : มีค่า a ค่าเป็นบวก มีสีแดง ; a มีค่าเป็นลบ มีสีเขียว

ค่า b* วัดค่าความเหลือง - น้ำเงิน : มีค่า b ค่าเป็นบวก มีสีเหลือง ; b ค่าเป็นลบ มีสีน้ำเงิน

โดยคำนวณจากสูตร $\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$ และ $\Delta a = a_1 - a$

3.4.4 การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี (ABTS+ Scavenging Method) (Zhouและ Yu,2004) วัดการลดจำนวนลงของอนุมูลอิสระ ABTS+ ที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร ใช้สารละลาย trolox (TEAC) เป็นสารละลายมาตรฐาน

3.4.5 การวิเคราะห์การเกิดกลิ่นเหม็นหืนด้วยวิธี TBARS ชั่งน้ำหนักน้ำสลัด 10 กรัม เติมไตรคลอโรอะซิติกแอซิด 10 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 50 มิลลิลิตร นำไปเหวี่ยงแยก 2 นาที กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ปิเปตสารละลาย 5 มิลลิลิตร รวมกับ สาร TBA 5 มิลลิลิตร นำไปต้มที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส 10 นาที ทำให้เย็น การวัดค่าการดูดกลืนแสงประเภท UV-Visible spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

4.1 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคด้วยวิธีทางประสาทสัมผัส 7 Point Hedonic Scale

การศึกษาผลของระดับสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.05, 0.10, 0.15, 0.20 และ 0.25 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำสลัดต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค ด้วยวิธี 7 point Hedonic scale โดยพิจารณาคุณลักษณะทางด้านสี กลิ่น รสชาติ ความหนืด และความชอบโดยรวมของผู้ทดสอบทั้งหมด 30 คน มาทดสอบทางประสาทสัมผัส เพื่อคัดเลือกอัตราส่วนของระดับสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในน้ำสลัดที่เหมาะสม เพื่อนำมาทำการเก็บรักษาและศึกษาถึงระยะเวลาในการสลายตัวของรงควัตถุเบทาเลนในสลัดน้ำใส พบว่าได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสของสลัดน้ำใสที่เติมสารสกัดจากแก้วมังกร

ปริมาณของแข็งในสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร	ลักษณะทางประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความหนืด	ความชอบโดยรวม
0.05%	3.50±1.41[a]	3.83±1.18[a]	3.93±1.39[a]	4.30±1.15[a]	3.90±1.06[a]
0.10%	3.87±1.11[a]	3.73±1.01[a]	4.33±1.24[a]	3.97±1.27[a]	3.87±1.22[a]
0.15%	4.63±1.10[b]	3.73±1.17[a]	4.43±1.14[a]	3.93±1.05[a]	4.30±1.12[a]
0.20%	4.93±1.11[b]	3.73±1.11[a]	4.50±1.22[a]	4.03±1.03[a]	4.50±0.97[a]
0.25%	4.83±4.44[b]	3.97±1.40[a]	4.47±1.36[a]	3.83±1.21[a]	4.23±1.50[a]

หมายเหตุ

a-b หมายถึงความแตกต่างทางสถิติของตัวอย่างในแต่ละคอลัมน์ ที่ระดับนัยสำคัญ 95% (0.95) ผู้ทดสอบ จำนวน 30 คน

ผลการทดสอบพบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนทางด้านกลิ่น รสชาติ ความหนืด และความชอบโดยรวม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($\alpha <$ 0.05) แสดงว่าผู้ทดสอบยอมรับคุณลักษณะทางด้านกลิ่น รสชาติ ความหนืดและความชอบโดยรวมไม่มีความแตกต่างกันระหว่างการเติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่ความเข้มข้นในสลัดน้ำใสทั้ง 4 ระดับ แสดงว่าการเติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.05 ถึง 0.25 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลต่อคุณลักษณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางด้านกลิ่น รสชาติ ความหนืด และความชอบโดยรวม แสดงว่าผู้ทดสอบไม่สามารถแยกความแตกต่างกันได้ แต่การเติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่ความเข้มข้นต่างๆ มีผลทำให้ความชอบด้านสีของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการเติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.15-0.25 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งได้รับคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.63 ถึง 4.93 และมีความแตกต่างจากการเติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.05 และ 0.10 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าการเติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.15 ถึง 0.25 เปอร์เซ็นต์ไม่มีแตกต่างกันของคุณลักษณะทางด้านสี หรือผู้ทดสอบไม่สามารถแยกความแตกต่างกันได้และเป็นระดับความเข้มข้นที่ผู้ทดสอบยอมรับมากที่สุด

ดังนั้น จากผลทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสจึงพิจารณาเลือกการเติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.15 และ 0.25 เปอร์เซ็นต์ในสลัดน้ำใส เนื่องจากมีคะแนนเฉลี่ยของการยอมรับของผู้ทดสอบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีความแตกต่างจากการเติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่ระดับความเข้มข้นอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ และเลือกการเติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.15และ 0.25 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากมีความแตกต่างกันระหว่างสี เมื่อวัดด้วยวิธีสเปคโตโฟโตเมททรีได้ ในศึกษาความคงตัวของรงควัตถุเบทาเลน และความสามารถในการทำลายปฏิกิริยาออกซิเดชันในผลิตภัณฑ์น้ำสลัด

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสลัดครีมที่เติมปริมาณสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรได้ผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงการยอมรับทางประสาทสัมผัสของสลัดครีมที่เติมสารสกัดจากแก้วมังกร

ปริมาณของแข็งในสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร	ลักษณะทางประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความหนืด	ความชอบโดยรวม
0.05%	3.27±1.46^{a}	4.03±1.07^{a}	4.50±1.19^{a}	4.40±1.25^{a}	4.17±1.09^{a}
0.10%	3.97±1.43^{b}	4.37±0.96^{ab}	4.67±1.04^{a}	4.63±0.99^{a}	4.53±1.11^{ab}
0.15%	4.90±1.13^{cd}	4.63±0.93^{b}	4.67±1.15^{a}	4.63±1.19^{a}	5.03±1.21^{c}
0.20%	5.40±1.25^{d}	4.20±0.99^{ab}	4.73±1.31^{a}	4.70±1.09^{a}	5.17±1.21^{c}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.25%	4.67±1.54^{c}	4.47±1.22^{ab}	5.10±1.39^{a}	4.67±0.96^{a}	4.83±1.21^{bc}

หมายเหตุ

a-d หมายถึงความแตกต่างทางสถิติของตัวอย่างในแต่ละคอลัมน์ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากตารางที่ 2 พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนทางด้านรสชาติและความหนืดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($\alpha < 0.05$) แสดงว่าการเติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.15-0.25 เปอร์เซ็นต์ไม่มีแตกต่างกันของคุณลักษณะทางด้าน รสชาติและความหนืด แต่คะแนนความชอบทางด้านสีจะแตกต่างกัน โดยเมื่อเพิ่มสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง จาก 0.05 ถึง 0.20 เปอร์เซ็นต์จะพบว่าคะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบมีแนวโน้มสูงขึ้นตามลำดับ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อเติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่สารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.25 เปอร์เซ็นต์ พบว่าระดับคะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับที่ปริมาณของแข็ง 0.20 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าผู้ทดสอบไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ที่มีความเข้มสีสูงเกินไป ทั้งนี้เนื่องจาก สารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรมีสีชมพูบานเย็น เมื่อเติมในปริมาณมากจะทำให้สลัดครีมมีสีสันฉูดฉาดกินไปจนผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับลดลง ดังนั้นผลิตภัณฑ์จึงควรเติม สารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.15 และ 0.20 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากมีคะแนนการยอมรับเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 5.40 และ 4.90 ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

คะแนนความชอบทางด้านกลิ่น พบว่าการเติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรมีปริมาณของแข็ง 0.05 เปอร์เซ็นต์ จะมีคะแนนต่ำที่สุด และมีความแตกต่างจากที่มีปริมาณของแข็ง 0.15 เปอร์เซ็นต์ที่คะแนนเฉลี่ยสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ที่มีปริมาณของแข็ง 0.10-0.25 เปอร์เซ็นต์ได้รับคะแนนความชอบด้านกลิ่นไม่มีความแตกต่างจากที่มีปริมาณของแข็ง 0.05 และ 0.25 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2) ส่วนคะแนนทางด้านความชอบ การเพิ่มความเข้มข้นของรงควัตถุเบทาเลนในสลัดครีมจะทำให้คะแนนการยอมรับโดยรวมมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น โดยรวมที่มีปริมาณของแข็ง 0.05 และ 0.10 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนที่มีปริมาณของแข็ง 0.15-0.25 เปอร์เซ็นต์ไม่มีความแตกต่างกันทางนัยสำคัญทางสถิติ แต่ที่มีปริมาณของแข็ง 0.25 เปอร์เซ็นต์จะไม่มีความแตกต่างจากมีปริมาณของแข็ง 0.10 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสแล้ว พบว่า การเติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร ที่มีปริมาณของแข็ง 0.15 และ 0.20 เปอร์เซ็นต์จะได้รับคะแนนสี กลิ่น และความชอบโดยรวมสูงกว่าที่ความเข้มข้นอื่นๆ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ดังนั้นจากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในน้ำสลัด จึงเลือกเติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.15 และ 0.25 เปอร์เซ็นต์ ในสลัดน้ำใส และ 0.15 และ 0.20 เปอร์เซ็นต์ ในสลัดครีม เพื่อนำไปทำการทดสอบเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพในระหว่างการเก็บรักษาต่อไป

4.2 ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพของน้ำสลัด

4.2.1 พีเอช

พีเอชเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความคงตัวของรงควัตถุเบทาเลน โดยมีพีเอชที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 3 ถึง 7 (Stintzing และ Carle, 2004) ซึ่งพีเอชที่อยู่นอกเหนือจากช่วงดังกล่าวจะเร่งการสลายโครงสร้างของรงควัตถุ นอกจากนี้ในระหว่างการเก็บรักษายังเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างๆ เช่น ปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันที่อาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงพีเอช และความคงตัวของรงควัตถุเบทาเลน การเปลี่ยนแปลงของค่าพีเอชในน้ำสลัดระหว่างการเก็บรักษา สามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงค่าพีเอชของน้ำสลัดในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

วันที่	พีเอช (เฉลี่ย)ในสลัดน้ำใส			พีเอช (เฉลี่ย)ในสลัดครีม		
	control	ตัวอย่าง		control	ตัวอย่าง	
		0.15*	0.25*		0.15*	0.20*
0	2.58	2.97	2.68	3.48	3.70	3.60
1	2.76	3.11	2.86	3.55	3.73	3.63
2	2.83	3.19	3.08	3.65	3.77	3.65
3	3.00	3.26	3.16	3.62	3.81	3.71
4	3.08	3.41	3.29	3.74	3.87	3.80
5	2.64	3.02	2.94	3.35	3.70	3.61
6	2.59	2.96	2.89	3.38	3.62	3.53
7	2.70	3.00	2.93	3.44	3.65	3.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

* ปริมาณของแข็งของสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร (%) ในผลิตภัณฑ์น้ำสลัด

จากตารางที่ 3 พบว่า ค่าพีเอชในสลัดน้ำใสและสลัดครีม (Control) มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยมีค่าเท่ากับ 2.58 และ 3.48 ตามลำดับ ซึ่งค่าพีเอชในสลัดครีมมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าในสลัดน้ำใสแต่ผลิตภัณฑ์น้ำสลัด (Control) และผลิตภัณฑ์น้ำสลัดที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรทั้งสลัดน้ำใส และสลัดครีม จะมีค่าพีเอชแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์น้ำสลัดที่เติมสารสกัดจะมีส่วนประกอบของน้ำสลัด 4 ส่วนต่อสารสกัดเข้มข้น 1 ส่วน จึงทำให้เกิดการเจือจางของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์จึงเพิ่มขึ้น แต่ การเติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรทั้ง 2 ความเข้มข้นจะไม่มีความแตกต่างกันระหว่างค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า การเติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพีเอชของทั้งในสลัดน้ำใสและสลัดครีม อย่างไรก็ตาม ค่าพีเอชในผลิตภัณฑ์จะไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยสลัดน้ำใสที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรมีค่าพีเอชระหว่าง 2.68 - 3.41 ส่วนสลัดครีมที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร จะมีค่าพีเอชระหว่าง 3.53- 3.87

ตารางที่ 4 แสดงค่าพีเอชของน้ำสลัดในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

วันที่	พีเอช (เฉลี่ย)ในสลัดน้ำใส			พีเอช (เฉลี่ย)ในสลัดครีม		
	control	ตัวอย่าง		control	ตัวอย่าง	
		0.15*	0.25*		0.15*	0.20*
0	2.99	3.28	3.27	3.52	3.65	3.69
1	2.67	3.02	2.91	3.35	3.48	3.49
2	2.77	3.24	3.01	3.33	3.59	3.47
3	2.90	3.28	3.08	3.37	3.47	3.43
4	2.79	3.06	3.02	3.43	3.51	3.46
5	2.76	3.04	2.88	3.41	3.54	3.51
6	2.58	2.96	2.78	3.44	3.53	3.49

* ปริมาณของแข็งของสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร (%) ในผลิตภัณฑ์น้ำสลัด

จากตารางที่ 4 พบว่าค่าพีเอชในผลิตภัณฑ์สลัดน้ำใสและสลัดครีมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสของตัวควบคุมและตัวอย่างที่เติมสารสกัดจากแก้วมังกรจะแตกต่างกัน โดยค่าพีเอช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

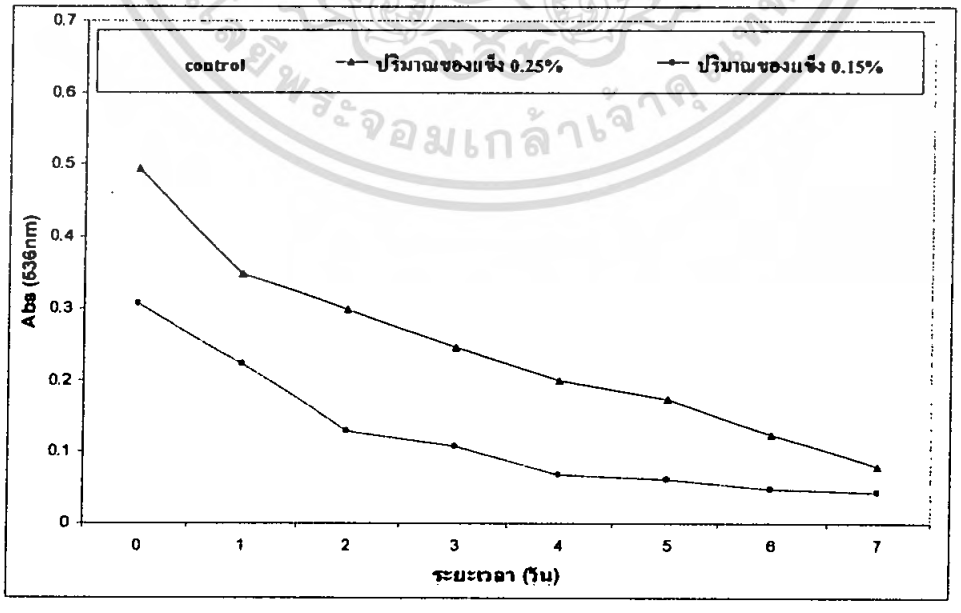
ในตัวควบคุมจะต่ำกว่าตัวอย่างที่เติมสารสกัดเช่นเดียวกับที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง นอกจากนี้ค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษาไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เช่นเดียวกันกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ดังนั้นจากตารางที่ 3 และ 4 แสดงว่าระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อค่าพีเอชน้ำสลัดทั้ง 2 ชนิด ที่อุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส ในทุกๆระดับการเติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรจะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4.2.2 ปริมาณรงควัตถุเบทาเลนในน้ำสลัด

4.2.2.1 <u>การศึกษาหาปริมาณรงควัตถุเบทาเลนในสลัดน้ำใส</u>

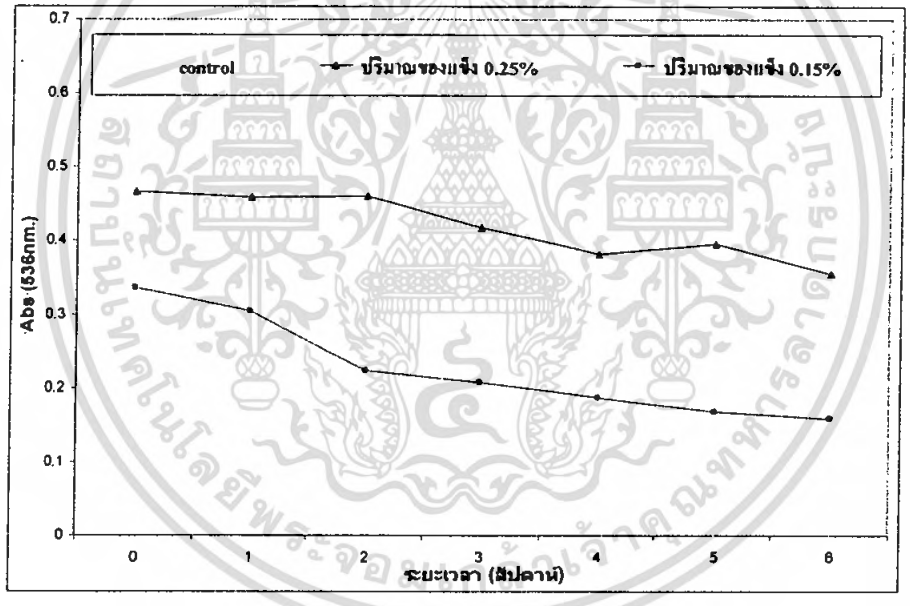
การศึกษาความคงตัวของรงควัตถุเบทาเลนจากสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในสลัดน้ำใส เมื่อนำสลัดน้ำใสที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.15 และ 0.20 เปอร์เซ็นต์ ทำเก็บรักษาสลัดน้ำใสที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาต่างๆ แล้วแยกส่วนน้ำที่มีสีชมพูบานเย็นออกจากส่วนของน้ำมันด้วยแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์และทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงของเบทาเลนที่ความยาวคลื่น 536 นาโนเมตร จากนั้นนำมาเขียนกราฟหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเบทาเลน (แกน y) กับระยะเวลาในการเก็บรักษา (แกน x) ได้ผลดังภาพที่ 1(a) และภาพที่ 1(b) ตามลำดับ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 1(a) แสดงปริมาณแบทาเลนของสลัดน้ำใสที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในระหว่างการเก็บรักษา ณ อุณหภูมิห้อง

จากผลการทดลองการเก็บรักษาสลัดน้ำใสที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 7 วัน พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น จะมีผลทำให้ปริมาณรงควัตถุเบทาเลนในสลัดน้ำใสมีแนวโน้มลดลง (ภาพที่1a) โดยสลัดน้ำใสที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.15 เปอร์เซ็นต์ จะมีปริมาณการสลายตัวของรงควัตถุเบทาเลนเท่ากับ 86.27 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าการสลายตัวที่สลัดน้ำใสที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.25 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ที่มีค่าเท่ากับ 83.81 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 7 วัน



ภาพที่ 1(b) แสดงปริมาณแบทาเลนของสลัดน้ำใสที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในระหว่างการเก็บรักษา ณ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

จากผลการเก็บรักษาสลัดน้ำใสที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น จะมีผลทำให้ ปริมาณรงควัตถุเบทาเลนในสลัดน้ำใสที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มลดลงซึ่งสอดคล้องกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส แต่ปริมาณรงควัตถุเบทาเลนในสลัดน้ำใสที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มลดลงน้อยกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ปริมาณการสลายตัวของรงควัตถุเบทาเลนในสลัดน้ำใสที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.15 และ 0.25 เปอร์เซ็นต์ ก็มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

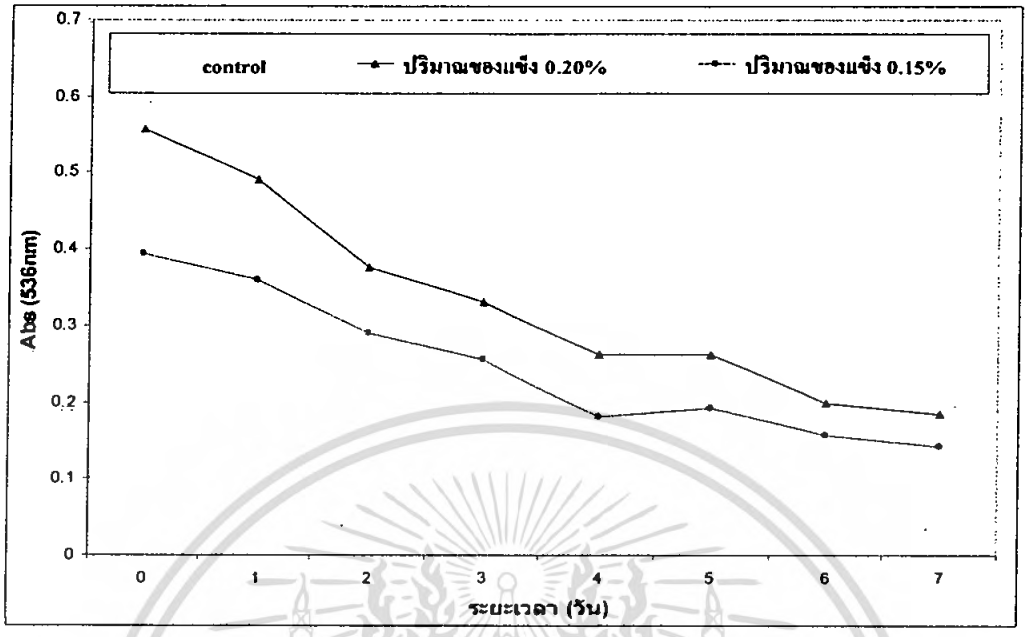
แนวโน้มเช่นเดียวกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง แสดงว่า สลัดน้ำใสที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.25 เปอร์เซ็นต์ มีความคงตัวของรงควัตถุเบทาเลนมากกว่าสลัดน้ำใสที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.15 เปอร์เซ็นต์

การเพิ่มระยะเวลาจะมีผลทำให้ปริมาณรงควัตถุเบทาเลนในสลัดน้ำใสลดลง แต่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง รงควัตถุเบทาเลนที่มีปริมาณของแข็ง 0.15 และ 0.25 เปอร์เซ็นต์ จะสลายตัว 86.27 และ 83.81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ภายในเวลา 7 วัน ทำให้มีอายุการเก็บรักษาสั้นกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่สามารถเก็บรักษาได้นานกว่า ดังนั้น จึงควรเก็บรักษาสลัดน้ำใสที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและควรเติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.25 เปอร์เซ็นต์ จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษาได้นาน และมีสีสันเป็นที่ยอมรับ

4.2.1.2 <u>การศึกษาหาปริมาณรงควัตถุเบทาเลนในสลัดครีม</u>

การศึกษาความคงตัวของรงควัตถุเบทาเลนจากสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในสลัดครีมเมื่อนำสลัดครีมที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.15 และ 0.20 เปอร์เซ็นต์ ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาต่างๆ ในสลัดครีมจะทำการแยกสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรออกจากน้ำมันโดยใช้ สารละลายโซเดียมคลอไรด์ และเฮกเซน และทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงของเบทาเลนที่ความยาวคลื่น 536 นาโนเมตร จากนั้นนำมาเขียนกราฟหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเบทาเลน (แกน y) กับระยะเวลาในการเก็บรักษา (แกน x) ได้ผลดังภาพที่ 2(a) และภาพที่ 2(b) ตามลำดับ

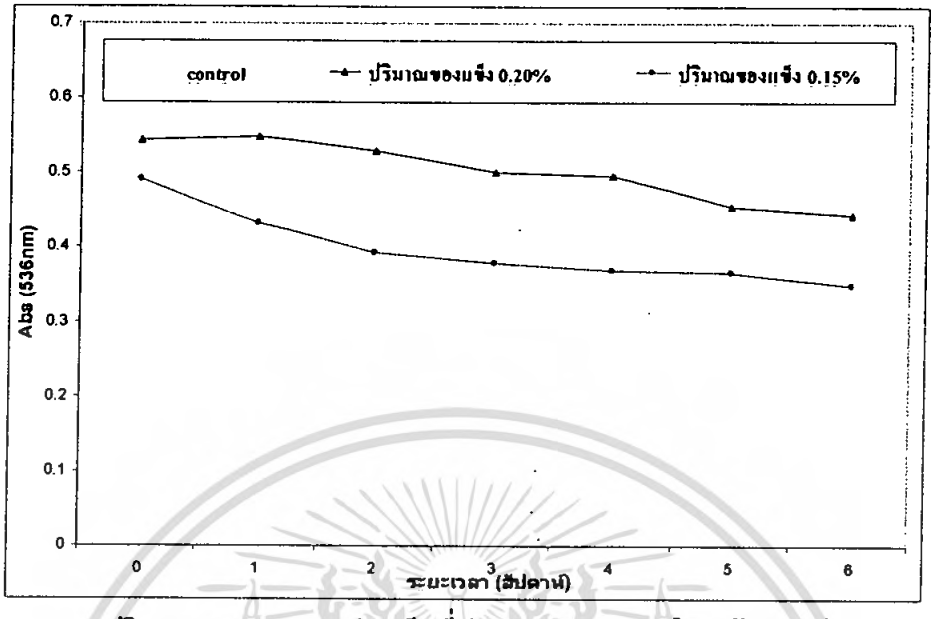
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2(a) แสดงปริมาณเบทาเลนของสลัดครีมที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในระหว่างการเก็บรักษา ณ อุณหภูมิห้อง

จากผลการทดลองการเก็บรักษาสลัดน้ำข้นที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 7 วัน (ภาพที่ 2(a)) พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ ปริมาณรงควัตถุเบทาเลนในสลัดครีมมีแนวโน้มลดลง (ภาพที่ 2(a)) จากการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ของปริมาณเบทาเลนในสลัดครีมที่ลดลงในการเก็บรักษาวันที่ 0 กับวันที่ 7 (วันสุดท้ายของการเก็บรักษา) พบว่าสลัดครีมที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.15 และ 0.20 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์มีค่าเท่ากับ 65.96 และ 66.85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งการลดลงของปริมาณเบทาเลนในสลัดครีมที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.15 เปอร์เซ็นต์ ใกล้เคียงกับปริมาณเบทาเลนในสลัดครีมที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.20 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2(b) แสดงปริมาณเบทาเลนของสลัดครีมที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในระหว่างการเก็บรักษา ณ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

จากผลการทดลองการเก็บรักษาสลัดน้ำข้นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น จะมีผลทำให้ ปริมาณรงควัตถุเบทาเลนในสลัดครีมที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส(ภาพที่ 2(b)) มีแนวโน้มลดลงซึ่งสอดคล้องกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเซลแต่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มการลดลงของปริมาณรงควัตถุเบทาเลนน้อยกว่าเช่นเดียวกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนอกจากนี้ปริมาณการสลายตัวของรงควัตถุเบทาเลนในสลัดครีมที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.15 และ 0.20 เปอร์เซ็นต์ ก็มีแนวโน้มต่างจากที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งคำนวณจากเปอร์เซ็นต์ของปริมาณเบทาเลนในสลัดครีมที่ลดลงในการเก็บรักษาสัปดาห์ที่ 0 กับสัปดาห์ที่ 6 (สัปดาห์สุดท้ายของการเก็บรักษา) พบว่าสลัดครีมที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่ระดับความเข้มข้น 0.15 และ 0.20 เปอร์เซ็นต์มีค่าเท่ากับ 29.59 และ 18.42 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

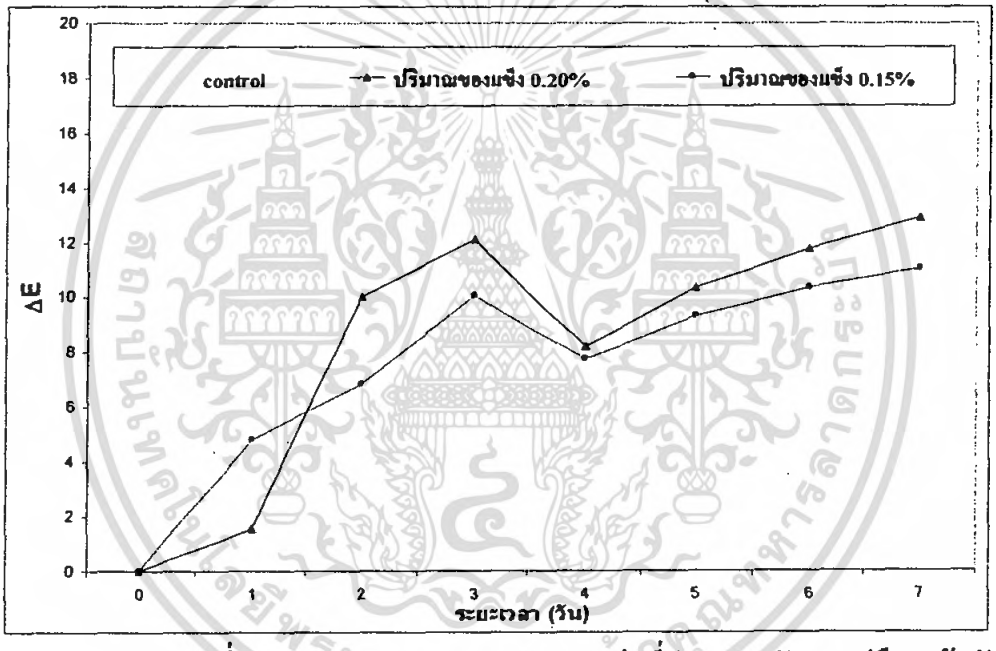
เมื่อเพิ่มระยะเวลาการเก็บรักษาสลัดครีมที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร ทำให้ปริมาณรงควัตถุเบทาเลนในสลัดครีมมีแนวโน้มลดลงทั้งสองอุณหภูมิ นอกจากนี้ปริมาณการสลายตัวของรงควัตถุเบทาเลนที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องดังนั้น จึงควรเก็บรักษาสลัดน้ำใสที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและควรเติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.20 เปอร์เซ็นต์ เพราะมีความคงตัวของรงควัตถุเบทาเลนสูงกว่า และส่งผลดีต่อสภาวะการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์สลัดครีม

เอกสารนี้สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 การศึกษาความเปลี่ยนแปลงของสีของน้ำสลัดครีมที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร

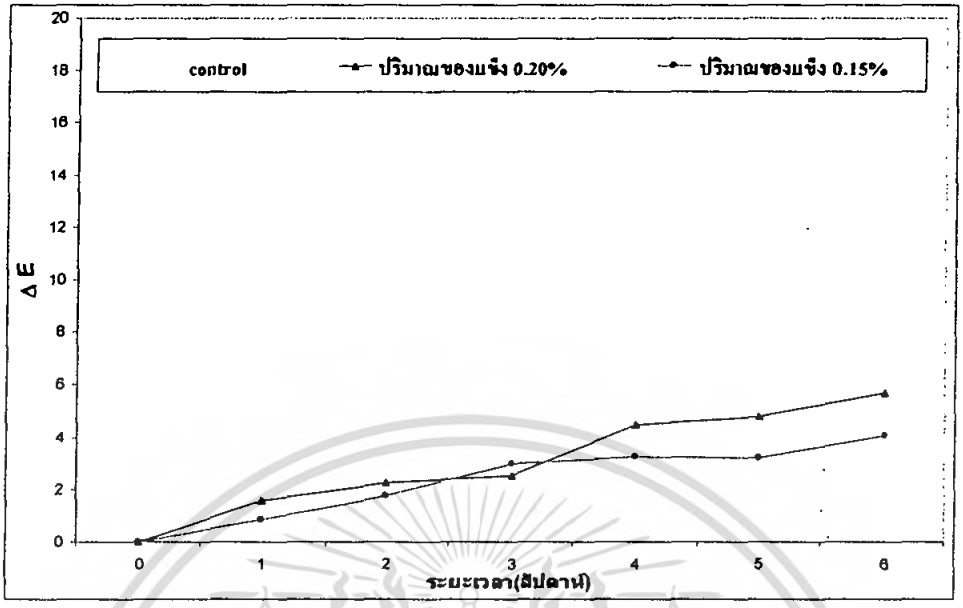
4.2.3.1 ค่าความแตกต่างของสี

เมื่อนำสลัดครีมที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.15 และ 0.20 เปอร์เซ็นต์ โดยทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาต่างๆ และทำการวัดค่าสีด้วยเครื่อง Colorimeter Minaita CR300 จากนั้นคำนวนหาความแตกต่างของสี โดยใช้ L* a*b* ของตัวอย่าง ณ วันที่ 0 เป็นตัวเปรียบเทียบ ได้ผลดังภาพที่ 3(a) และภาพที่ 3(b) ตามลำดับ



ภาพที่ 3(a) แสดงการเปลี่ยนแปลงของ Δ E ของสลัดครีมที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในระหว่างการเก็บรักษา ณ อุณหภูมิห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



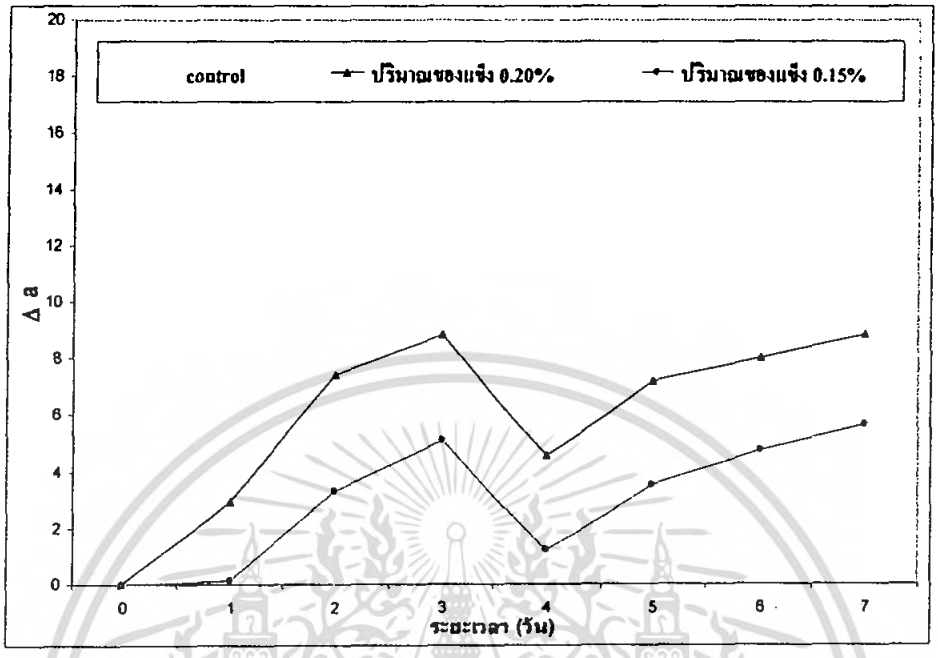
ภาพที่ 3(b) แสดงการเปลี่ยนแปลงของ Δ E ของสลัดครีมที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในระหว่างการเก็บรักษา ณ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ความแตกต่างของสีในสลัดที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร ที่ทำเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาต่างๆ พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น จะมีผลทำให้ความแตกต่างของสีของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจะมีการเปลี่ยนแปลงความแตกต่างของค่าสีมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และเมื่อเปรียบเทียบจากระยะเวลาการเก็บรักษา 1 สัปดาห์พบว่า สลัดครีมที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.20 เปอร์เซ็นต์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง มีค่าความแตกต่างของสีเพิ่มขึ้นประมาณ 2 และ 14 เท่า จากค่าสีผลิตภัณฑ์เริ่มต้น เนื่องจากปัจจัยภายนอก เช่น แสง เพราะระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ ผลิตภัณฑ์สลัดครีมจะได้รับแสงในช่วง UV และ ช่วง Visible เป็นช่วงแสงที่เหนี่ยวนำให้เกิดการสลายตัวของรงควัตถุเบทาเลน โดยที่แสงในช่วงนี้จะกระตุ้นอิเลคตรอนในโครงสร้างให้มีพลังงานสูงขึ้น ทำให้โครงสร้างเกิดความไม่เสถียร ซึ่งมีผลต่อความคงตัวของรงควัตถุเบทาเลน

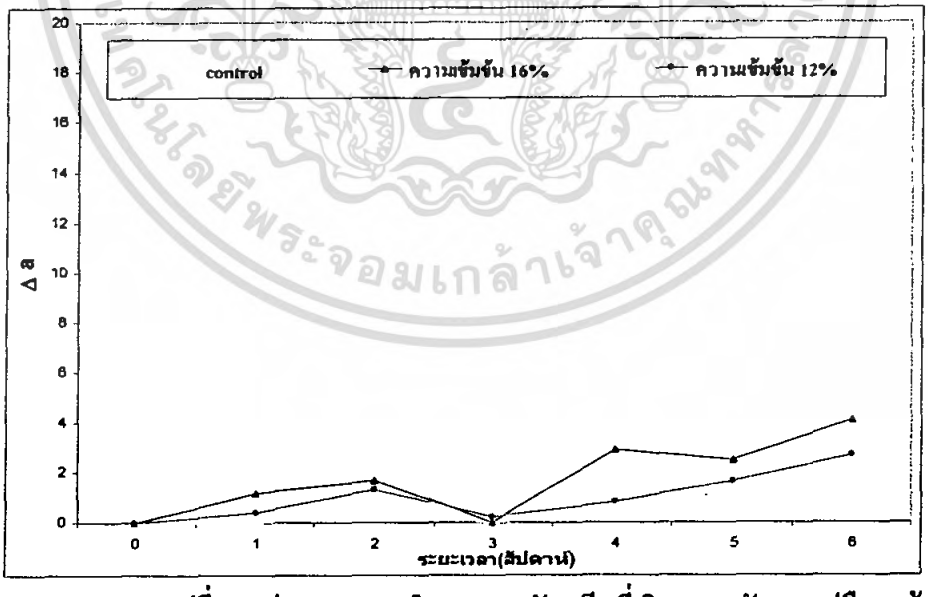
ความแตกต่างค่าสีของสลัดครีมจะเพิ่มสูงขึ้นตาม อุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษา ดังนั้นจึงควรเก็บรักษาสลัดครีมที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษาได้นานกว่าที่อุณหภูมิห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.2 ค่า Δa



ภาพที่ 4(a) แสดงการเปลี่ยนแปลงของ Δa ของสลัดครีมที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในระหว่างการเก็บรักษา ณ อุณหภูมิห้อง



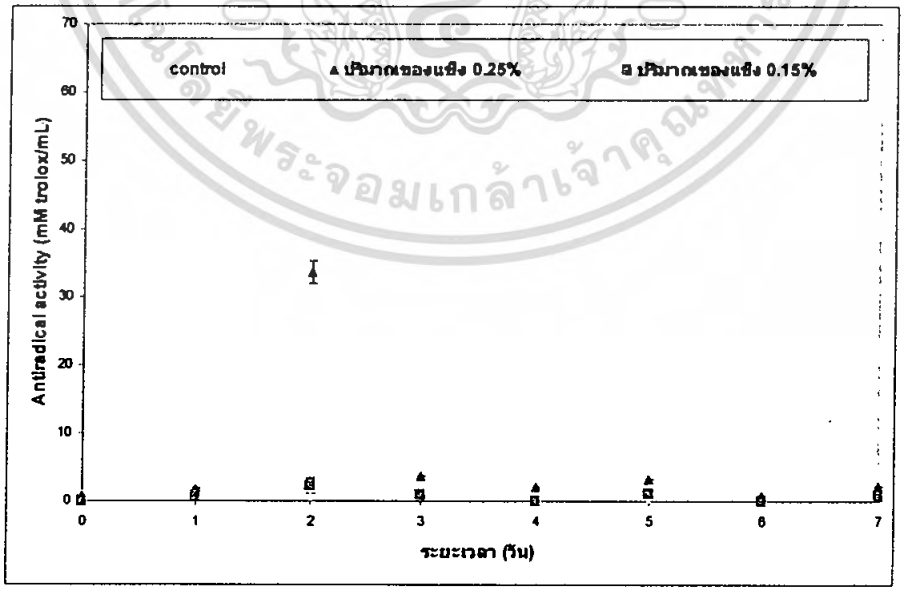
ภาพที่ 4(b) แสดงการเปลี่ยนแปลงของ Δa ของสลัดครีมที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในระหว่างการเก็บรักษา ณ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลอง พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ค่าการเปลี่ยนแปลงสีในโทนสีแดงของสลัดครีมที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.15 และ 0.20 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทั้งสองอุณหภูมิ แต่ที่อุณหภูมิห้องมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสีในโทนสีแดงมากกว่าที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มของความแตกต่างของค่าสี(Δ E) ดังนั้นจึงควรเก็บรักษาสลัดครีมที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรมีควรเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสซึ่งมีความคงตัวของรงควัตถุเบทาเลนดีกว่าและค่าสีมีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าที่อุณหภูมิ ห้อง

4.2.4 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ $ABTS^{+}$

ผลของการเติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.15 และ 0.20 เปอร์เซ็นต์ในน้ำสลัดต่อการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการทำลายปฏิกิริยาออกซิเดชัน ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และ 4 องศาเซลเซียส ด้วยวิธี ABTS radical cation scavenging assay ซึ่งเป็นวิธีการวัดความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ $ABTS^{+}$ ที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตรของส่วนน้ำในสลัดน้ำใส แล้วหาความสัมพันธ์ระหว่าง Antiradical activity (mM Trolox/mL) (แกน y) กับระยะเวลาในการเก็บรักษา (แกน x) ที่อุณหภูมิต่างๆ สามารถแสดงผลดังกราฟที่ 5(a) และ 5(b) ตามลำดับ



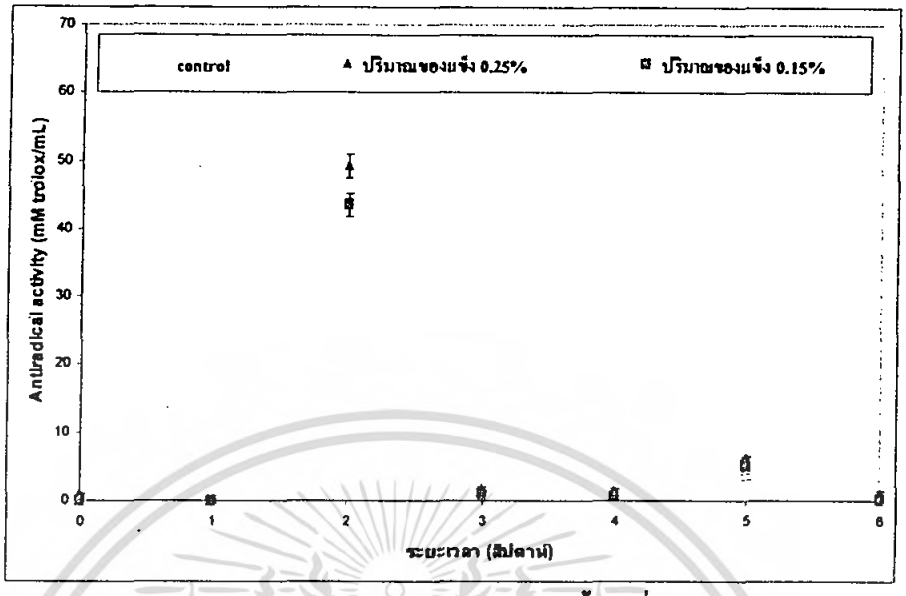
ภาพที่ 5(a) แสดงความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระของสลัดน้ำใสที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในระหว่างการเก็บรักษา ณ อุณหภูมิห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลอง เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นพบว่า ในสลัดน้ำใสที่ไม่มีการเติมรงควัตถุเบทาเลน (Control) และสลัดน้ำใสที่มีการเติมรงควัตถุเบทาเลนความเข้มข้นต่างๆ ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่า Antiradical activity ค่อนข้างคงที่ตลอดการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 วัน (ภาพที่ 5(a)) และที่มีการเติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.25 เปอร์เซ็นต์ มีความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระสูงกว่าที่ปริมาณของแข็ง 0.15 เปอร์เซ็นต์ แต่ผลการทดลองในวันที่ 2 พบว่าความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระของส่วนน้ำของสลัดน้ำใสที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.25 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงกว่าในวันอื่นๆ อย่างชัดเจน โดยมีค่ามากกว่าประมาณ 19 เท่าของน้ำสลัดที่เป็นตัวควบคุมและที่เติมสารสกัดมีปริมาณของแข็ง 0.15 เปอร์เซ็นต์ แล้วลดลงอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกันในเวลาต่อมา แสดงว่า ในระหว่างการเก็บรักษาอาจเกิดอนุพันธ์ที่ไม่เสถียรของสารประกอบบางชนิดที่มีสมบัติในการทำลายอนุมูลอิสระสูงขึ้น และสารประกอบดังกล่าวได้สลายตัวไป ในระหว่างการเก็บรักษา ทำให้ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระลดลงจนมีค่าใกล้เคียงกับในตัวควบคุม และน้ำสลัดที่เติมรงควัตถุเบทาเลนที่มีปริมาณของแข็ง 0.15 เปอร์เซ็นต์ ในระหว่างการเก็บรักษา

เนื่องจากในสลัดน้ำใสมีองค์ประกอบของน้ำส้มสายชูหรือกรดอะซิติก 18.80 เปอร์เซ็นต์ และจากการทดลองพบว่าสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรมีสมบัติในการทำลายอนุมูลอิสระ ABTS+ แต่เมื่ออยู่ในผลิตภัณฑ์จะไม่แสดงสมบัติดังกล่าว และจากการทดสอบในน้ำส้มสายชูพบว่า น้ำส้มสายชูมีผลในการ ออกซิไดซ์ ABTS เกิดเป็นอนุมูลอิสระ ABTS+ จึงทำให้การดูดกลืนแสงมากขึ้น ดังนั้นน้ำส้มสายชูจึงส่งผลต่อการเพิ่มอนุมูลอิสระโดยการแตกตัวให้โปรตอน หรืออาจรบกวนความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระของรงควัตถุเบทาเลน เนื่องจาก ในผลิตภัณฑ์ยังคงมีรงควัตถุเบทาเลนเป็นองค์ประกอบ (ภาพที่ 5(a)และ5(b))

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5(b) แสดงความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระของสลัดน้ำใสที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในระหว่างการเก็บรักษา ณ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

จากกราฟที่ 5(b) เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นพบว่า ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ ในสลัดน้ำใสตัวควบคุม และที่เติมสารสกัดจากแก้วมังกรที่ความเข้มข้นต่างๆ มีแนวโน้มไม่เปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับที่อุณหภูมิห้อง ตลอดการเก็บรักษา 6 สัปดาห์ แต่ยกเว้นสัปดาห์ที่ 2 พบว่า ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระของสลัดน้ำใสที่เติมสารสกัดจากแก้วมังกรทั้ง 2 ความเข้มข้น มีค่าสูงกว่าในวันอื่นๆ อย่างชัดเจน โดยมีค่ามากกว่าประมาณ 43-49 เท่าของตัวควบคุม จากนั้นจะลดลงจนอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับตัวควบคุม

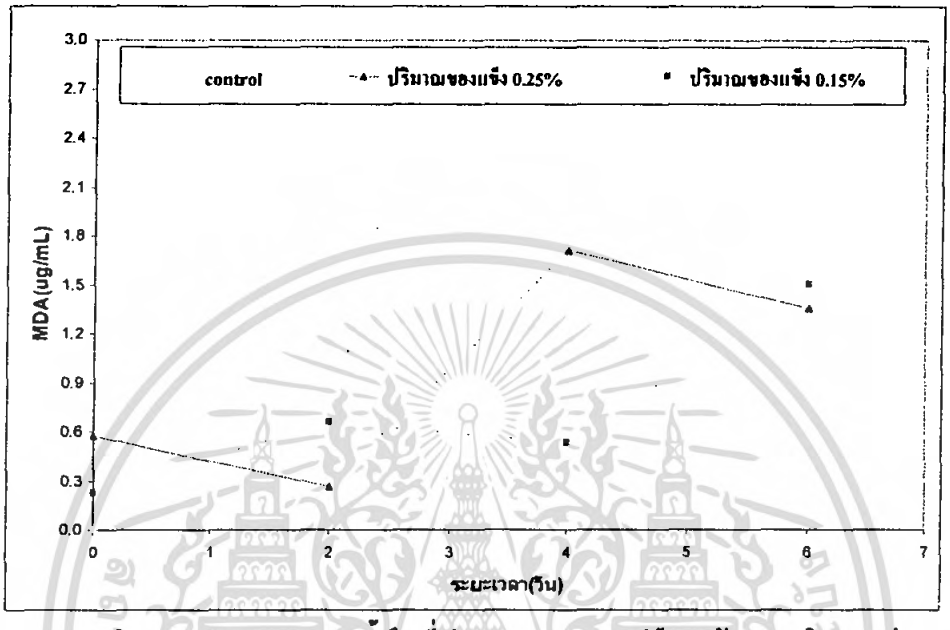
4.2.5 ค่า TBARS

การวัดค่าทางเคมีด้วยวิธี TBARS นี้เป็นวิธีที่ใช้วัดคุณภาพของอาหารประเภทไขมัน โดยปริมาณไทโอบาร์บิทูริกแอซิด (thiobarbituric acid) เป็นค่าที่บ่งชี้ระดับการเหม็นหืนที่เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์เนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและน้ำมัน โดยวัดปริมาณมาโลนอัลดีไฮด์ (malon-aldehyde) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันในขั้นตอนที่สอง (secondary oxidation products) ที่เกิดจากการสลายตัวของสารประกอบไฮโดรเปอร์ออกไซด์ (hydroperoxide) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ของปฏิกิริยาในขั้นเริ่มต้น (primary oxidation product) โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 532 นาโนเมตร

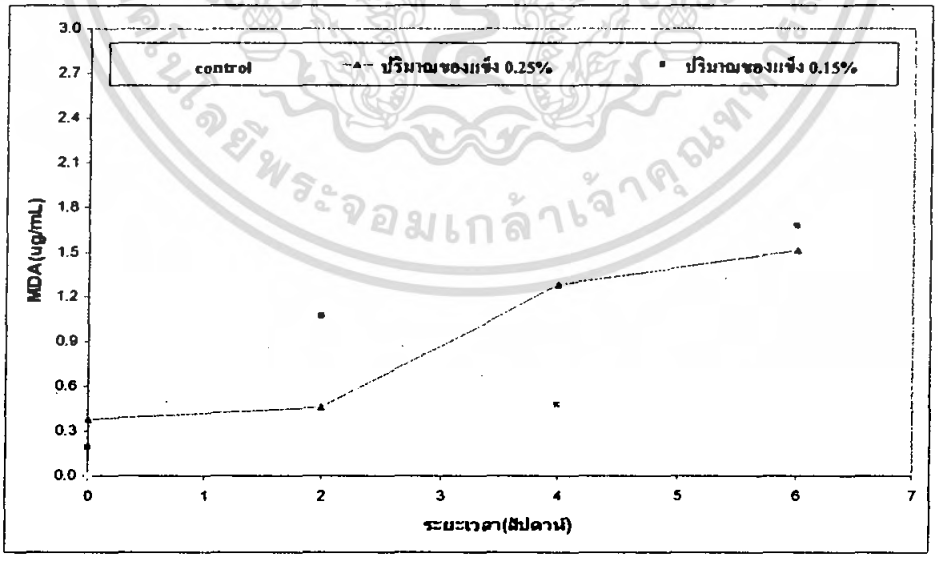
ผลของการเติมรงควัตถุเบทาเลน 0.15 และ 0.20 เปอร์เซ็นต์ ต่อปริมาณอัลดีไฮด์ที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และ 4 องศาเซลเซียส สามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงจากความสัมพันธ์ระหว่าง มาโลนไดอัลดีไฮด์ (ug/mL) (แกน y) กับระยะเวลาในการเก็บรักษา (แกน x) ดังภาพที่ 6(a) และ6(b)ลำดับ



ภาพที่ 6(a)แสดงปริมาณ MDA ของสลัดน้ำใสที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในระหว่างการเก็บรักษา ณ อุณหภูมิห้อง



ภาพที่ 6(b) แสดงปริมาณ MDA ของสลัดน้ำใสที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในระหว่างการเก็บรักษา ณ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลอง เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ทั้งสลัดน้ำใสที่เป็นตัวควบคุมและผลิตภัณฑ์ที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรจะมีปริมาณมาโลนไดอัลดีไฮด์ (MDA) เพิ่มขึ้น แต่สลัดน้ำใสที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรจะมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นสูงกว่าสลัดน้ำใสที่ไม่การเติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร (ภาพที่ 6(a) และ 6(b)) โดยสลัดน้ำใสที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรทั้ง 2 ความเข้มข้นมีแนวโน้มการเพิ่มของปริมาณมาโลนไดอัลดีไฮด์ (MDA) ใกล้เคียงกัน

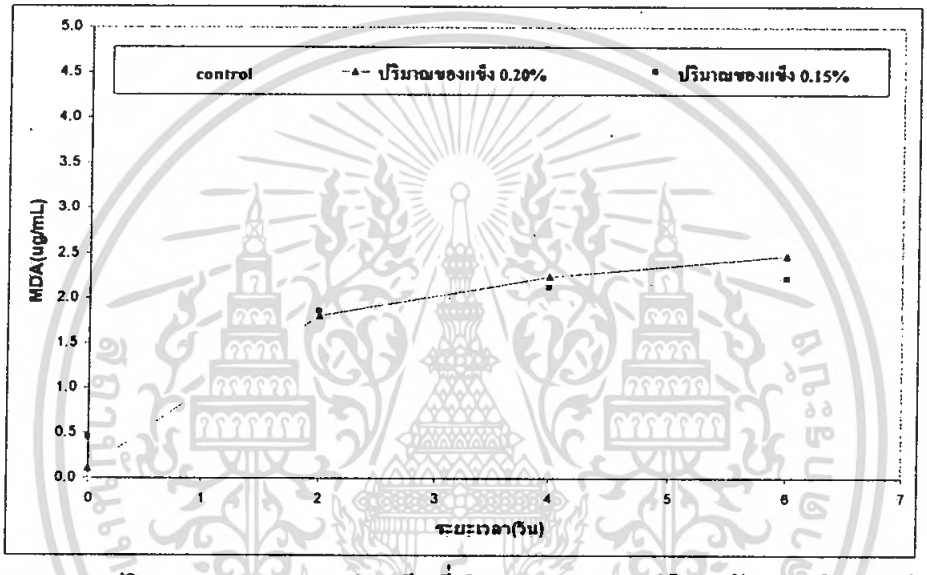
จากผลการทดลองค่า TBARS ในสลัดน้ำใส พบว่า ค่า TBARS ของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษามีแนวโน้มไม่ชัดเจน พบทั้งการเพิ่มขึ้นและลดลงของค่า TBARS (ภาพที่ 6(a) และ 6(b)) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสารมาโลนไดอัลดีไฮด์ (MDA) ที่เป็นสารประกอบคาร์บอนิลที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันนั้น สามารถทำปฏิกิริยากับโปรตีนได้ ทำให้ไม่สามารถเข้าทำปฏิกิริยากับ TBA Reagent จึงเป็นอาจสาเหตุให้เกิดข้อผิดพลาดในการวิเคราะห์หาค่า TBARS นอกจากนี้ ยังมีอัลดีไฮด์ชนิดอื่นที่ให้สารประกอบสีแดงด้วย รวมทั้งสารที่สกัดไม่ได้ (Non – Extractable) เช่น ไขมัน ยูเรีย น้ำตาล โปรตีนที่ถูกออกซิไดซ์ในอาหาร ที่สามารถทำปฏิกิริยากับรีเอเจนท์ ทำให้เกิดสารประกอบสีแดง (Allen, 1996) จึงทำให้ค่า TBARS ที่วิเคราะห์ได้มีแนวโน้มไม่ชัดเจน

ผลการทดลองการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสจะสอดคล้องกับที่อุณหภูมิห้อง แต่ที่อุณหภูมิห้อง 4 องศาเซลเซียส ปฏิกิริยาการเหม็นหืนจะเกิดขึ้นช้ากว่า (ภาพที่ 6(b)) นอกจากนี้สลัดน้ำใสที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.15 เปอร์เซ็นต์มีแนวโน้มการเพิ่มของปริมาณมาโลนไดอัลดีไฮด์ (MDA) สูงกว่าที่มีปริมาณของแข็ง 0.25 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น ในการเก็บรักษาสลัดน้ำใสที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.25 เปอร์เซ็นต์ ควรเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสจึงจะสามารถลดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันได้

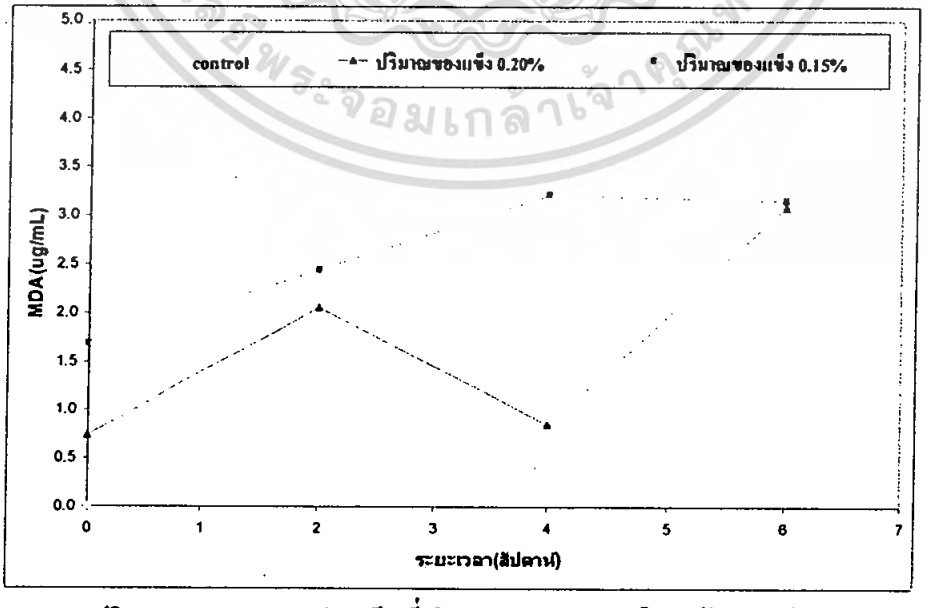
จากผลการทดลองค่า TBARS ในสลัดครีม พบว่า ค่า TBARS ของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษามีแนวโน้มไม่ชัดเจน พบทั้งการเพิ่มขึ้นและลดลงของค่า TBARS (ภาพที่ 7(a) และ 7(b)) ซึ่งมีเหตุผลสอดคล้องกับค่า TBARS ในสลัดน้ำใส ซึ่งแนวโน้มการเพิ่มของปริมาณมาโลนไดอัลดีไฮด์ (MDA) ใกล้เคียงกัน เนื่องจากสลัดครีมที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรทั้ง 2 ความเข้มข้นมีความเจือจางมากกว่า ปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นจากตัวควบคุม จะเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณมาโลนไดอัลดีไฮด์สูงกว่าในตัวควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสจะสอดคล้องกับที่อุณหภูมิห้อง แต่ที่อุณหภูมิห้อง 4 องศาเซลเซียส ปฏิกิริยาการเหม็นหืนจะเกิดขึ้นช้ากว่า (ภาพที่ 7(b)) นอกจากนี้สลัดครีมที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.15 เปอร์เซ็นต์มีแนวโน้มการเพิ่มของปริมาณมาโลนไดอัลดีไฮด์ (MDA) สูงกว่าที่มีปริมาณของแข็ง 0.20 เปอร์เซ็นต์ แต่ ณ สัปดาห์ที่ 6 จะพบว่า ค่า TBARS ไม่มีความแตกต่างกัน ดังนั้น ในการเก็บรักษาสลัดน้ำใสควรเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสจึงจะสามารถลดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันได้



ภาพที่ 7(a) แสดงปริมาณ MDA ของสลัดครีมที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในระหว่างการเก็บรักษา ณ อุณหภูมิห้อง



ภาพที่ 7(b) แสดงปริมาณ MDA ของสลัดครีมที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในระหว่างการเก็บรักษา ณ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

การเติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรมีผลต่อความชอบด้านสีของสลัดน้ำใส ส่วนสี กลิ่น และความชอบโดยรวม มีผลต่อการทดสอบด้านประสาทสัมผัสของสลัดครีม สลัดน้ำใส 0.15 และ 0.25 เปอร์เซ็นต์ และสลัดครีม ที่มีองค์ประกอบของปริมาณสารสกัด 0.15 และ 0.20 เปอร์เซ็นต์ ของเปลือกแก้วมังกรได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบในด้านสี และประสาทสัมผัส

ผลการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของน้ำสลัดทั้ง 2 ในระหว่างการเก็บรักษาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำสลัดที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร พบว่า น้ำสลัดทั้ง 2 มีพีเอชค่อนข้างคงที่ โดยมีค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 2.58-3.41 และ 3.33-3.87 ในสลัดน้ำใสและสลัดครีมตามลำดับ ส่วนปริมาณรงควัตถุเบทาเลนมีแนวโน้มลดลงจากปัจจัยด้านอุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษา รวมทั้งความเข้มข้นของรงควัตถุ โดยที่อุณหภูมิห้องมีอัตราการสลายตัวของรงควัตถุเบทาเลนมากกว่าการเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในน้ำสลัดทั้ง 2 ชนิด จะทำให้อัตราการสลายตัวของเบทาเลนเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($\alpha < 0.05$) นอกจากนี้

การเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในน้ำสลัดจะเพิ่มความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระให้สูงกว่าตัวควบคุมเพียงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ยกเว้นในวันที่ 2 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และ สัปดาห์ที่ 2 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส น้ำสลัดจะแสดงความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระสูงกว่าตัวควบคุมมากกว่า 19 และ 43-49 เท่า แล้วจึงลดลงมาใกล้เคียงกับตัวควบคุมตามเดิม ส่วน ค่า TBARS จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น โดยการเพิ่มสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรไม่มีผลต่อการชะลอการเกิดมาโลนไดอัลดีไฮด์ในสลัดน้ำใสที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส และสลัดครีมที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง แต่ การเพิ่มสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในสลัดครีมน้ำสลัดที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จะสามารถชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันหรือการเหม็นหืนได้ดีกว่า

ดังนั้นในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำสลัดที่เติมรงควัตถุเบทาเลน ควรใช้ความเข้มข้นของรงควัตถุเบทาเลนมาก และเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ เพื่อลดอัตราการสลายตัวของรงควัตถุเบทาเลนทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ผลิตภัณฑ์น้ำสลัดยังคงสีสัน และความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ รวมทั้งชะลอการเหม็นหืน อันจะก่อให้เกิดประโยชน์และผลดีต่อสุขภาพของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

"โครงสร้างเบทาเลน" 17 สิงหาคม 2550. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก http://www.landfood.ubc.ca./courses/fnh/410/colour/3_70.html.

"โครงสร้างของ ethylene diaminetetra – acetic acid" 17 สิงหาคม 2550. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก http://www.pharmacy.kku.ac.th/analyse1/uploads/22cp.gif

"โครงสร้างของสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างอิออนของโลหะกับ EDTA" 17 สิงหาคม 2550. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก http://www. content.answers.com/.../5/57/Metal-EDTA.png

ชญานิษฐ์ วรเนติโพธิ์ และ พรทิพย์ ชื่นศรีวิโรจน์.2549. ผลของน้ำผึ้งต่อการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาเนื้อไก่มาริเนต. ปัญหาพิเศษ สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง . หน้า 34

"ช่วงการดูดกลืนแสงของอนุพันธ์เบทาเลน" 18 สิงหาคม 2550. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก http://coursewares.mju.ac.th/section2/pt331/pdf/6.pdf

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2545. เคมีอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯโอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์. หน้า 415 -441.

pigment release from hairy root cultures of Beta vulgaris under the influence of pH, sonication, temperature and oxygen stress. Process Biochemistry 38 : 1069-1076.

Cai Y., Sun M. and Corke H. 2005. Characterization and application of betalain pigmen

Bhagyalakshmi N., Thimmaraju R., Narayan M.S. and Ravishankar G.A. 2003. Kinetic of t from plant of the Amaranthaceae. Trend in Food Science & Technology. 16 : 370-376.

Fernandez – Lopez J. A. and Almela L. 2001. Application of high – performance liquid chromatography to the characterization of the betalain pigment in prickly pear fruits. Journal of Chromatography A. 913 : 415-420.

Herbach K.M., Stintzing F.C. and Carle R. 2006. Betalain stability and degradation structural and chromatic aspects. Journal of Food Science. Nr.4 : 41-50.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

วิธีการเตรียมวัตถุดิบ

ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

1. **วิธีเตรียมสลัดน้ำใส**

   ขั้นตอนที่ 1 หาอัตราส่วนของวัตถุดิบ (น้ำมันรำข้าว, น้ำตาลทราย, น้ำส้มสายชู, เกลือ, มัสตาร์ด, พริกไทย) ที่เหมาะสม

   ขั้นตอนที่ 2 นำส่วนผสมทั้งหมดผสมให้เข้ากันโดยวิธีการตีด้วยเครื่องตีไฟฟ้า

2. **วิธีเตรียมสลัดครีม** ใช้ผลิตภัณฑ์สลัดครีม ยี่ห้อ Best Food

3. **วิธีการเตรียมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร**

   ขั้นตอนที่ 1 นำผลแก้วมังกรล้างน้ำให้สะอาด ตัดตา ปอกเปลือก จากนั้นนำมาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ นำเข้าเครื่องปั่น- บด (Blender)

   ขั้นตอนที่ 2 นำเปลือกแก้วมังกรที่บดละเอียดผสมกับแอลกอฮอล์ 95% ด้วยอัตราส่วนเปลือกแก้วมังกร 1 กรัม ต่อ ปริมาณแอลกอฮอล์ 3 มิลลิลิตร แช่ทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที

   ขั้นตอนที่ 3 นำสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่ได้กรองด้วยผ้าขาวบาง จากนั้นนำสารสกัดเปลือกแก้วมังกรเข้าเครื่อง Centrifuge ยี่ห้อ Backman ที่ความเร็ว 10,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

   ขั้นตอนที่ 4 นำสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรระเหยแอลกอฮอล์ออก ด้วยวิธี Evaporator ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 50 นาที หรือ ทำการระเหยสารสกัดเปลือกแก้วมังกร ให้เหลือ 30 เปอร์เซ็นต์ จากปริมาณเริ่มต้น

   ขั้นตอนที่ 5 นำสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่ได้มาผสมลงในสลัดน้ำใสและสลัดครีม ตามอัตราส่วนที่เหมาะสมเพื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยวิธีทดสอบทางประสาทสัมผัส 7 Point Hedonic Scale

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงปริมาณสัดส่วนสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในสลัดน้ำใสและสลัดครีมที่ใช้ในการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบ

ระดับความเข้มข้นที่	น้ำสลัด (เปอร์เซ็นต์)	สารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร (เปอร์เซ็นต์)	น้ำกลั่น (เปอร์เซ็นต์)
1	80	4	16
2	80	8	12
3	80	12	8
4	80	16	4
5	80	20	0

ขั้นตอนที่ 5 นำอัตราส่วนที่ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบ 2 ระดับความเข้มข้นไปทำการเก็บรักษาและวิเคราะห์ผลต่อไป

ขั้นตอนที่ 6 โดยจะทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็นเป็นระยะเวลา 7 วัน และ 6 สัปดาห์ ตามลำดับ

ขั้นตอนที่ 7 ตรวจผลโดยการวิเคราะห์ทางเคมี ได้แก่ สี พีเอช ความสามารถในการทำลายปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ด้วยวิธี ABTS radical cation scavenging assay การวิเคราะห์ปริมาณอัลดีไฮด์ที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นด้วยวิธี TBARS โดยทำการตรวจวิเคราะห์ สี พีเอช และความสามารถในการทำลายปฏิกิริยาออกซิเดชั่นทุกๆวันที่อุณหภูมิห้อง และทุกๆสัปดาห์ที่อุณหภูมิตู้เย็น ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณอัลดีไฮด์ที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นด้วยวิธี TBARS จะทำการตรวจวิเคราะห์ในวันที่ 0, 2, 4, และ 6 ที่อุณหภูมิห้อง และในสัปดาห์ที่ 0, 2, 4 และ 6 ที่อุณหภูมิตู้เย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

วิธีการวิเคราะห์ผลทางเคมี

ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

1. การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชในน้ำสลัด

นำน้ำสลัดมาทำการวัดค่าพีเอชโดยใช้เครื่องพีเอชมิเตอร์ โดยจะต้องทำการปรับพีเอชด้วยบัฟเฟอร์ที่พีเอช 7 และ 4 ตามลำดับ จากนั้นจึงตรวจพีเอชของผลิตภัณฑ์ตัวอย่างโดยการจุ่มหัววัดพีเอชลงในน้ำสลัดได้โดยตรง

ภาพภาคผนวกที่ 1 แสดงการตรวจวิเคราะห์ค่าพีเอชตัวอย่างด้วยเครื่องพีเอชมิเตอร์

2. วิธีวิเคราะห์ปริมาณของรงควัตถุเบทาเลนในน้ำสลัด

วิธีการหาปริมาณของรงควัตถุเบทาเลนในสลัดน้ำใส

ขั้นตอนที่ 1 เขย่าตัวอย่างสลัดน้ำใสที่ผสมรงควัตถุเบทาเลนให้เข้ากัน จากนั้นตั้งทิ้งไว้จนแยกชั้น ดูดน้ำมันส่วนบนออกให้เหลือน้อยที่สุด

ขั้นตอนที่ 2 นำน้ำสลัดส่วนที่เหลือไปทำการหมุนเหวี่ยงด้วยเครื่อง Hettich zentrifugen ที่ความเร็ว 9,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที

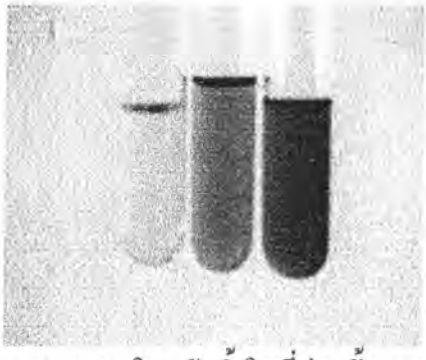
ขั้นตอนที่ 3 นำเทลงในกรวยแยก ตั้งทิ้งไว้จนแยกชั้น ไขแยกส่วนของสีรงควัตถุเบทาเลนออก (ส่วนล่าง) ใส่บิกเกอร์

ขั้นตอนที่ 4 ปิเปตสารตัวอย่างที่ได้ใส่หลอดทดลองผสมกับแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ในอัตราส่วน ปริมาณสารตัวอย่างต่อปริมาณแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ (1:2)

ขั้นตอนที่ 5 นำไปเขย่าด้วยเครื่อง Vortex ให้เข้ากัน แล้วนำไปหมุนเหวี่ยงด้วยเครื่อง Hettich zentrifugen ที่ความเร็ว 9,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที

ขั้นตอนที่ 6 นำสารตัวอย่างที่ได้เทลงในหลอดทดลอง แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 536 นาโนเมตร บันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 2 แสดงสีของรงควัตถุเบทาเลนในสลัดน้ำใสที่ผ่านขั้นตอนการสกัด

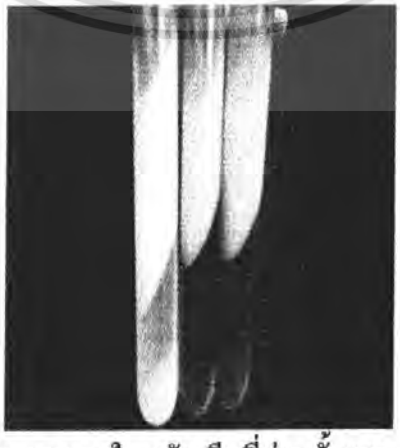
วิธีการหาปริมาณของรงควัตถุเบทาเลนในสลัดครีม

ขั้นตอนที่ 1 ชั่งตัวอย่างสลัดครีม 20 กรัมลงในบิกเกอร์ ผสมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 1% 8 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน

ขั้นตอนที่ 2 นำตัวอย่างสลัดครีมที่ได้ 10 มิลลิลิตร เทลงหลอดนำไปหมุนเหวี่ยงด้วยเครื่อง Hettich zentrifugen ที่ความเร็ว 9,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที

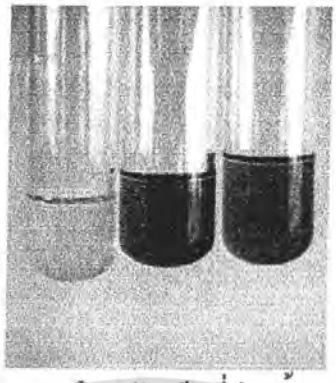
ขั้นตอนที่ 3 ตักส่วนที่เป็นลักษณะครีมออก นำน้ำส่วนที่เหลือผสมกับเฮกเซน 4 มิลลิลิตร นำไปเขย่าด้วยเครื่อง Vortex จากนั้นหมุนเหวี่ยงด้วยเครื่อง Hettich zentrifugen ที่ความเร็ว 9,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที ดูดตัวอย่างส่วนที่เป็นน้ำ ใสๆลงในหลอดทดลอง (ทำซ้ำในขั้นตอนที่ 3 จำนวน 3 ครั้ง)

ขั้นตอนที่ 4 นำสารตัวอย่างที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 536 นาโนเมตร บันทึกผล



ภาพผนวกที่ 3 แสดงสีของรงควัตถุเบทาเลนในสลัดครีมที่ผ่านขั้นตอนการสกัดขั้นแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 4 แสดงสีของรงควัตถุเบทาเลนในสลัดครีมที่ผ่านขั้นตอนการสกัดขั้นสุดท้าย

3. วิธีวิเคราะห์ค่าสีของรงควัตถุเบทาเลนในสลัดครีม (เครื่อง Chroma meter, Minolta รุ่น CR300)

วัดค่าสีด้วยเครื่อง Chroma meter, Minolta รุ่น CR300 โดยนำสารตัวอย่างสลัดครีมเทลงจานแก้ว (Plate) จากนั้นจึงทำการวัดค่าสี L, a*, b* ด้วยเครื่องวัดสี **Minolta** รุ่น CR300 บันทึกผล

ภาพผนวกที่ 5 แสดงเครื่องวิเคราะห์ค่าสีของรงควัตถุเบทาเลนในสลัดครีม (Chroma meter, Minolta รุ่น CR300)

ภาพผนวกที่ 6 แสดงการวิเคราะห์ค่าสีของรงควัตถุเบทาเลนในสลัดครีมด้วยครื่องChroma meter, Minolta รุ่น CR300

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การวิเคราะห์ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ $ABTS^+$

4.1 ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย

4.1.1 <u>การเตรียมสารละลายมาตรฐาน Trolox 1 มิลลิโมล</u>

ชั่ง Trolox 0.0125 กรัม ละลายด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ 5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น

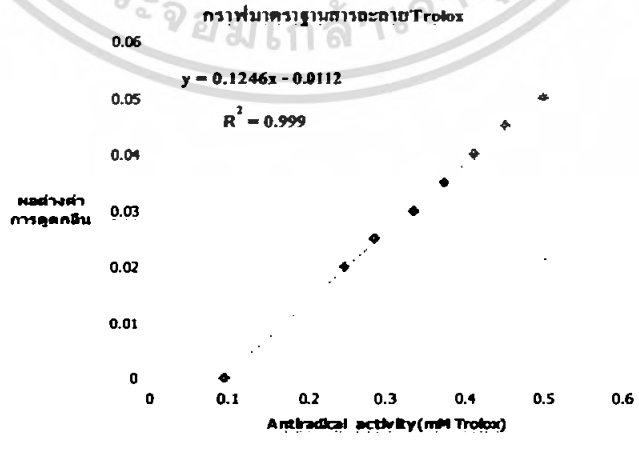
4.1.2 <u>การเตรียม $ABTS^+$ reagent 5 มิลลิโมล</u>

ชั่ง ABTS 0.2742 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร เติม Manganese dioxide (MnO_2) ประมาณ 2-3 กรัม คนผสมในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที นำสารละลายที่ได้ไปเหวี่ยงตกตะกอนที่ความเร็วรอบ 8,000 rpm เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 4 ก่อนทำการวิเคราะห์ต้องเจือจาง $ABTS^+$ reagent ด้วยน้ำกลั่นให้มีค่าการดูดกลืนแสงอยู่ในช่วง 0.7 ± 0.05

4.2 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

<u>ขั้นตอนที่1</u> นำสารตัวอย่างน้ำสลัดมาทำการเจือจาง ปิเปตสารสกัดปริมาตร 0.3 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง แล้วเติม 3 มิลลิลิตรของสารละลาย $ABTS^+$ (ความเข้มข้น 5 มิลลิโมล) ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 6 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร (ทำอย่างละ 3 ซ้ำต่อ 1 ตัวอย่าง)

<u>ขั้นตอนที่2</u> นำค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ของสารละลายตัวอย่างไปคำนวณหาความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ $ABTS^+$ โดยคิดเป็นจำนวนกรัมสมมูลของสารละลาย trolox (TEAC) จากกราฟมาตรฐานของสารละลาย trolox



<u>ภาพผนวกที่ 7</u> แสดงค่าผลแตกต่างของการดูดกลืนแสงกับ Antiradical activity (mM trolox) ด้วยวิธี ABTS radical cation scavenging assay

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถคำนวณหาปริมาณสารที่มีความสามารถทำลายปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ดังสมการ ดังนี้

จากสมการกราฟสารละลายมาตรฐาน Trolox $y = 0.1246x - 0.0112$; $R^2 = 0.9999$

ผลต่างของค่าดูดกลืนแสงเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์สลัดน้ำใส ที่อุณหภูมิห้อง

การเก็บรักษาวันที่ 1 = 0.4613

แทนค่า $0.432 = 0.1246x - 0.0112$

มิลลิโมล Trolox = 3.557

$$\text{มิลลิโมล Trolox ต่อมิลลิลิตรตัวอย่าง} = \frac{\text{มิลลิโมล Trolox} \times \text{DF.}}{\text{ปริมาณตัวอย่างที่ใช้}}$$

$= (3.557 \times 10) \div 0.3$

ปริมาณสารที่มีความสามารถทำลายปฏิกิริยาออกซิเดชัน = 118.57 มิลลิโมล Trolox ต่อมิลลิลิตรตัวอย่าง

5. การวิเคราะห์ปริมาณอัลดีไฮด์ที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นด้วยวิธี TBARS

5.1 ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย

5.1.1 <u>การเตรียม 10% ไตรคลอโรอะซิติกแอซิด</u>

เตรียมสารละลายไตรคลอโรอะซิติกแอซิด โดยชั่งไตรคลอโรอะซิติกแอซิด 50 กรัม แล้วเติมน้ำกลั่น จำนวน 450 มิลลิลิตร แล้วเก็บในที่มืด

5.1.2 <u>การเตรียมสารละลาย 2- ไทโอบาร์บิวทิริคแอซิด</u>

เตรียมสารละลาย 2- ไทโอบาร์บิวทิริคแอซิดจำนวน 100 มิลลิลิตร โดยชั่ง 2-ไทโอบาร์บิวทิริคแอซิด 0.288 กรัม แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 100 มิลลิลิตร แล้วเก็บในที่มืด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.3 การเตรียมสารละลายมาตรฐานมาโลนไดอัลดีไฮด์ (MDA)

ชั่ง MDA 73.2 มิลลิกรัม หรือเท่ากับ 84.03 ไมโครลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองฝาเกลียว เติม 10 มิลลิลิตร ของ 0.1 N ไฮโดรคลอไรด์ นำไปจุ่มลงในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที (Strock Solution MDA เท่ากับ 239ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) จากนั้นนำใส่ลงในขวดวัดปริมาตร 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น จากนั้นดูดสารละลายที่ได้มา 1 มิลลิลิตรแล้วทำการปรับปริมาตรอีกครั้งด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 100 มิลลิลิตร สารละลาย MDA ที่ได้จะมีความเข้มข้น 2.39 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

5.2 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

ขั้นตอนที่ 1 ชั่งตัวอย่างน้ำสลัด 10 กรัม ลงในบิกเกอร์ เติมไตรคลอโรอะซิติกแอซิด 10 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 50 มิลลิลิตร

ขั้นตอนที่ 2 ใช้แท่งแก้วคนผสมให้เข้ากัน แล้วจึงเทลงในหลอด Centrifuge เพื่อทำการหมุนเหวี่ยงด้วยเครื่อง Hettich zentrifugen ที่ความเร็ว 5,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 2 นาที

ขั้นตอนที่ 3 ตักส่วนที่เป็นครีมด้านบนออกในตัวอย่างสลัดครีม ส่วนในตัวอย่างสลัดน้ำใสใช้หลอดหยด (Droper) ดูดน้ำมันส่วนบนออกบางส่วน จากนั้นกรองตัวอย่างน้ำสลัดด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1

ขั้นตอนที่ 4 ปิเปตสารละลายที่กรองได้จำนวน 5 มิลลิลิตร เติมสารละลาย 2- ไทโอบาร์บิวทิริคแอซิด จำนวน 5 มิลลิลิตร

ขั้นตอนที่ 5 นำไป Vortex ให้เข้ากัน แล้วนำไปต้มในน้ำเดือดนาน 10 นาที (ปิดหลอดทดลองด้วยลูกแก้วขณะต้ม) จะเห็นการเปลี่ยนแปลงของสี ดังภาพผนวกที่ 9 ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วจึงนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 532 นาโนเมตร

ขั้นตอนที่ 6 นำค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ของสารละลายตัวอย่างไปคำนวณหาปริมาณอัลดีไฮด์ที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นโดยคิดเป็นจำนวนมิลลิกรัมสมมูลของสารละลายมาโลนไดอัลดีไฮด์ (MDA) จากกราฟมาตรฐานของสารละลายมาโลนไดอัลดีไฮด์ (MDA)

หมายเหตุ การทำกราฟมาตรฐานของสารละลายมาโลนไดอัลดีไฮด์ (MDA) จะเริ่มทำในขั้นตอนที่ 4 โดยใช้สารละลายมาตรฐานมาโลนไดอัลดีไฮด์ (MDA) แทนสารละลายตัวอย่าง

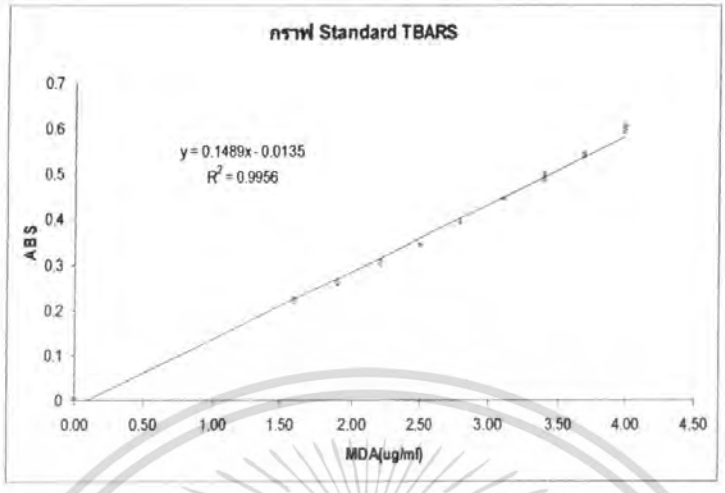
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตารางภาคผนวกที่ 2</u> แสดงความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานมาโลนไดอัลดีไฮด์ (MDA) ของกราฟมาตรฐาน TBARS

ปริมาณ MDA (mL)	น้ำกลั่น (mL)	TBA (mL)
0.670	4.230	5
0.795	4.205	5
0.920	4.080	5
1.045	3.955	5
1.170	3.830	5
1.295	3.705	5
1.420	3.580	5
1.545	3.455	5
1.670	3.330	5

<u>หมายเหตุ</u> สารละลายมาตรฐาน มาโลนไดอัลดีไฮด์ (MDA) ที่เตรียมได้มีความเข้มข้นเริ่มต้น เท่ากับ 2.39 ug/mL

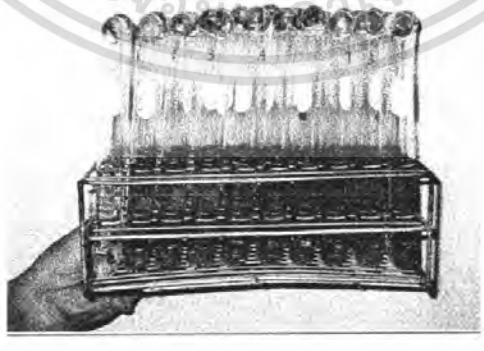
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



สามารถคำนวณหาปริมาณอัลดีไฮด์ที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นได้ดังสมการ ดังนี้

จากสมการกราฟสารละลายมาตรฐานMDA $y = 0.1489x - 0.0135$; $R^2 = 0.9956$

ภาพผนวกที่ 8 แสดงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วยวิธี TBARS



ภาพผนวกที่ 9 แสดงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารละลายมาตรฐาน MDA ด้วยวิธี TBARS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์การยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัสทางสถิติ

1. การศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในน้ำสลัด

1.1 ผลการทดสอบหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในสลัดน้ำใส

ตารางภาคผนวกที่ 3 การวิเคราะห์ผลทางสถิติทางด้านสีเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในสลัดน้ำใส

prefer color

	color	N	Subset for alpha = .05	
			1	2
Duncan[a]	446.00	30	3.5000	
	216.00	30	3.8667	
	538.00	30		4.6333
	653.00	30		4.8333
	489.00	30		4.9333
	Sig.		.253	.382

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

ตารางภาคผนวกที่ 4 การวิเคราะห์ผลทางสถิติทางด้านกลิ่นเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในสลัดน้ำใส

prefer ordor

	ordor	N	Subset for alpha = .05
			1
Duncan[a]	216.00	30	3.7333
	489.00	30	3.7333
	538.00	30	3.7333
	446.00	30	3.8333
	653.00	30	3.9667
	Sig.		.507

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตารางภาคผนวกที่ 5</u> การวิเคราะห์ผลทางสถิติทางด้านรสชาติเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในสลัดน้ำใส

prefer taste

	taste	N	Subset for alpha = .05
			1
Duncan[a]	446.00	30	3.9333
	216.00	30	4.3333
	538.00	30	4.4333
	653.00	30	4.4667
	489.00	30	4.5000
	Sig.		.127

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

<u>ตารางภาคผนวกที่ 6</u> การวิเคราะห์ผลทางสถิติทางด้านความหนืดเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในสลัดน้ำใส

prefer viscosity

	viscosity	N	Subset for alpha = .05
			1
Duncan[a]	653.00	30	3.8333
	538.00	30	3.9333
	216.00	30	3.9667
	489.00	30	4.0333
	446.00	30	4.3000
	Sig.		.164

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 7 การวิเคราะห์ผลทางสถิติทางด้านความชอบโดยรวมเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในสลัดน้ำใส

prefer viscosity

	viscosity	N	Subset for alpha = .05
			1
Duncan[a]	653.00	30	3.8333
	538.00	30	3.9333
	216.00	30	3.9667
	489.00	30	4.0333
	446.00	30	4.3000
	Sig.		.164

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

โดยกำหนดให้

รหัส 446 : สลัดน้ำใสที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.05 เปอร์เซ็นต์

รหัส 216 : สลัดน้ำใสที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.10 เปอร์เซ็นต์

รหัส 538 : สลัดน้ำใสที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.15 เปอร์เซ็นต์

รหัส 489 : สลัดน้ำใสที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.20 เปอร์เซ็นต์

รหัส 653 : สลัดน้ำใสที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.25 เปอร์เซ็นต์

1.2 ผลการทดสอบหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในสลัดครีม

ตารางภาคผนวกที่ 8 การวิเคราะห์ผลทางสถิติทางด้านสีเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในสลัดครีม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

prefer color

	color level	N	Subset for alpha = .05			
			1	2	3	4
Duncan[a]	773.00	30	3.2667			
	643.00	30		3.9667		
	968.00	30			4.6667	
	847.00	30			4.9000	4.9000
	755.00	30				5.4000
	Sig.		1.000	1.000	.509	.157

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

ตารางภาคผนวกที่ 9 การวิเคราะห์ผลทางสถิติทางด้านกลิ่นเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในสลัดครีม

prefer ordor

	ordor	N	Subset for alpha = .05	
			1	2
Duncan[a]	773.00	30	4.0333	
	755.00	30	4.2000	4.2000
	643.00	30	4.3667	4.3667
	968.00	30	4.4667	4.4667
	847.00	30		4.6333
	Sig.		.144	.144

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

ตารางภาคผนวกที่ 10 การวิเคราะห์ผลทางสถิติทางด้านรสชาติเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในสลัดครีม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

prefer taste

	taste	N	Subset for alpha = .05
			1
Duncan[a]	773.00	30	4.5000
	643.00	30	4.6000
	847.00	30	4.6667
	755.00	30	4.7333
	968.00	30	5.1000
	Sig.		.092

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

<u>ตารางภาคผนวกที่ 11</u> การวิเคราะห์ผลทางสถิติทางด้านความหนืดเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในสลัดครีม

prefer viscosity

	viscosity	N	Subset for alpha = .05
			1
Duncan[a]	773.00	30	4.4000
	847.00	30	4.6333
	968.00	30	4.6667
	643.00	30	4.7000
	755.00	30	4.7000
	Sig.		.357

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

<u>ตารางภาคผนวกที่ 12</u> การวิเคราะห์ผลทางสถิติทางด้านความชอบโดยรวมเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรในสลัดครีม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

prefer overall

	overall	N	Subset for alpha = .05		
			1	2	3
Duncan[a]	773.00	30	4.1667		
	643.00	30	4.5333	4.5333	
	968.00	30		4.8333	4.8333
	847.00	30		5.0333	5.0333
	755.00	30			5.1667
	Sig.		.209	.105	.284

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

โดยกำหนดให้

รหัส 773 : สลัดครีมที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.05 เปอร์เซ็นต์

รหัส 643 : สลัดครีมที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.10 เปอร์เซ็นต์

รหัส 847 : สลัดครีมที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.15 เปอร์เซ็นต์

รหัส 755 : สลัดครีมที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.20 เปอร์เซ็นต์

รหัส 968 : สลัดครีมที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณของแข็ง 0.25 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส 7 point hedonic scale

ตัวอย่างแบบทดสอบ

แบบทดสอบประสาทสัมผัสของ....น้ำสลัดแก้วมังกร.....

แบบ (hedonic scale)

ชื่อ.....วันที่ทดสอบ.....

ข้อปฏิบัติในการทดลอง

1. ชิมตัวอย่างจากภาชนะที่เตรียมไว้
2. ทดสอบคุณลักษณะของตัวอย่าง เปรียบเทียบกับทั้งหมด และพิจารณาว่าคุณลักษณะของตัวอย่างที่ต้องการ เมื่อชิมแล้วให้คะแนน
3. การพิจารณาคะแนนและการยอมรับ แบ่งคะแนนตามความชอบออกเป็น

   7 = ชอบมากที่สุด 6 = ชอบปานกลาง 5 = ชอบ 4 = เฉยเฉย

   3 = ไม่ชอบ 2 = ไม่ชอบปานกลาง 1 = ไม่ชอบมากที่สุด

4. ในระหว่างการชิมรสแต่ละตัวอย่าง ใช้น้ำล้างปากเพื่อป้องกันการสับสนระหว่างตัวอย่าง
5. ให้วงกลมล้อมรอบหมายเลขที่ต้องการจำนวน 1 หมายเลข

รหัสตัวอย่าง .....

สี	1	2	3	4	5	6	7
กลิ่น	1	2	3	4	5	6	7
รส	1	2	3	4	5	6	7
ความหนืด	1	2	3	4	5	6	7
ความชอบโดยรวม	1	2	3	4	5	6	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสตัวอย่าง .....

สี	1	2	3	4	5	6	7
กลิ่น	1	2	3	4	5	6	7
รส	1	2	3	4	5	6	7
ความหนืด	1	2	3	4	5	6	7
ความชอบโดยรวม	1	2	3	4	5	6	7

รหัสตัวอย่าง .....

สี	1	2	3	4	5	6	7
กลิ่น	1	2	3	4	5	6	7
รส	1	2	3	4	5	6	7
ความหนืด	1	2	3	4	5	6	7
ความชอบโดยรวม	1	2	3	4	5	6	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสตัวอย่าง .....

สี	1	2	3	4	5	6	7
กลิ่น	1	2	3	4	5	6	7
รส	1	2	3	4	5	6	7
ความหนืด	1	2	3	4	5	6	7
ความชอบโดยรวม	1	2	3	4	5	6	7

รหัสตัวอย่าง .....

สี	1	2	3	4	5	6	7
กลิ่น	1	2	3	4	5	6	7
รส	1	2	3	4	5	6	7
ความหนืด	1	2	3	4	5	6	7
ความชอบโดยรวม	1	2	3	4	5	6	7

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางเคมี

1. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชในน้ำสลัดทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 13 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชในสลัดน้ำใสที่อุณหภูมิห้อง

pH of oil salad

Duncan[a]

conc.	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
control	8	2.7725	
20%	8		2.9788
12 %	8		3.1150
Sig.		1.000	.145

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 8.000.

ตารางภาคผนวกที่ 14 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชในสลัดน้ำใสที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

pH oil salad

Duncan[a]

conc.	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
control	7	2.7800	
20%	7		2.9929
12 %	7		3.1257
Sig.		1.000	.101

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 7.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 15 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชในสลัดครีมที่อุณหภูมิห้อง

pH salad cream

Duncan[a]

conc.	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
control	8	3.5263	
16%	8		3.6388
12%	8		3.7313
Sig.		1.000	.091

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 8.000.

ตารางภาคผนวกที่ 16 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชในสลัดครีมที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

pH salad cream

Duncan[a]

conc.	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
control	7	3.4071	
16%	7		3.5057
12%	7		3.5386
Sig.		1.000	.403

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 7.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.การศึกษาความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ $ABTS^{+}$

<u>ตารางภาคผนวกที่ 17</u> การวิเคราะห์ผลทางสถิติทางเคมีด้านความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระในสลัดน้ำใสที่อุณหภูมิห้อง

antiradical activity

Duncan[a]

conc.	N	Subset for alpha = .05
		1
control	8	.6138
0.15%	8	.7450
0.25%	8	6.0963
Sig.		.124

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 8.000.

<u>ตารางภาคผนวกที่ 18</u> การวิเคราะห์ผลทางสถิติทางเคมีด้านความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระในสลัดน้ำใสที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

antiradical activity

Duncan[a]

conc	N	Subset for alpha = .05
		1
control	7	.8643
0.15	7	7.2114
0.25	7	8.7171
Sig.		.333

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 7.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวจินดาวรรณ ปัญจางค์เจริญ เกิดวันที่ 17 สิงหาคม พ.ศ. 2529 จังหวัด นนทบุรี สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ โรงเรียนเบญจมราชานุสรณ์ จังหวัด นนทบุรี ในปีการศึกษา 2546 และสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร) ในปีการศึกษา 2550

นางสาวอาภรณ์ แจ่มจำรัส เกิดวันที่ 29 พฤศจิกายน พ.ศ. 2527 จังหวัด ฉะเชิงเทรา สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ จังหวัด ฉะเชิงเทรา ในปีการศึกษา 2545 และสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร) ในปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้